YOBÜ

II. ULUSLARARASI ORTA ANADOLU SEMPOZYUMU

“Sürdürülebilirlikte Güncel Yaklaşımlar”

BİLDİRİLER KİTABI

Bu Sempozyum Yozgat Bozok Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Tarafından SBE-2025-1665 Nolu Proje Kapsamında Desteklenmiştir.

15-16-17 MAYIS 2025
YOZGAT

YOBÜ

II. ULUSLARARASI ORTA ANADOLU SEMPOZYUMU

“Sürdürülebilirlikte Güncel Yaklaşımlar”

15-16-17 MAYIS 2025

BİLDİRİLER KİTABI

(Özet, Genişletilmiş Özet, Tam Metin)

DÜZENLEYEN:

Yozgat Bozok Üniversitesi Rektörlüğü
Meslek Yüksekokulları Koordinatörlüğü

Bu Sempozyum Yozgat Bozok Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Tarafından SBE-2025-1665 Nolu Proje Kapsamında Desteklenmiştir.

YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
MESLEK YÜKSEKOKULLARI KOORDİNATÖRLÜĞÜ YAYINLARI NO:2

E-ISBN

978-625-00-6701-7

Yozgat Bozok Üniversitesi
Meslek Yüksekokulları Koordinatörlüğü

İletişim:
Erdoğan Akdağ Doğu Kampüsü Rektörlük Binası
Atatürk Yolu 8. Km. 66900 Merkez/Yozgat
0(354) 212 10 74
meyok@bozok.edu.tr

YAYIN YÖNETMENİ
Prof. Dr. Tansel HACIHASANOĞLU

EDİTÖRLER
Prof. Dr. Tansel HACIHASANOĞLU
Doç. Dr. Ramazan KURTOĞLU
Öğr. Gör. Alperen Timuçin SÖNMEZ
Öğr. Gör. Ahmet ÜNLÜ

KAPAK VE İÇ TASARIM
Öğr. Gör. Alperen Timuçin SÖNMEZ

Bu bildiriler kitabında yayımlanan içerik kullanımından doğabilecek sonuçlardan veya yanılgılardan sempozyum kurulları ve editörler sorumlu tutulamayacaklardır. İçeriklerde yer alan görüşler ve fikirler sempozyum kurulları ve editörlerin görüşlerini yansıtmaz. Makalelerin hukuki sorumluluğu yazarlara aittir.

Bu kitabın her hakkı Yozgat Bozok Üniversitesi Rektörlüğü Meslek Yüksekokulları Koordinatörlüğü'ne aittir. Her hakkı saklıdır. İzin almaksızın kitabın herhangi bir bölümü veya tamamı elektronik ya da mekanik yöntemlerle (fotokopi dahil) hiçbir şekilde basılamaz ve çoğaltılamaz. İktibaslarda kaynak gösterimi zorunludur.

Copyright ©2024 Yozgat Bozok Üniversitesi Rektörlüğü Meslek Yüksekokulları Koordinatörlüğü

SEMPOZYUM KURULLARI

ONURSAL BAŞKAN
Prof. Dr. Evren YAŞAR
(Yozgat Bozok Üniversitesi Rektörü)

SEMPOZYUM BAŞKANI
Prof. Dr. Tansel HACIHASANOĞLU
(Yozgat Bozok Üniversitesi Rektör Yardımcısı / MEYO Koordinatörü)

DÜZENLEME KURULU

Prof. Dr. Veli AKEL	Erciyes Üniversitesi
Doç. Dr. Mustafa KOCAKAYA	Yozgat Bozok Üniversitesi
Doç. Dr. Ramazan KURTOĞLU	Yozgat Bozok Üniversitesi
Doç. Dr. Mustafa ÖZDEMİR	Yozgat Bozok Üniversitesi
Doç. Dr. Onur BATMAZ	Yozgat Bozok Üniversitesi
Doç. Dr. Nurcan DOĞAN	Yozgat Bozok Üniversitesi
Doç. Dr. Furkan ÇELEBİ	Yozgat / Bozok Üniversitesi
Doç. Dr. Canan KARADAŞ	Yozgat Bozok Üniversitesi
Doç. Dr. Ali GEZER	Kayseri Üniversitesi
Doç. Dr. Şuayip Doğuş DEMİRCİ	İzmir Katip Çelebi Üniversitesi
Doç. Dr. Ümit ÇIRAKLI	İzmir Bakırçay Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Emre EKİNCİ	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Tekin GÜLER	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Alperen ERDOĞAN	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Zeynep ÖZTÜRK YAPRAK	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Hülya KÜÇÜKOĞLU	Yozgat Bozok Üniversitesi
Öğr. Gör. Mertcan ARITÜRK	Yozgat Bozok Üniversitesi
Öğr. Gör. Tolga HANAYOĞLU	Yozgat Bozok Üniversitesi
Öğr. Gör. Alperen Timuçin SÖNMEZ	Yozgat Bozok Üniversitesi

EDİTÖRLER

Doç. Dr. Ramazan KURTOĞLU	Yozgat Bozok Üniversitesi
Öğr. Gör. Alperen Timuçin SÖNMEZ	Yozgat Bozok Üniversitesi

SEMPOZYUM SEKRETERYASI

Öğr. Gör. İhsan ÜSTÜNTAŞ	Yozgat Bozok Üniversitesi
Öğr. Gör. Ahmet ÜNLÜ	Yozgat Bozok Üniversitesi
Öğr. Gör. Yeliz BULUT	Yozgat Bozok Üniversitesi

KATKIDA BULUNANLAR

Öğr. Gör. Emre AYKAÇ	Yozgat Bozok Üniversitesi
Bilg. Müh. Turan Kaan GÜR	Yozgat Bozok Üniversitesi
Şef Ömer DOĞANGÖNÜL	Yozgat Bozok Üniversitesi
Tekniker Osman GÜLTEPE	Yozgat Bozok Üniversitesi

BİLİM KURULU

Prof. Dr. Alkan GÜNLÜ	Çankırı Karatekin Üniversitesi
Prof. Dr. Ayhan AKYOL	İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi
Prof. Dr. Burak ARICAK	Bursa Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Cafer Mert YEŞİLKANAT	Artvin Çoruh Üniversitesi
Prof. Dr. Çiğdem Belgin DİKMEN	Yozgat Bozok Üniversitesi
Prof. Dr. Ercan KARAKÖSE	Kayseri Üniversitesi
Prof. Dr. Ersin KOLAY	Yozgat Bozok Üniversitesi
Prof. Dr. Esma UZUNHİSARCIKLI	Yozgat Bozok Üniversitesi
Prof. Dr. Fuat KÖKSAL	Yozgat Bozok Üniversitesi
Prof. Dr. Hasan GÜL	Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Prof. Dr. İlhan GÜLLÜ	Nevşehir Hacı Bektaş Üniversitesi
Prof. Dr. İsmet DAŞDEMİR	Bartın Üniversitesi
Prof. Dr. Kenan GÜLLÜ	Erciyes Üniversitesi
Prof. Dr. Mustafa BÖYÜKATA	Yozgat Bozok Üniversitesi
Prof. Dr. Naci ŞAHİN	Yozgat Bozok Üniversitesi
Prof. Dr. Nilüfer NEGİZ	Süleyman Demirel Üniversitesi
Prof. Dr. Nursel ÖKSÜZ	Yozgat Bozok Üniversitesi
Prof. Dr. Serkan AKKOYUN	Sivas Cumhuriyet Üniversitesi
Prof. Dr. Sinan AKSÖZ	Pamukkale Üniversitesi
Prof. Dr. Taner ERYILMAZ	Yozgat Bozok Üniversitesi
Prof. Dr. Turgay DİNDAROĞLU	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Uğur TEMİZ	Yozgat Bozok Üniversitesi
Prof. Dr. Veli AKEL	Erciyes Üniversitesi
Prof. Dr. Volkan YILMAZ	Gazi Üniversitesi
Prof. Dr. Yusuf SERENGİL	İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa
Prof. Dr. Zafer YÜCESAN	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Ahmet Gürkan YÜKSEK	Sivas Cumhuriyet Üniversitesi
Doç. Dr. Ali DURMUŞ	Kayseri Üniversitesi
Doç. Dr. Ali ULVİ	Mersin Üniversitesi
Doç. Dr. Arif Selim EREN	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Doç. Dr. Çağlar AKÇAY	Düzce Üniversitesi
Doç. Dr. Fatih ŞEN	Yozgat Bozok Üniversitesi
Doç. Dr. Fatma KILIÇ DOKAN	Kayseri Üniversitesi
Doç. Dr. Fatma KORKMAZ	Yozgat Bozok Üniversitesi
Doç. Dr. Hacer SANCAKTAR	Yozgat Bozok Üniversitesi
Doç. Dr. Hüseyin MERTOL	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Doç. Dr. İlker KILIÇ	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Doç. Dr. Mehmet Güvenç NEGİZ	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Doç. Dr. Mehmet KUTLU	Yozgat Bozok Üniversitesi
Doç. Dr. Mehmet KÜÇÜK	Artvin Çoruh Üniversitesi
Doç. Dr. Mohammed RAFİGHİ	Başkent Üniversitesi
Doç. Dr. Murat AY	Yozgat Bozok Üniversitesi

Doç. Dr. Musa Said DÖVEN	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Doç. Dr. Mücahit YILDIRIM	Samsun Üniversitesi
Doç. Dr. Nevran KARACA	Sakarya Üniversitesi
Doç. Dr. Nuri BOZALİ	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Onur BATMAZ	Yozgat Bozok Üniversitesi
Doç. Dr. Rıfat KURBAN	Abdullah Gül Üniversitesi
Doç. Dr. Serpil SAVCI	Yozgat Bozok Üniversitesi
Doç. Dr. Şemsinnur GÖÇER	Yozgat Bozok Üniversitesi
Doç. Dr. Şuayip Doğuş DEMİRCİ	İzmir Katip Çelebi Üniversitesi
Doç. Dr. Uzay KARAHALİL	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Ümit ÇIRAKLI	İzmir Bakırçay Üniversitesi
Doç. Dr. Yunis TORUN	Sivas Cumhuriyet Üniversitesi
Doç. Dr. Zekiye KOCAKAYA	Kayseri Üniversitesi
Doç. Dr. Zuhal AKGÜN	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Aysun ŞEHİT	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Bahadır ŞİN	Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Bekir ÖZKAN	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Esra Özge AYGÜL	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Fatma Merve NACAKCI	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Gökalp ÇINARER	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Gökçe AYDÖNER ÇOBAN	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Gülfinaz ÖZOĞUL	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Gülhan DENİZ	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Gülşah KAYA	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Güven DEMİRTAŞ	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Handan ADIBELLİ	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi İlkay BURAN	Karabük Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ertuğ YAVUZ	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ertuğ YAVUZ	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet GÖK	Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ünsal BARAK	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Metin YALVAÇ	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Nahit YILMAZ	Necmettin Erbakan Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Nida KIYICI	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Nida PALABIYIK	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Nigar ÖZÇETİN	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Nizamettin ERBAŞ	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Nurdan DOĞRU ÇABUKER	Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Nursel ÜSTÜNDAĞ ÖCAL	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Nurullah ÖZTÜRK	Kayseri Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Olcay Türkan YURDUGÜZEL	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Polat ÖZYİĞİT	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Raşit ACAR	Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Rukiye ÇAKMAK	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Sevgi KANSIZ	Samsun Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Tarık AKAN	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Tuba ALBAYRAK	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Türker KOZA	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Zeki YILBAŞI	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Paul STEVENSON	Northeastern University
Dr. Raditya UTAMA	Florida State University
Dr. Marija STEVKOVSKA	Uluslararası Balkan Üniversitesi
Dr. Reza MOHAMMADİGHAREHBAGH	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Öğr. Gör. Dr. Duygu AÇIK	Yozgat Bozok Üniversitesi
Öğr. Gör. Dr. Murat ERTUĞRUL	Yozgat Bozok Üniversitesi
Öğr. Gör. Dr. Necati AKSOY	Yozgat Bozok Üniversitesi

İÇİNDEKİLER

SUNUŞ i

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİKTE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR: BİLİM, İŞ BİRLİĞİ VE ÇÖZÜM iii

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK PERSPEKTİFİNDEN KÜRESEL DİPLOMASİ VE TÜRKİYE'NİN ROLÜ iv

ÖZET METİN BİLDİRİLER 1

HİYERARŞİK YAPI METOTLARI KULLANILARAK ALTERNATİF ENERJİ KAYNAKLARINDAN ELEKTRİK ENERJİSİ TÜKETİMİNİN TOPOLOJİK ANALİZİ 2

ULUSLARARASI HUKUKTA İNSANLIĞIN KÜLTÜREL MİRASI'NIN KORUNMASI VE GELİŞTİRİLMESİ: SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK PERSPEKTİFİNDE BİR İNCELEME 4

KUTSAL METİNLERDE SÜRDÜRÜLEBİLİR YAŞAM PRENSİPLERİ: TEVRAT ÖRNEĞİ 6

İSLAM TARİHİNDE SOSYAL ADALET VE SÜRDÜRÜLEBİLİR TOPLUM MODELLERİ 7

ÜNİVERSİTELERDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK: YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ ÜZERİNDEN ÇOK BOYUTLU BİR İNCELEME 8

YETİŞKİNLERDE GIDA OKURYAZARLIĞI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR BESLENME DAVRANIŞLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 10

İNSAN HAKLARI İÇİN SÜRDÜRÜLEBİLİR AFET POLİTİKALARI: IDRL KLAVUZ ÖRNEĞİ 12

ASKERİ İSTİHBARATTA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK: ÇEVRESEL TEHDİTLER, TEKNOLOJİK DÖNÜŞÜM VE HİBRİT SAVAŞ STRATEJİLERİ 14

YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ ÖĞRENCİLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR BESLENMEYE YÖNELİK DAVRANIŞLARINI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR GIDA OKURYAZARLIĞININ DEĞERLENDİRİLMESİ 16

KIR-KENT KARŞITLIĞINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR KENTLİLEŞMENİN YERİ 17

SÜRDÜRÜLEBİLİR KENT PLANLAMASININ UYGULAMA YÖNTEM VE TEKNİKLERİ 18

YAPAY ZEKAYA YÖNELİK HEMŞİRELİK ALANINDA YAPILMIŞ LİSANSÜSTÜ TEZLERİN İNCELENMESİ 19

DİJİTAL HASTANE UYGULAMALARI KONUSUNDA HEMŞİRELİK ALANINDA YAPILMIŞ LİSANSÜSTÜ TEZLERİN İNCELENMESİ 21

DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE FİNANSAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE YEŞİL FİNANSMANIN BİR DEĞERLENDİRMESİ 23

YUMURTASIZ BEZE ÜRETİMİ VE BAZI ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ 25

Z KUŞAĞI TÜKETİCİLERİN SÜRDÜRÜLEBİLİR TÜKETİM VE EKOLOJİK BİLİNÇ DÜZEYLERİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER ÜZERİNE NİTEL BİR ÇALIŞMA 27

YOZGAT BELEDİYESİ AKILLI DURAK PROJESİ İNCELEMESİ 28

KENTSEL GELİŞİM SÜRECİNDE YOZGAT MERKEZ'DEKİ TESCİLLİ YAPILARIN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ VE KÜLTÜREL MİRASIN KORUNMASI 29

BİR MEDENİYET TESTİ: PANDEMİ 31

Z KUŞAĞI TÜKETİCİLERİN SÜRDÜRÜLEBİLİR TÜKETİM ALIŞKANLIKLARI, ÇEVRESEL FARKINDALIK VE EKOLOJİK VATANDAŞLIK DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ 33

SARIKAYA-YOZGAT YÖRESİNDE PARKLARDAN TOPLANAN TOPRAK ÖRNEKLERİNDE TOXOCARA SPP.'NİN YAYGINLIĞININ ARAŞTIRILMASI 35

GEÇİCİ KORUMA ALTINDAKİ MÜLTECİLERİN SAĞLIK HAKKI: SURİYELİLER ÖRNEĞİ 37

KARAÇAM (*PİNUS NİGRA*) GÖVDELERİNDE EPİFİTİK LİKENLERİN BAKI YÖNLERİNE GÖRE DAĞILIMI: YOZGAT ÇAMLIK MİLLİ PARKI ÖRNEĞİ 38

YÜKSELTİ BASAMAKLARINA GÖRE ODUNSU TÜR SAYISINDAKİ DEĞİŞİMİN BELİRLENMESİ: ÇAT (SİVAS) ORMANLARI ÖRNEĞİ 40

DERİ ÜRETİMDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK 42

APPLICATION OF Ti_3ALC_2 AND MWCNT-BASED THIN FILMS ON AA2024-T3 ALUMINUM SURFACES VIA DIP-COATING METHOD AND EVALUATION OF THEIR SUPERCAPACITOR PERFORMANCE 44

DOĞAL DİL İŞLEME YÖNTEMLERİYLE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ODAKLI AKADEMİK YAYINLARIN KONU MODELLEMESİ 45

SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA HEDEFLERİ DOĞRULTUSUNDA KADIN SAĞLIĞINDA GİYİLEBİLİR TEKNOLOJİLERİN ROLÜ 47

DİŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANILAN CİHAZLARIN OLUŞTURDUĞU ELEKTROMANYETİK ALANLARIN ÖLÇÜMÜ VE OLASI MESLEKİ MARUZİYETİN DEĞERLENDİRİLMESİ 48

DİJİTAL ÖĞRENCİ İŞLERİ SÜREÇLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞE KATKISI: YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ 50

DİJİTALLEŞMENİN SÜRDÜRÜLEBİLİR TÜKETİM DAVRANIŞI ÜZERİNE OLUMLU VE OLUMSUZ ETKİLERİ 51

TÜRKİYE'DEKİ ÜNİVERSİTELERİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK PERFORMANSI: GREENMETRİC İZLEME SİSTEMİ ÇERÇEVESİNDE BİR DEĞERLENDİRME 52

CORROSION PERFORMANCE OF AA2024-T3 ALLOY COATED WITH Ti_2SnC MAX PHASE AND GRAPHENE: A SUSTAINABILITY PERSPECTIVE 53

KADIN VE MİTOLOJİ 54

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK MUHASEBESİ ÜZERİNE AKADEMİK EĞİLİMLER: BİBLİYOMETRİK BİR DEĞERLENDİRME 55

DEVELOPMENT OF A NEW METAL WORKİNG FLUİDS TO İMPROVE THE MACHİNABİLİTY OF AISI D2 STEEL: A SUSTAİNABİLİTY FOCUSED APPROACH 56

KULLANIMDA OLAN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK RAPORLAMA STANDARTLARI VE UYGULAMALARI KONUSUNDA TÜRKİYE KAPSAMINDA BİR DEĞERLENDİRME 57

MA YÖNTEMİ İLE AL7075 TOZLARINA TİC VE B_4C TAKVİYELERİ YAPILARAK HİBRİT KOMPOZİT MALZEMELER ÜRETİLEBİLİRLİĞİ 59

SÜRDÜRÜLEBİLİR TÜKETİMDE TUTUM-DAVRANIŞ FARKI: KAVRAMSAL BİR ÇALIŞMA 60

SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVRE BAĞLAMINDA TÜRKİYE'DE KARBONMONOKSİT SALINIMINI ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN ARDL SINIR TESTİ İLE İNCELENMESİ 61

YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİ VE EKONOMİK BÜYÜMENİN CO2 EMİSYONU ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ 62

ÖN ALAŞIMLI 31CRMO12 ÇELİKLERİNE BORO-SİNTERLEME İŞLEMİNİN UYGULANABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ 63

UNRAVELİNG THE ENVİRONMENTAL PAYOFFS OF COST RATİONALİZATİON MANAGEMENT UNDER GLOBAL COMPETİTİON: THE CASE OF THE HİGH-TECH SECTOR 64

SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA HEDEFLERİ PERSPEKTİFİNDE AİLE İÇİ ŞİDDETİN KADININ ÇALIŞMA HAYATINA ETKİSİ VE ILO'NUN 190 SAYILI SÖZLEŞMESİ 65

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET METİN BİLDİRİLER 67

TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ BİLSEM DESTEK EĞİTİMİ ÇERÇEVE ÖĞRETİM PROGRAMININ SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA AMAÇLARI AÇISINDAN İNCELENMESİ 68

RAYLI SİSTEMLERDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK: AKIMSIZ NİB KAPLAMA 71

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE İNSANA YAKIŞIR İŞ 77

CEZA HUKUKU VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KESİŞİMİNDE YENİ BİR EKONOMİK SUÇ KATEGORİSİ OLARAK YEŞİL FİNANSAL SUÇLAR 84

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK İLKESİNİN DEVLET KUDRETİ VE İNSAN HAKLARINA ETKİSİ ÜZERİNE BİR TARTIŞMA 92

SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK BAĞLAMINDA GELENEKSEL KONUT YAPILARININ İRDELENMESİ; YOZGAT ÖRNEĞİ 100

SÜRDÜRÜLEBİLİR İLETİŞİMDE CHATBOTLARIN MÜŞTERİ DENEYİMİ ÜZERİNE ETKİSİ: TRENDYOL ÖRNEĞİ 106

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ÖĞRENCİLERİNİN EKOLOJİK AYAK İZİ VE YEŞİL FİZYOTERAPİ FARKINDALIK DÜZEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 113

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİR SAĞLIKLI YAŞAM TARZI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR TÜKETİM DAVRANIŞLARININ BELİRLENMESİ 116

DİJİTAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE VERİ GÜVENLİĞİ: TÜRKÇE DESTEĞİ OLAN ENERJİ VERİMLİ BİR ŞİFRELEME ALGORİTMASI 118

SÜRDÜRÜLEBİLİR İLAÇ TÜKETİMİ: SORUNLAR, ÇÖZÜMLER VE ÖNERİLER 128

HİTİT GÖLPINAR BARAJI ÖRNEĞİ ÜZERİNDEN ESKİ ÇAĞ'DA SU YÖNETİMİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK 138

DERS PROGRAMI OPTİMİZASYONU: YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ VAKA ÇALIŞMASI 144

KOMBİN ÖNERİLER: KİŞİSELLEŞTİRİLMİŞ STİL ÖNERİLERİ İÇİN YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ MOBİL UYGULAMA 150

MERMER SANAYİSİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK İÇİN BİR ÖNERİ: YAPAY WOLLASTONİT ÜRETİMİ 156

MERMER SANAYİSİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK İÇİN BİR ÖNERİ: KOMPOZİT ÜRETİMİ 167

MOBİL CİHAZLARDA VPN BAĞLANTI TESPİTİ 176

AÇIKLANABİLİR YAPAY ZEKA İLE DONANIMSAL ENERJİ TÜKETİMİNİ GÖRSELLEŞTİRME VE OPTİMİZASYON 185

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK RAPORLAMASINDA ÇİFTE ÖNEMLİLİĞİN BELİRLEYİCİLERİ: TÜRKİYE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ENDEKSİ ÖRNEĞİ 188

TÜRKİYE'DEKİ ÜNİVERSİTELERDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK RAPORLAMASI: MEVCUT DURUMUN ANALİZİ VE DEĞERLENDİRME 194

1934-1951 YILLARI ARASINDA BULGAR ULUSLAŞMA SÜRECİ VE TÜRKİYE'YE YÖNELİK ZORUNLU GÖÇLERİN ORTA ANADOLU'YA YANSIMALARI 198

REKLAM SEKTÖRÜNÜN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ BAĞLAMINDA GÖRSEL VE VİDEO ÜRETİMİ YAPAN YAPAY ZEKÂ UYGULAMALARININ REKLAMCILIK ALANINDA KULLANIMININ KARŞILAŞTIRMASI 205

TAM METİN BİLDİRİLER 212

SÜRDÜRÜLEBİLİR GASTRONOMİ VE TEKNOLOJİ 213

İŞLETMELERDE SÜRDÜRÜLEBİLİR TEDARİK İÇİN BİR REHBER: ISO 20400 STANDARDI 220

FCC PROJESİ VE BİLİMİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ: YÜKSEK ENERJİ FİZİĞİ DENEYLERİNİN GELECEĞİ 232

ÖZEL GÜVENLİK VE KORUMA PROGRAMLARINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA AMAÇLARI 241

YÜKSEKÖĞRETİMDE FİNANSAL OLMAYAN RAPORLAMA: YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ'NDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK GÖSTERGELERİ VE KAMU MUHASEBESİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRME 252

YAPAY ZEKÂ İLE ELMA TAZELİK SINIFLANDIRMASI 260

YAVAŞ MODA HAREKETİNDE DİJİTAL ETKİ: INSTAGRAM ETKİLEYİCİLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİKTEKİ ROLÜ 269

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAPSAMINDA DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN KATKISI 283

ICP-MS İLE *NEOLİODES THELEPROCTUS* (HERMANN, 1804) VE YAŞAM ALANINDAKİ ESER ELEMENT ANALİZLERİ 293

ANAYASAL DEVLETİN İNŞASI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR KURUMSALLAŞMA 302

SANAT VE EKOLOJİ: ANTROPOSEN ÇAĞINDA SANATIN ROLÜ 310

SAHTE GÖRSELLERİN TESPİTİ ÜZERİNE KISA BİR ÇALIŞMA: MAKİNE ÖĞRENİMİ VE DERİN ÖĞRENME YÖNTEMLERİ KIYASLAMASI 320

TALAŞLI İMALATTA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK: MİNİMUM MİKTARDA YAĞLAMA YÖNTEMİ (MMY) 330

GÜNEŞ, RÜZGÂR VE HİDROELEKTRİK ÜZERİNDEN TÜRKİYE'NİN SÜRDÜRÜLEBİLİR ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ 339

YAPAY ZEKÂ REKLAMCILIĞININ KARBON AYAK İZİNİ AZALTMADAKİ ROLÜ 348

ORMANLARIN SÜRDÜRÜLEBİLİR KULLANIMINDA YENİLİKÇİ YAKLAŞIMLAR 355

ORMAN EKOSİSTEMLERİNİN YÖNETİMİ VE KORUNMASI ÇALIŞMALARININ İRDELENMESİ 364

GELİŞMEKTE OLAN PİYASALARIN YEŞİL FİNANS YOLCULUĞU: BRICS-T ÜLKELERİ ÜZERİNE BİR LİTERATÜR TARAMASI* 374

SAĞLIKTA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK: YOZGAT HALKININ YEŞİL HASTANE FARKINDALIK DÜZEYİ 382

KARBON KREDİLERİ: SÜRDÜRÜLEBİLİR BİR GELECEK İÇİN BİR FIRSAT MI, YOKSA BİR ALDATMACA MI? 393

DÜNYA'DA ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK REKLAMCILIĞINDA EN GELİŞMİŞ 5 ÜLKENİN KARŞILAŞTIRILMASI 403

SÜRDÜRÜLEBİLİR ULAŞIM İÇİN BİSİKLET ENTEGRASYONU: YOZGAT'TA ALTYAPI, ALGI VE POLİTİKALAR 412

SÜRDÜRÜLEBİLİR BİR KENTSEL MODEL OLARAK BİYOFİLİK AKILLI ŞEHİRLER 419

POLYMER MATERIALS USED IN THE DEVELOPMENT OF SUSTAINABLE BUILDING MATERIALS 428

NEXT-GENERATİON IOT CONTROLLERS WİTH SOFTWARE AUTOMATİON FOR SUSTAİNABLE ENERGY AND SMART LİVİNG 437

KAPSAYICI BÜYÜME ÇERÇEVESİNDE MALZEME VERİMLİLİĞİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ 448

APPLICATION OF PHASE CHANGE MATERIALS IN SUSTAINABLE ARCHITECTURE 460

TAŞIMA MODLARINA GÖRE TÜRKİYE'NİN İHRACAT VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 476

TÜRKİYE İTHALATININ TAŞIMA MODLARINA GÖRE ANALİZİ 488

HURDA ARAÇLARIN GERİ DÖNÜŞÜMÜNÜN SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK KAPSAMINDA İNCELENMESİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ 498

SİGORTA SEKTÖRÜNDE OTİZM SPEKTRUM BOZUKLUĞU OLAN BİREYLERE İLİŞKİN İŞVEREN YAKLAŞIMLARI VE BEKLENTİLERİ ÜZERİNE AMPİRİK BİR ÇALIŞMA* 511

KENT KONSEYLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR KENTLERİN OLUŞUMUNDAKİ ROLÜ: YEREL YÖNETİŞİM VE KATILIMIN ÖNEMİ 523

BİYODİZEL ÜRETİM VERİMLİLİĞİNİ ARTTIRMADA FARKLI KATALİZÖR KULLANIMI VE REAKSİYON ŞARTLARINI İYİLEŞTİRMEYE YÖNELİK ÇALIŞMALAR 534

YOZGAT-SORGUN URANYUM REZERVLERİNİN EKONOMİYE KAZANDIRILMASINDA: YENİ NESİL SMR NÜKLEER REAKTÖRLER 543

ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞE STRATEJİK AÇIDAN BAKMAK: KAYNAK TABANLI GÖRÜŞ ÇERÇEVESİNDE BİR DEĞERLENDİRME 555

MEKANİK KİLİTLEME YÖNTEMİNDE KÜRESEL KANALLI BAĞLANTI MUKAVETİNİN İNCELENMESİ 560

DERİN ÖĞRENME İLE MANYETİK REZONANS ANJİYOGRAFİSİ GÖRÜNTÜLERİNDEN BEYİN ANEVRİZMASI TESPİTİ VE SEGMENTASYONU 567

SUNUŞ

Saygıdeğer Bilim İnsanları,

Yozgat Bozok Üniversitesi adına, "Sürdürülebilirlikte Güncel Yaklaşımlar" temasıyla düzenlediğimiz YOBÜ II. Uluslararası Orta Anadolu Sempozyumunu 15–16–17 Mayıs 2025 tarihlerinde, Yozgat Bozok Üniversitesi Meslek Yüksekokulları Koordinatörlüğü organizasyonunda; Erdoğan AKDAĞ Doğu Kampüsü – Erdoğan AKDAĞ Kongre ve Kültür Merkezinde yüz yüze ve çevrimiçi olarak gerçekleştirmekten büyük bir onur duymaktayız.

Ana temamız olan "Sürdürülebilirlikte Güncel Yaklaşımlar", gezegenimizin karşı karşıya bulunduğu çok katmanlı çevresel, ekonomik ve toplumsal sorunlara kanıta dayalı, uygulanabilir ve ölçülebilir çözümler üretme irademizi ifade etmektedir. Bu tema; disiplinler arası bilgi birikimini buluşturarak, teoriden uygulamaya uzanan bir köprü kurmayı; yerel ve bölgesel dinamikleri küresel gündemle eşgüdüm içinde ele almayı; üniversite–kamu–özel sektör–sivil toplum iş birliğini kurumsallaştırmayı hedeflemiştir. Sempozyumumuz, bilimsel bilginin yalnızca yaygınlaşmasını değil, aynı zamanda politikaya ve uygulamaya yansımasını da önceleyen bir perspektife sahiptir. Bu çerçevede sunulan her çalışma, güncel yöntemlerle üretilmiş bulguları ölçeklenebilir çözüm önerilerine dönüştürme potansiyeli bakımından değerlendirilmiştir.

Bu yıl sempozyum programımız, 56 yüz yüze ve 49 çevrimiçi olmak üzere toplam 105 bildiriden oluşmuştur. Yüz yüze oturumlarımız 6 paralel, toplam 12 oturum; UZEM koordinasyonunda yürütülen çevrimiçi oturumlarımız ise üniversitemiz çevrimiçi toplantı platformu İCTİMA üzerinden 6 paralel, toplam 11 oturum halinde icra edilmiştir. Sempozyumumuz; 37 kurum ve 24 şehirden gelen araştırmacıların katkılarıyla, alanlar arası güçlü bir iş birliği ve zengin bir bilimsel çeşitlilik sergilemiştir. Toplam 174 yazarlık araştırmacı ile ortaya konan bu üretkenlik, sürdürülebilirliğin çevresel, ekonomik ve toplumsal boyutlarını birlikte ele alan bütüncül yaklaşımımızın somut bir göstergesidir. 6 yabancı katılımcının katkısıyla program, uluslararası katılımlı bir bilimsel etkinlik hüviyeti kazanmıştır.

Açılış oturumumuz 15.05.2025 tarihinde saat 10.00'da gerçekleştirilmiş; Onur Konuğumuz, Önceki Dönem Dışişleri Bakanı ve NATOPA Türk Delegasyonu Başkanı Sayın Mevlüt ÇAVUŞOĞLU, "*Sürdürülebilirlik Perspektifinden Küresel Diplomasi ve Türkiye'nin Rolü*" başlıklı konuşmalarıyla bizleri onurlandırmıştır. Paralel oturumlarımızın yanı sıra, davetli konuşmacılarımız Prof. Dr. Recep ULUCAK (*İktisat Biliminde Sürdürülebilirlik Perspektifi ve Paradigma Değişimi*), Dr. Gözde KESTELLİOĞLU (*Sürdürülebilirlik Bağlamında Öne Çıkan Bazı Kent Modelleri*) ve Prof. Dr. Barış DURUKAN (*Sağlıkta Sürdürülebilirlikte Yapay Zekânın Rolü*) değerli katkılarıyla sempozyumumuzun entelektüel ufkunu daha da genişletmiştir.

Bilimsel içerik bakımından, çalışmaların sekiz tema altında yoğunlaştığı görülmektedir. Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) yöneliminde ise, bildiriler Birleşmiş Milletler 2030 Gündeminin 17 hedefiyle ilişkilendirilmiş; böylece araştırmaların küresel hedeflerle uyum

derecesi görünür kılınmıştır. Özellikle SKA 12 – Sorumlu Üretim ve Tüketim(31 bildiri), SKA 11 – Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar (25 bildiri), SKA 3 – Sağlık ve Kaliteli Yaşam (21 bildiri) ve SKA 9 – Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı (19 bildiri) eksenlerinde güçlü bir yoğunlaşma tespit edilmiştir. Bu dağılım, sempozyumda paylaşılan çalışmaların kaynak verimliliği, kentlerin dayanıklılığı, toplum sağlığı ve yenilikçi altyapı alanlarında ölçülebilir çıktı üretmeye ve politika uyumunu güçlendirmeye elverişli bir çerçeve sunduğunu göstermektedir. SKA eşleştirmesi; proje ve politika düzeyinde etki değerlendirmesine, paydaşlar arası koordinasyona ve yatırım önceliklerinin kanıta dayalı biçimde belirlenmesine hizmet edecek ortak bir dil sunmaktadır.

Sempozyumumuzun öğrenci katılımı da takdire şayandır: 942 öğrencimiz kayıt altına alınmış ve katılım belgesi almaya hak kazanmıştır. Araştırmacılar, öğrenciler ve dinleyicilerle birlikte sempozyumumuz yaklaşık 1200 kişinin iştirakiyle gerçekleştirilmiş; üniversite–kamu–özel sektör–sivil toplum etkileşimini güçlendiren verimli bir platform ortaya çıkmıştır.

Ayrıca sempozyumumuz, Yozgat Bozok Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından SBE-2025-1665 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

Bu kapsamlı programın hayata geçirilmesinde özveriyle çalışan Düzenleme ve Bilim Kurullarına, titiz değerlendirmeleri için hakemlerimize, oturumlarımızı başarıyla yöneten oturum başkanlarımıza, emek veren sekretarya ve teknik ekibimize, çevrimiçi organizasyondaki kusursuz koordinasyonu için UZEM ekibine; katkı ve katılımlarıyla sempozyumumuzu zenginleştiren tüm bildiri sahiplerine, konuşmacılara ve katılımcılara ve değerli destekleri için Yozgat Bozok Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne içten şükranlarımı sunarım.

Temennimiz odur ki bu bildiri kitabı; Orta Anadolu'dan yükselen bilimsel birikimi görünür kılan, yeni iş birliklerine ilham veren ve sürdürülebilir gelecek için somut yol haritaları oluşturmaya katkı sağlayan kalıcı bir başvuru kaynağı olacaktır.

Saygılarımla,

Prof. Dr. Tansel HACIHASANOĞLU
Yozgat Bozok Üniversitesi Rektör Yardımcısı
Sempozyum Başkanı

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİKTE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR: BİLİM, İŞ BİRLİĞİ VE ÇÖZÜM

Yozgat Bozok Üniversitesi olarak ev sahipliğini yaptığımız bu kıymetli sempozyumda insanlığın geleceğini doğrudan ilgilendiren bir kavramı, sürdürülebilirliği; çok boyutlu ve disiplinler arası bir bakış açısıyla ele almak için bir araya geldik. Bu birliktelik yalnızca akademik bir paylaşım değil, aynı zamanda sorumluluğun ve çözüm üretme kararlılığının bir göstergesidir.

Sempozyum temamız olan "Sürdürülebilirlikte Güncel Yaklaşımlar," hepimizin gündeminde yer alan bir sorunun yanıtını arıyor: Gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakmak için bugün ne yapmalıyız?

Sürdürülebilir kalkınma artık sadece çevreyle sınırlı bir mesele değildir. Sağlıktan eğitime, ekonomiden sosyal adalete birçok alanda yeni modeller üretmek zorundayız. Bu nedenle, bu sempozyumun karbon ayak izinden yapay zekâya, tarım politikalarından kent planlamasına kadar uzanan zengin bir içeriği var.

Üniversitemizin farklı akademik birimleriyle birlikte ürettiği bu bilimsel katkıların hem bölgesel hem de ulusal kalkınma stratejilerine ışık tutacağına inanıyorum.

Bu bilimsel şölenin hazırlanmasında emeği geçen başta Sempozyum Başkanı Prof. Dr. Tansel HACIHASANOĞLU Hocam olmak üzere tüm akademisyen arkadaşlarıma, öğrencilerime ve bizi bu konuda yalnız bırakmayan hemşerilerime teşekkürlerimi sunuyorum.

Katılımlarıyla bizleri onurlandıran Sayın Bakanım ve kıymetli vekillerimize şükranlarımı sunuyorum. Sempozyumun verimli, ufuk açıcı ve dostluklara vesile olmasını diliyorum.

Prof. Dr. Evren YAŞAR
Yozgat Bozok Üniversitesi Rektörü
Sempozyum Onursal Başkanı

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK PERSPEKTİFİNDEN KÜRESEL DİPLOMASİ VE TÜRKİYE'NİN ROLÜ

Mevlüt ÇAVUŞOĞLU
T.C. Önceki Dönem Dış İşleri Bakanı / NATOPA Türk Delegasyonu Başkanı
Sempozyum Onur Konuğu

Çok kıymetli Valimiz, çok sevgili milletvekili arkadaşlarım, değerli Rektörümüz, Belediye Başkanımız, üniversitemizin çok değerli yönetimi, sevgili hocalarımız ve çok kıymetli öğrenci kardeşlerim.

Hepinizi sevgiyle, saygıyla selamlıyorum. Bugün Yiğitler Diyarı Yozgat'ta bulunmaktan büyük bir mutluluk ve onur duyuyorum. Elbette üniversitemize böylesine bir etkinliği düzenleyip bizi de davet ettiği için çok teşekkür ediyorum. Çok kıymetli Rektörümüze ve üniversite yönetimimize teşekkür ediyorum.

Bu organizasyonda Abdülkadir Akgül milletvekilimiz ve Süleyman Şahan milletvekilimizin önemli bir rolü var. Bir gün Yozgat'a davet ettiler, "Şeref duyarım." dedim ve üniversitemizle birlikte zamanlamasını bu sempozyuma denk getirdiler. Hepsine gönülden teşekkür ediyorum. Mehmet Ali Çelebi kardeşim de bu ziyaretimizde bizi yalnız bırakmadı. Kendisine de kardeşime de çok teşekkür ediyorum bizimle beraber olduğu için.

Tabii ki Dışişleri Bakanı olarak dünyanın çok sayıda ülkesine ziyarette bulunduk. Fırsat buldukça ülkemizde de farklı şehirlere gidip dış politikamızı anlattık. Vatandaşlarımızın da dış politikayla ilgili düşünce, öneri ve eleştirilerini hep dinledik ve bunlardan da ders alarak politikalarımıza yön verdik.

Yurt dışında çok sayıda Yozgatlı var. Gerçekten Yozgat'ı, özellikle Avusturya'da çok iyi temsil ettiklerini gördüm. Bir şehre giderken iki şeye bakarız: Birincisi, o şehirde birlik, beraberlik, huzur, uyum var mı? Uyumun olduğu yerde biz de mutlu oluyoruz. O şehirde yaşayan insanlar da mutlu oluyor. Uyumun bereketiyle işler daha hızlı yapılıyor. Dolayısıyla Yozgat'ta, burada milletvekillerimizin farklı partilerden olmasına rağmen, Belediye Başkanımızın ve yine Sayın Valimizin riyasetinde tüm kamu çalışmalarının çok güzel bir şekilde yerine getirildiğini gördük. Biz de bu huzuru, bu mutluluğu yaşıyoruz. Bunun için de ayrıca çok teşekkür ediyoruz.

Gittiğimiz yerlerde genellikle gençlerle bir araya geliyoruz. Dolayısıyla üniversitelerin durumuna da bakıyoruz. Yozgat Bozok Üniversitesi'nin çok iyi bir noktada olduğunu görmekten mutluluk duydum. Bugün 26.000 civarında öğrenci sayısıyla, yerleşkeyi gördüm, her türlü tesis ve altyapı var. Bu sempozyum gibi akademik çalışmalarla akredite olmuş bir eğitim kurumu hâline gelmiş. Bu da bizlere gurur veriyor.

Bugün konumuz belli: "Sürdürülebilirlik Perspektifinden Dış Politika ve Türkiye'nin Rolü." Öncelikle, akademik bir sempozyum olduğu için konumuza bağlı konuşmaya çalışacağım ama diplomasiye de vurgu yapmadan geçmek mümkün değil.

Bugün diplomasi çok değişti. Diplomasinin öncelikleri değişti. Diplomasinin aktörleri değişti. Biraz önce Tansel Hocamız açılış konuşmasını yaparken, farklı ülkelerden de bilimsel tebliğlerin online bir şekilde gerçekleşeceğini söyledi. İşte Yozgat Bozok Üniversitesi, akademik dünyası ve öğrencilerimiz de aslında diplomasinin tam merkezinde. Sadece bir örnek veriyorum.

Diplomasi, Türk'ün tarihinde ve geleneğinde önemli bir yere sahiptir. Türk'ün diplomasi geleneği örnektir. Türk nereye gittiyse devlet kurmuş, devletin olduğu yerde diplomasi olmuştur. Kurulan ülkelerin tarihlerine baktığınızda, bizim ilk diplomasi kurumumuzun kuruluşundan çok sonra bu kurumları kurduklarını görürsünüz.

Biz, iki sene önce, 2023'te Cumhuriyetimizin 100. yılını coşkuyla kutladık. İnşallah sürdürülebilirlik başlığı altında, daha nice yüzyıllar bu topraklarda hüküm süreceğiz. Bölgemize adalet, barış, istikrar ve ekonomik kalkınma getirmeye devam edeceğiz. Aynı zamanda, ilk diplomatik kurumumuzun kuruluşunun da 500. yılını kutladık. Yani "Reisülküttaplık" müessesesinin kuruluşunun 500. yılı. Ancak Türk'ün diplomasi geleneği bu tarihten de daha eskiye gider.

Bugün baktığımızda, diplomasinin artık sadece devletler arası güvenlik ve çıkar çatışmalarının yönetimi olmadığını görüyoruz. Elbette ülkelerin çıkarlarını koruması, bunun için müzakere yapması; diplomatların kendi ülkelerinin çıkarlarını gittiği yerlerde anlatması, savunması önemli.

Diğer taraftan, güvenlik açısından, bugün Sayın Cumhurbaşkanımızın liderliğinde Türkiye'nin yürüttüğü çok başarılı dış politika sayesinde, bölgemizdeki çatışmaların sona erdirilmesi, terörün sonlandırılması, Ukrayna-Rusya Savaşı'nın barışçıl yollarla sona ermesi, Suriye'nin istikrara kavuşması, Irak'ın terörden arındırılması, Türk devletlerinin güçlendirilmesi ve Türkiye'nin doğu ile batı arasında bir köprü olarak konumlanması gibi hususlar dikkat çekiyor.

Bugün dünyadaki çatışma ve krizlerin %60'ı bizim etrafımızda. Buna rağmen Türkiye, geleneksel dış politikasıyla bir örnek olmuş, arabuluculukta bir marka hâline gelmiştir. Lider diplomasisi dendiğinde kaba kuvvet değil, vicdan ve sağduyu ile Recep Tayyip Erdoğan akla gelir. Bu, dünyanın da kabul ettiği bir gerçektir.

Diplomasinin alanı çok genişledi. Artık sadece kariyer diplomatlarının üstesinden gelebileceği bir alan değil. Günümüzde diplomasinin ilgi alanları değişti. Sürdürülebilirlik açısından baktığımızda, diplomaside başarılı olmak için dünyadaki gelişmeleri çok iyi okumak ve analiz etmek gerekir. Ekonomik güç dengesi batıdan doğuya, Asya'ya kayıyor. Türkiye'nin yeniden Asya diyerek bu sürece adapte olması, dış politikasının ne kadar vizyoner olduğunu gösteriyor.

Bugün gelişmeleri insan zekasıyla takip etmek mümkün değil. Yapay zekâ, siber saldırılar, nükleer tehditler gibi riskler var. Ancak yapay zekânın sunduğu imkânlarla dijital diplomasiyi de çok iyi kullanmak gerekiyor.

Değişime adapte olmak değil, değişimi yönetmek önemlidir. Yönetebilen ülkeler öne çıkmaktadır.

Diplomasinin konusu artık iklim krizi, enerji dönüşümü, su kıtlığı, sağlık, gıda güvenliği ve toplumsal adalet gibi çok boyutlu alanlara kaymıştır. Bu da sürdürülebilirlik ilkelerinin diplomasiye entegre edilmesini zorunlu kılıyor.

Sürdürülebilirlik artık sadece çevreci bir tercih değil; güvenlik ve refahın da ön koşulu hâline geldi. Örneğin, iklim değişikliği doğal afetleri artırıyor. Bu afetler insan yaşamını, ekonomileri, toplumsal barışı tehdit ediyor. Gıda güvenliği iklim değişikliğinden en çok etkilenen alanlardan biridir. Tarımsal üretim azalıyor, su kaynakları daralıyor, topraklar verimsizleşiyor. Gıda fiyatlarındaki ani dalgalanmalar toplumlarda huzursuzluk yaratıyor. Arap Baharı'nın sebeplerinden biri de bu ekonomik sıkıntılardı.

Cumhurbaşkanımızın liderliğinde imzalanan İstanbul Tahıl Anlaşması, dünya gıda fiyatlarında %8 düşüşe neden oldu. FAO bunu her fırsatta vurguluyor. Güvenlik, ekonomi ve çevre birbiriyle bağlantılı sütunlar hâline geldi.

Güvenlik sadece askeri tedbirlerle sağlanamaz. Gıda ve suya erişim, sağlıklı kentleşme, toplumsal eşitlik gibi unsurlar da güvenliğin parçasıdır. Dolayısıyla sürdürülebilirlik dış politikanın da konusu hâline gelmiştir. Yeşil diplomasi, iklim müzakereleri, enerji iş birlikleri, çevre dostu ticaret anlaşmaları bu anlayışın yansımalarıdır.

Sürdürülebilirlik, küresel diplomasinin de öncelikli konularından biri hâline gelmiştir. Uluslararası kuruluşların gündeminde ilk sıradadır. Sürdürülebilirliği yaşamsal bir sorun olarak tanımladığımızda, aynı gemide olmasak bile hepimizin aynı fırtınanın içinden geçtiğimizi kabul etmemiz gerekir.

Bu noktada çok taraflılık (multilateralizm) zorunlu hâle gelmektedir. Özellikle Trump döneminde tek taraflı politikaların öne çıktığını gördük. Korumacı politikalar arttı. Ancak yaşanan tüm krizler, savaşlar ve çatışmalar, çok taraflılığa her zamankinden daha fazla ihtiyaç duyduğumuzu göstermektedir.

Birleşmiş Milletler, Türkiye'nin de güçlü destek verdiği Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SDG) ile küresel dönüşüm sürecine öncülük etmektedir. Avrupa Birliği, Yeşil Mutabakat kapsamında ticaret politikalarını çevresel sorumluluklarla entegre etmiştir. Karbon vergisi, döngüsel ekonomi ve enerji dönüşümünü önceliklendirmiştir.

Dünya Bankası ve OECD gibi kredi kuruluşları da kalkınma yardımlarını iklim ve çevre kriterlerine bağlamaktadır. "Yeşil büyüme" kavramı bugün OECD'nin en önemli gündem maddelerinden biridir.

Sürdürülebilir kalkınma ve diplomasi ilişkisi bağlamında bir diğer önemli husus ise küresel tedarik zincirleridir. Sürdürülebilir kalkınma yalnızca bir ülkenin iç politikasıyla değil, küresel ekonomik yapının doğasıyla da ilgilidir. Bugün dünyada tüm alanlarda kendi kendine yeterli bir ülke yoktur. Her ülke olumlu ya da olumsuz etkilenmektedir.

Küresel tedarik zincirleri; ekonomik büyüme, çevresel etki ve toplumsal refah arasındaki dengenin en kırılgan alanlarından biridir. Bunu COVID-19 pandemisinde ve Rusya-Ukrayna Savaşı'nda yaşadık. Tahıl Anlaşması gibi girişimler bu sürecin ne kadar hassas olduğunu gösterdi. Enerji krizleri ve dışa bağımlılık, kriz anlarında ciddi aksamalara yol açmaktadır.

Bu gelişmelerin ardından ülkeler stratejik alanlarda kendi kendine yeterlilik arayışına girdi. Örneğin çip krizi yaşandı. Pasaport üretiminde dahi sıkıntı çektik. Ancak kısa sürede İçişleri Bakanlığımız, Dışişleri Bakanlığımız ve ilgili kurumlarımızla birlikte kendi pasaportumuzu üretme kapasitesine ulaştık.

Diğer yandan, kendi kendine yeterli olamayan ülkeler için en yakın ve güvenilir kaynaklardan tedarik etmek bir zorunluluk hâline geldi. Türkiye, konumu itibarıyla bu alanda büyük fırsatlara sahip. Enflasyon ve faiz oranlarında zaman zaman dalgalanmalar yaşansa da Türkiye'nin ihracatı rekorlar kırarak artıyor. Avrupa ekonomisinin zorluklarına rağmen Türkiye güvenli bir tedarik zinciri olarak ön plana çıkıyor.

Sürdürülebilirlik açısından mesele sadece zincirin devamlılığı değil, onun yeşil, adil ve dirençli hâle getirilmesidir. Şirketler ve devletler, karbon ayak izi yüksek olan tedarik zincirlerini dönüştürmeye çalışıyor. Avrupa Birliği'nin Yeşil Mutabakat kapsamında uyguladığı "Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması", ithal ürünlerin karbon içeriğini hesaba katmayı zorunlu kılıyor.

Bu da Türkiye için kritik bir konu. Çünkü ihracatımızın %50'si Avrupa Birliği ülkelerine yapılıyor. Özellikle gıda ürünleri bu kapsama giriyor. Türk üreticilerinin bu kriterlere uyumu konusunda devletimiz yönlendirme yapıyor.

Cumhurbaşkanımız, tarımla ilgili bir toplantıda bu hassasiyetleri açıkça dile getirdi. Bulgaristan örneğinde olduğu gibi, her tırdan alınan ürün örneklerinin Sofya'ya gönderilmesi yerine, sınırda laboratuvar kurulması gibi çözümlerle süreçler hızlandırılıyor.

Çevre ve iklimle ilgili alınan önlemlerin bir ekonomik maliyeti olabilir, ancak alınmayan önlemlerin maliyeti çok daha büyüktür. Gıda güvenliğimiz kadar ihracatımızın sürdürülebilirliği için de bu önlemler önemlidir.

Türkiye, aynı zamanda bir lojistik merkezi hâline geliyor. Bu merkezleri çevre dostu, dijitalleşmiş ve esnek tedarik zincirleriyle desteklemek gerekmektedir. Kuzey koridorunun Rusya nedeniyle sorunlu hâle gelmesiyle birlikte, Orta Koridor yani Türkiye üzerinden geçen hat, Asya ile Avrupa arasındaki en önemli güzergâh hâline gelmiştir.

Türk devletleriyle yürütülen iş birlikleri, liderlerin yönlendirmesiyle dijitalleşme, gümrük vergilerinin kaldırılması, uygulamaların sadeleştirilmesi gibi adımlarla desteklenmektedir. Irak'taki terör tehdidinin kalkmasıyla bu ülke de önemli bir ticaret merkezi hâline gelecektir.

Tüm bu süreçlerde sürdürülebilirlik vizyonu büyük önem taşıyor. Bugün uluslararası düzende kalkınma önündeki engellerden biri, özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin çevre kriterlerini uygularken karşılaştıkları maliyetlerdir. Paris İklim Anlaşması imzalandı; ancak ABD bir dönem bu anlaşmadan çekildi. Bu gibi durumlar, gelişmekte olan ülkelerin desteklenmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Her şeyden önce adil olmak gerekir. Sanayi devriminden bu yana doğayı en çok kirleten ülkeler gelişmiş ülkelerdir. Buna karşın, doğanın kirlenmesinde en az payı olan az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler, çevresel felaketlerden en çok etkilenenler olmuştur.

Bu ülkeler diyor ki: "Adaletli ve kapsayıcı politikalar üretilmeli." Sürdürülebilir kalkınma projeleri adaletli ve kapsayıcı olmak zorundadır. Bu kavrama "iklim adaleti" denir. Gelişmekte olan ülkelere destek verilmelidir. Bu kapsamda yıllık 100 milyar dolarlık bir fonun oluşturulması kararlaştırılmıştır. Ancak bu fonun uygulanmasında da ciddi gecikmeler yaşanmaktadır.

Sonuçta, küresel Batı, diğer birçok konuda olduğu gibi bu konuda da verdiği sözleri tutmamaktadır. Bu da gelişmekte olan ülkelerin tepkisini çekmektedir. Batı, kendi kurduğu sisteme ve kurallarına bile saygı göstermemekte, çifte standart ve ikiyüzlülük sergilemektedir.

Bu noktada Türkiye'nin özel bir konumu vardır. Türkiye, gelişmekte olan ama aynı zamanda hızlı gelişen bir ülkedir. Bir yandan Batı ile iş birliği yaparken, diğer yandan gelişmekte olan ülkelerin taleplerinin savunuculuğunu üstlenmektedir.

Adaletin ve hakkaniyetin savunucusu olan Türkiye, gelişmiş ülkelere dönerek diyor ki: "Gelişmekte olan ülkelerden bunları istiyorsunuz ama siz de verdiğiniz sözleri yerine getirin." Bu da Türkiye'nin arabuluculuk rolünü daha da güçlendirmektedir.

Türkiye'nin bu köprü kurucu rolü, sadece iklim veya ekonomi gibi alanlarla sınırlı değildir. Biz Batı'nın kurduğu sistemin içindeyiz: NATO üyesiyiz, Avrupa Konseyi'nin kurucularındanız. Avrupa Birliği'ne tam üyelik başvurumuz var. Ancak siyasi nedenlerle bu gerçekleşmedi.

Buna rağmen Türkiye, Batı'nın dışında kalan ve mevcut düzene itiraz eden "küresel Güney"in de sözcülüğünü yapmaktadır. Bu sözcülüğü de Sayın Cumhurbaşkanımız Recep Tayyip Erdoğan üstlenmiştir. "Dünya beşten büyüktür" ve "Daha adil bir dünya mümkündür" diyerek, Birleşmiş Milletler Güvenlik Konseyi'nde reform çağrısı yapmaktadır.

Sayın Cumhurbaşkanımızın bu vizyonu, gelişmekte olan ülkelerin beklenti ve taleplerine en çok sahip çıkan yaklaşımdır.

Dolayısıyla, değerli öğrenciler, sevgili kardeşlerim…

Sürdürülebilirlik artık bir alternatif yaklaşım değil, yaşanabilir bir dünyanın zorunlu koşuludur. Bu ilkeyi başarabilen ülkeler, yollarına güçlü bir şekilde devam edecektir.

Bugünün diplomasisi sadece kriz çözmek değil, uzun vadeli istikrarı ve refahı da inşa etmekle yükümlüdür. Yeni dönemde dış politika yalnızca siyasi değil, aynı zamanda çevresel ve toplumsal sorumlulukları da içeren bütüncül bir anlayışla yürütülmelidir.

Türkiye, çok şükür, bu süreci başarıyla yönetmektedir. Bu sadece bizim gibi ülkeler için bir meydan okuma değil, aynı zamanda büyük bir fırsattır. Bu fırsatları en iyi şekilde değerlendirmek, içimizdeki istikrarı, güveni ve gücü pekiştirmek bizim elimizdedir.

Dünyanın sunduğu bu gelişmeleri ve fırsatları değerlendireceğiz. Karşılaştığımız tehditleri ise gerektiğinde sahada sert güçle, çoğunlukla ise diplomasiyle ve yumuşak gücümüzle bertaraf ederek, inşallah hep birlikte yolumuza devam edeceğiz.

Sabrınız için hepinize çok teşekkür ediyorum.

ÖZET METİN BİLDİRİLER

HİYERARŞİK YAPI METOTLARI KULLANILARAK ALTERNATİF ENERJİ KAYNAKLARINDAN ELEKTRİK ENERJİSİ TÜKETİMİNİN TOPOLOJİK ANALİZİ

TOPOLOGICAL ANALYSIS OF ELECTRICAL ENERGY CONSUMPTION FROM ALTERNATIVE ENERGY SOURCES USING HIERARCHICAL STRUCTURE METHODS

Nevfel Yunus COŞKUN[1]
Ersin KANTAR[2]

Özet

Enerji, ekonomik büyüme, sürdürülebilir kalkınma ve çevresel denge açısından stratejik bir öneme sahiptir. Küresel enerji talebinin sürekli artması, enerji kaynaklarının kullanımında yeni politikaların geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Geleneksel fosil yakıtlara dayalı enerji üretimi, çevresel etkileri ve sınırlı rezervleri nedeniyle uzun vadede sürdürülebilir bir çözüm sunmamaktadır. Bu durum, ülkeleri yenilenebilir enerji kaynaklarını daha yaygın kullanmaya yönlendirmektedir. Güneş, rüzgâr, hidroelektrik ve jeotermal enerji gibi alternatif enerji kaynakları, karbon emisyonlarını azaltarak çevresel sürdürülebilirliği desteklemekte ve enerji arz güvenliğini sağlamaktadır. Ancak, ülkelerin alternatif enerji kullanım oranları, ekonomik gelişmişlik düzeyleri, enerji politikaları ve altyapı olanakları açısından büyük farklılıklar göstermektedir. Bu çalışma, alternatif enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisi tüketiminin hiyerarşik yapı metotlarıyla analiz edilmesini amaçlamaktadır. Çalışmada, 66 dünya ülkesinin 1990-2023 yılları arasındaki alternatif enerji kaynaklarından üretilerek tüketilen elektrik enerjisi verileri kullanılarak, en küçük örten ağaç (EÖA) ve hiyerarşik ağaç (HA) yöntemleriyle topolojik analiz gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ağların güvenilirliği Bootstrap metodu ile test edilmiştir. Bulgular, gelişmiş ülkelerin yenilenebilir enerji kullanımında lider olduğunu, gelişmekte olan ülkelerin ise artan yatırımlarla bu alana yöneldiğini göstermektedir. Ayrıca, ülkelerin enerji tüketim desenleri ile ekonomik gelişmişlik düzeyleri arasında güçlü bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda, yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyüme ve çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki rolü vurgulanmış ve enerji politikalarının etkin yönetilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji, Yenilenebilir Enerji, Ekonofizik, Hiyerarşik Yapı Metotları, Küresel Ekonomi

[1]Öğr. Gör. Dr., Yozgat Bozok Üniversitesi, Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü, 0000-0002-0464-3818, Yozgat
[2]Prof. Dr., Yozgat Bozok Üniversitesi, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, 0000-0001-9302-1078, Yozgat

Abstract

Energy has a strategic importance in terms of economic growth, sustainable development and environmental balance. The continuous increase in global energy demand necessitates the development of new policies in the utilisation of energy resources. Energy production based on traditional fossil fuels does not offer a sustainable solution in the long term due to its environmental impacts and limited reserves. This situation leads countries to use renewable energy sources more widely. Alternative energy sources such as solar, wind, hydroelectric and geothermal energy support environmental sustainability by reducing carbon emissions and ensure energy supply security. However, alternative energy utilisation rates of countries vary greatly in terms of their economic development levels, energy policies and infrastructure facilities. This study aims to analyse the consumption of electrical energy generated from alternative energy sources using hierarchical structure methods. In the study, topological analysis was carried out with the least spanning tree (LST) and hierarchical tree (HA) methods by using the data of 66 world countries' electrical energy consumption generated from alternative energy sources between 1990-2023. The reliability of the obtained networks was tested with the Bootstrap method. The findings show that developed countries are the leaders in the use of renewable energy, while developing countries are orientated towards this field with increasing investments. Moreover, there is a strong correlation between the energy consumption patterns of countries and their economic development levels. In this context, the role of renewable energy resources on economic growth and environmental sustainability is emphasised and it is concluded that energy policies should be managed effectively.

Keywords: Energy, Renewable Energy, Econophysics, Hierarchical Structure Methods, Global Economy

ULUSLARARASI HUKUKTA İNSANLIĞIN KÜLTÜREL MİRASI'NIN KORUNMASI VE GELİŞTİRİLMESİ: SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK PERSPEKTİFİNDE BİR İNCELEME

PROTECTION AND PROMOTION OF THE "CULTURAL HERITAGE OF MANKIND" IN INTERNATIONAL LAW: A REVIEW IN THE PERSPECTIVE OF SUSTAINABILITY

Elif KÖSESOYTAN

Özet

Kültürel miras, sürdürülebilir kalkınmanın sosyal, ekonomik ve çevresel boyutlarının gerçekleşmesini sağlayan temel bir bileşendir. Gerek kültürel mirasın özünü tanımlayan somut kültürel miras, gerekse de manevi yönüne karşılık gelen somut olmayan kültürel miras, barış ve güvenliği teşvik ederek sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunmaktadır. Kültürel mirasın bu işlevi, kültürel mirası insanlık için vazgeçilmez ve her zaman korunmaya ve geliştirmeye değer bir konuma yükseltmektedir. Bu koruma ve geliştirme tek bir devletin tekelinde değil; ulus-üstü niteliği haizdir. Nitekim uluslararası hukuk bağlamında da, kültürel mirasın korunmasına ve geliştirilmesine yönelik somut adımlar atılmıştır. Çalışmada, Birleşmiş Milletler başta olmak üzere uluslararası toplumun insanlığın kültürel mirasının korunması ve geliştirilmesi için belirlediği standartların sürdürülebilir bir bakış açısıyla analizi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda öncelikle, kültür, miras, sürdürülebilirlik ilkesi, kültürel miras, insan hakları temelli koruma gibi kavramlar izah edilmektedir. Kavramsal çerçevenin sunulmasından sonra ise kültürel mirasın korunmasına ve geliştirilmesine özgülenmiş uluslararası düzenlemeler ele alınmaktadır. Çalışma özellikle UNESCO bünyesinde oluşturulan ve hem barış hem de silahlı çatışmalar zamanında uygulanması gereken, insanlığın kültürel mirasının korunmasına yönelik mevcut uluslararası hukuk normlarına odaklanmaktadır. Böylece sürdürülebilir kalkınma yaklaşımına uygun olarak incelenen bu normların, halihazırdaki eksiklikleri ve yetersizlikleri ortaya çıkarılarak uygulanabilir çözümler değerlendirilmektedir. Son olarak çalışmada, kültürel miras ve sürdürülebilirlik için gelişen uluslararası hukuka atıfta bulunularak, insanlığın kültürel mirasının gelecek nesillere sağlam bir şekilde aktarılması amacıyla, bu mirasın insan hakları temelli korunması ve geliştirilmesi gerekliliği tartışılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Uluslararası Hukuk, Kültürel Miras, Sürdürülebilir Kalkınma, Birleşmiş Milletler, İnsan Hakları.

Arş. Gör. Yozgat Bozok Üniversitesi, 0000-0003-1868-305X, Yozgat

Abstract

Cultural heritage is a fundamental component in ensuring the realization of the social, economic, and environmental dimensions of sustainable development. Both tangible cultural heritage, which defines the substance of cultural heritage, and intangible cultural heritage, corresponding to its spiritual dimension, contribute to sustainable development by promoting peace and security. The role of cultural heritage in this regard enhances it to an indispensable position for mankind, one that is always worthy of protection and promotion. This protection and promotion is not the monopoly of a single state; it has a supra-national nature. In fact, within the context of international law, concrete steps have been taken for the protection and promotion of cultural heritage. This study aims to analyze the standards set by the international community, particulary the United Nations, for the protection and promotion of mankind's cultural Heritage from a Sustainable perspective. For this purpose, firstly, concepts such as culture, heritage, sustainability principle, cultural heritage, human rights-based protection are explained. Following the presentation of the conceptual framework, international regulations specific to the protection and promotion of cultural heritage are discussed. The study specifically focuses on the existing international legal norms for the protection of mankind's cultural heritage established under UNESCO, which should be applied in times of both peace and armed conflict. Thus, the current deficiencies and inadequacies of these norms, which are examined in accordance with the sustainable development approach, are revealed and applicable solutions are evaluated. Finally, the study discusses the necessity of protecting and promoting cultural heritage based on human rights in order to ensure that the Cultural heritage of mankind is hand down the next generations in a sound manner, with reference to the evolving international law for cultural heritage and sustainability.

Keywords: International Law, Cultural Heritage, Sustainable Development, United Nations, Human Rights.

KUTSAL METİNLERDE SÜRDÜRÜLEBİLİR YAŞAM PRENSİPLERİ: TEVRAT ÖRNEĞİ

Aliya MUTALLİMOVA

Özet

Sürdürülebilirlik, çevresel, ekonomik ve toplumsal boyutlarıyla giderek daha büyük bir öneme sahiptir ve bu kavram, insanlık ile doğa arasındaki etik sorumlulukları da kapsayan bir anlayışa sahiptir. Bu çalışma, Tevrat'taki sürdürülebilirlik ilkelerini incelemeyi amaçlamakta ve bu kadim öğretilerin modern çevresel ve etik sorunlara nasıl ışık tutabileceğini araştırmaktadır. Tevrat, insan-doğa ilişkisini düzenleyen ilkeler sunar ve bu ilkeler yalnızca dini bir perspektife değil, çevresel etik ve sürdürülebilirlik anlayışlarına da temel oluşturmaktadır. Tevrat'taki sürdürülebilirlik ilkelerinden bazıları, *Şemita Yasası (Levililer 25:1-7), Bal Tashchit (Tesniye 20:19-20), Yaratılış 2:15, Tesniye 22:6-7 ve Şabat'tır*. Şemita Yasası, toprağın dinlendirilmesi gerektiğini öngörürken, bu anlayış, toprakların verimliliğini koruma ve doğal kaynakları sürdürülebilir bir şekilde kullanma amacını taşır. Bal Tashchit, doğal kaynakların israfını engellemeye yönelik bir ilkedir ve modern dünyada gereksiz tüketimin önüne geçilmesi gerektiğini vurgular. Yaratılış 2:15, insanın doğayı sadece tüketmekle değil, aynı zamanda onu korumakla da yükümlü olduğunu hatırlatır. Tesniye 22:6-7, hayvan hakları ve ekolojik dengeyi savunur, bu da tüm ekosistemlerin korunması gerektiğine dair güçlü bir mesaj verir. Şabat ise doğanın dinlenmesi gerektiği anlayışını ifade eder ve çevresel döngülerin sürdürülebilirliğini sağlar. Bu öğretiler, günümüz dünyasında çevresel sorunlarla başa çıkabilmek için bir temel oluşturmaktadır. Tevrat'taki ilkeler, bireylerin ve toplumların çevreye duyarlı bir yaşam biçimi benimsemelerine yardımcı olmakta, doğal kaynakların korunmasına ve ekosistemlerin sürdürülebilirliğine katkı sağlamaktadır. Bu çalışma, bu kadim öğretilerin modern dünyada nasıl uygulanabileceğini ve çevresel sorumluluğun toplumsal bir çaba olarak nasıl şekillendiğini vurgulamaktadır. Sonuç olarak, Tevrat'taki sürdürülebilirlik anlayışı, bireysel ve toplumsal düzeyde çevreye duyarlı bir yaşam biçimi oluşturulmasına katkı sağlamaktadır.

Anahtar kelimeler: Sürdürülebilirlik, Tevrat, Şemita Yasası, doğal kaynaklar, çevresel sorumluluk.

Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, İlahiyat Fakültesi, Felsefe ve Din Bilimleri Bölümü, Dinler Tarihi Anabilim Dalı, aliya.sharafullina@yobu.edu.tr , ORCİD: 0000-0002-0853-9524

İSLAM TARİHİNDE SOSYAL ADALET VE SÜRDÜRÜLEBİLİR TOPLUM MODELLERİ

Dadaş MUTALLİM

Özet

İslam tarihi, sosyal adaletin ve sürdürülebilir bir toplum yapısının inşasında önemli bir rol oynamıştır. İslam, yalnızca bireysel inanç ve ibadetleri değil, aynı zamanda toplumların düzenini ve bireyler arasındaki ilişkileri de şekillendiren kapsamlı bir sistemdir. İslam'ın sosyal adalet anlayışı, Kur'an-ı Kerim ve Hz. Muhammed'in (sav) hadislerinde vurgulanan eşitlik, dayanışma ve adalet ilkeleriyle temellenmiştir. Zekât, sadaka ve infak gibi kavramlar, toplumsal dengeyi sağlamak ve gelir eşitsizliğini gidermek için kurumsal birer araç olarak işlev görmüş, bu uygulamalar toplumsal refahı artırmayı hedeflemiştir. İslam devletlerinde sosyal adaletin temelleri, özellikle Hz. Muhammed'in (sav) Medine'de kurduğu devletle somutlaşmış ve Medine Vesikası, farklı etnik ve dini toplulukların bir arada barış içinde yaşaması için bir zemin hazırlamıştır. Bu vesika, sadece siyasi bir belge olmayıp, toplumsal hak ve sorumlulukları belirleyen bir metin olarak da sosyal adaletin sağlanmasına yönelik bir düzen ortaya koymuştur. Hz. Ömer dönemi ise sosyal adaletin kurumsallaşmasında önemli bir dönüm noktasıdır. Beytülmal aracılığıyla devlet hazinesi yönetilerek, toplumsal kaynakların adil bir şekilde dağıtılması sağlanmış, sosyal eşitsizliklerin ortadan kaldırılması için adımlar atılmıştır. Osmanlı İmparatorluğu'nda sosyal adaletin kurumsallaşması daha da derinleşmiştir. Osmanlı, vakıf sistemini kurarak, toplumsal dayanışma ve adaleti kalıcı bir şekilde sağlamış ve toplumun çeşitli ihtiyaçlarını karşılamak için önemli bir yapı oluşturmuştur. Ahilik teşkilatı da, işçi hakları ve dayanışma açısından önemli bir rol oynamış, işçilerin haklarını koruyarak ekonomik dengenin sürdürülebilir olmasına katkıda bulunmuştur. Günümüzde ise çağdaş İslami ekonomi modelleri, adil gelir dağılımı, sürdürülebilir kalkınma ve toplumsal refahı artırma amacını gütmektedir. İslami ekonomi, faizsiz bankacılık, zekât ve infak gibi uygulamalarla toplumsal eşitsizlikleri ortadan kaldırmayı, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliği gözeterek, kaynakların israfını engellemeyi hedeflemektedir. Bu öğretiler, günümüzde hala toplumsal barış ve refahın sağlanmasına yönelik rehberlik yapmakta ve sürdürülebilir kalkınma için önemli bir model sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Sosyal adalet, İslam tarihi, İslami ekonomi, vakıf sistemi, sürdürülebilir toplum.

Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, İlahiyat Fakültesi, İslam Tarihi ve Sanatları Bölümü, İslam Tarihi Anabilim Dalı, dadas.mutallim@yobu.edu.tr , ORCİD: 0009-0002-0242-1362

ÜNİVERSİTELERDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK: YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ ÜZERİNDEN ÇOK BOYUTLU BİR İNCELEME

SUSTAINABILITY IN UNIVERSITIES: A MULTIDIMENSIONAL ANALYSIS ON THE EXAMPLE OF YOZGAT BOZOK UNIVERSITY

Prof. Dr. Tansel HACIHASANOĞLU[1]
Doç. Dr. Gökçen AYDIN AKBUĞA[2]
Dr. Öğr. Üyesi Hamza ÖZ[3]

Özet

Üniversitelerin sürdürülebilirlik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu araştırma, nicel araştırma yöntemlerinden ilişkisel modele göre tasarlanmıştır. Araştırmanın örneklemini Türkiye'nin Orta Anadolu bölgesinde yer alan bir üniversitede görev yapan ve evren içerisinden basit tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılarak belirlenen akademik ve idari personeller (370) oluşturmaktadır. Araştırmada veriler, "Sürdürülebilir Okul Özellikleri Ölçeği (SOÖÖ)" aracılığıyla toplanmıştır. Veriler ikili ve çoklu karşılaştırma teknikleri (bağımsız örneklemler t-testi ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA)) yardımıyla analiz edilmiştir. Katılımcıların algıladıkları sürdürülebilir okul özellikleri cinsiyet, medeni durum, mesleki kıdem, yaş, görev türü ve görev yapılan birim değişkenlerine göre belirlenerek değişkenler arası ilişkiler ortaya konulmaya çalışılmıştır. Üniversitenin sürdürülebilirlik özelliklerinin "katılıyorum" düzeyinde nispeten yüksek bulunması araştırmanın en önemli bulgusu olarak değerlendirilmektedir. Bulgular araştırmanın sınırlılıkları bağlamında tartışılarak çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimler: Sürdürülebilirlik, Üniversite, Sürdürülebilir Üniversite, Yükseköğretim

[1]Yozgat Bozok Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Bankacılık ve Finans Bölümü, tansel@bozok.edu.tr ORCİD: 0000-0003-4229-0192
[2]Yozgat Bozok Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü
gokcen.aydin@bozok.edu.tr ORCİD: 0000-0003-3839-7317
[3]Yozgat Bozok Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Çocuk Gelişimi Bölümü
hamza.oz@bozok.edu.tr ORCİD: 0000-0002-5214-428X

Abstract

This research, which was conducted to determine the sustainability features of universities, was designed according to the relational model, one of the quantitative research methods. The sample comprises 370 academic and administrative staff from a university in Central Anatolia, Türkiye and selected from the universe using the simple random sampling method. Data in the research were collected through the "Sustainable School Characteristics Scale (SPS)". Data were analyzed with the help of pairwise and multiple comparison techniques (independent samples t-test and one-way analysis of variance (ANOVA)). The sustainable school characteristics perceived by the participants were determined according to the variables of gender, marital status, professional seniority, age, type of duty and unit of duty and the relationships between the variables were tried to be revealed. The fact that the sustainability features of the university were found to be relatively high at the "I agree" level is evaluated as the most important finding of the research. The findings were discussed in the context of the limitations of the research and various suggestions were made.

Keywords: Sustainability, University, Sustainable University, Higher Education

YETİŞKİNLERDE GIDA OKURYAZARLIĞI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR BESLENME DAVRANIŞLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

ASSESSMENT OF THE RELATIONSHIP BETWEEN FOOD LITERACY AND SUSTAINABLE DIETARY BEHAVIORS IN ADULTS

Zeynep Şeyda TUT BİLİM[1]
Neslihan ÖNER[2]

Özet

Gıda okuryazarlığı, bireylerin bilinçli beslenme tercihleri yapmasını sağlayarak sürdürülebilir beslenme davranışlarını şekillendiren önemli bir faktördür. Yerel ve mevsimsel besin tercihleri, porsiyon kontrolü, gıda israfının önlenmesi ve gıda ambalaj malzemeleri gibi unsurlar hem gıda okuryazarlığı hem de sürdürülebilir beslenme açısından kritik rol oynamaktadır. Bu çalışma, yetişkin bireylerde gıda okuryazarlığı ile sürdürülebilir beslenme davranışları arasındaki ilişkinin değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Araştırma, 18-65 yaş aralığında 534 gönüllü katılımcı ile çevrimiçi anket yöntemi kullanılarak yürütülmüştür. Veriler Temmuz 2024-Mart 2025 tarihleri arasında toplanmıştır. Katılımcıların sürdürülebilir beslenme davranışlarını değerlendirmek amacıyla "Sürdürülebilir ve Sağlıklı Beslenme Davranışları Ölçeği", gıda okuryazarlığı düzeylerini belirlemek için ise "Gıda Okuryazarlığı Kısa Formu" kullanılmıştır. Veriler istatistiksel analizlerle SPSS 24.0 programı ile değerlendirilmiş ve değişkenler arasındaki ilişkiler regresyon analizi ile incelenmiştir. Beden kütle indeksi (BKİ) için katılımcıların vücut ağırlığı ve boy uzunluğu sorgulanmıştır. Gıda Okuryazarlığı Ölçeği toplam puanı kadınlarda 47,0±9,00, erkeklerde 48,4±8,75 olup, cinsiyetler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Sürdürülebilir ve Sağlıklı Beslenme Davranışları Ölçeği toplam puanı erkeklerde 130,3±34,2, kadınlarda 125,1±39,9 olup, bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Katılımcıların gıda okuryazarlığı puanı ile sürdürülebilir beslenme davranışları arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu saptanmıştır ($p<0,001$). Yaş ve BKİ gıda okuryazarlığı üzerinde anlamlı bir etkisi bulunmazken, yaşın sürdürülebilir beslenme davranışları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu belirlenmiştir ($p=0,005$). Çalışma bulguları, gıda okuryazarlığı ile sürdürülebilir beslenme davranışları arasında güçlü bir pozitif ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. BKİ'nin bu değişkenler üzerinde anlamlı bir etkisi tespit edilmemiş, ancak yaşın sürdürülebilir beslenme davranışlarını etkileyebileceği görülmüştür. Bu doğrultuda, bireylerde sürdürülebilir beslenme alışkanlıklarını geliştirmek amacıyla gıda okuryazarlığını artırmaya yönelik eğitim programlarının yaygınlaştırılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir beslenme, Gıda okuryazarlığı, Sağlıklı beslenme

[1]Öğr. Gör., Yozgat Bozok Üniversitesi, Sağlık Bakım Hizmetleri Bölümü, z.seyda.bilim@bozok.edu.tr, ORCID No: 0000-0002-6767-673X, Yozgat
[2]Dr. Öğr. Üyesi, Erciyes Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, neslihancelik@erciyes.edu.tr, ORCID No: 0000-0001-6773-4963, Kayseri

Abstract

Food literacy is a crucial factor in achieving sustainable dietary behaviors, as it enables individuals to make informed nutritional choices. Elements such as local and seasonal food preferences, portion control, food waste prevention, and the use of sustainable food packaging materials play a critical role in both food literacy and sustainable nutrition. This study aims to assess the relationship between food literacy and sustainable dietary behaviors among adults. The research was conducted using an online survey method with 534 voluntary participants aged between 18 and 65 years. Data were collected between July 2024 and March 2025. The "Sustainable and Healthy Dietary Behaviors Scale" was utilized to evaluate participants' sustainable dietary behaviors, while the "Short-Form Food Literacy Questionnaire" was employed to determine food literacy levels. Statistical analyses were performed using SPSS 24.0, and the relationships between variables were examined through regression analysis. Participants' body weight and height were recorded to calculate their body mass index (BMI). The total score for the Food Literacy Scale was 47.0±9.00 in females and 48.4±8.75 in males, with no statistically significant difference between genders. The total score for the Sustainable and Healthy Dietary Behaviors Scale was 130.3±34.2 in males and 125.1±39.9 in females, and this difference was not statistically significant. A positive and significant correlation was found between food literacy scores and sustainable dietary behaviors ($p<0.001$). While age and BMI did not have a significant effect on food literacy, age was found to have a statistically significant impact on sustainable dietary behaviors ($p=0.005$). The findings of this study indicate a strong positive relationship between food literacy and sustainable dietary behaviors. While BMI did not have a significant effect on these variables, age was found to influence sustainable dietary behaviors. In this context, it is recommended to expand educational programs aimed at enhancing food literacy to promote sustainable dietary habits among individuals.

Keywords: Sustainable nutrition, Food literacy, Healthy nutrition

İNSAN HAKLARI İÇİN SÜRDÜRÜLEBİLİR AFET POLİTİKALARI: IDRL KLAVUZ ÖRNEĞİ

SUSTAINABLE DISASTER POLICIES FOR HUMAN RIGHTS: IDRL GUIDELINE SAMPLE

Kadriye Gül MUHTAR[1]

Özet

Afetler, fiziksel yıkımlara neden olan insan haklarını doğrudan etkileyen olaylardır. Afet sırasında ve sonrasında, başta yaşam hakkı olmak üzere, barınma, sağlık, suya erişim ve güvenlik gibi insan hakları tehdit altına girmektedir. Devletlerin afet öncesi, sırası ve sonrasında insan haklarını koruma yükümlülüğü bulunmaktadır. Bu nedenle, afet hukuku, yalnızca afet yönetim süreçlerini değil, aynı zamanda insan haklarının korunmasını da içeren kapsamlı bir çerçeveye sahip olmalıdır.

Uluslararası hukuk, devletlerin afet durumlarında bu hakları koruma yükümlülüğünü vurgulamaktadır. Sendai Afet Riskini Azaltma Çerçevesi (2015) ve Hyogo Çerçeve Eylem Planı (2005) gibi uluslararası belgeler, afet yönetiminin insan hakları perspektifiyle ele alınması gerektiğine işaret etmektedir. Afet risklerini azaltmaya insan hakları temelli bir tutum sergilendiğinde zarar potansiyelinde azalma ve toplumsal dayanıklılıkta artma yaşandığı kayda geçmiştir.

Afetlerin yıkıcı etkilerinin en aza indirilebilmesi için devletlerin sürdürülebilir ve insan hakları odaklı afet hukuku politikaları geliştirmesi gerekmektedir. Afetlerin yarattığı insani krizlere karşı etkili ve sürdürülebilir çözümler üretebilmek için afet hukuku politikalarının insan hakları merkezli bir yaklaşımla ele alınması zorunludur. Bu konuda bir örnek teşkil eden Uluslararası Afet Müdahale Kanunları, Kuralları ve Prensipleri (IDRL) Kılavuz İlkeleri, uluslararası hukukun afet yönetimi üzerindeki rolünü güçlendirmeyi amaçlayan önemli bir belgedir. IDRL Kılavuz İlkeleri, bu noktada devletlere önemli bir yol haritası sunmaktadır ve uluslararası hukukun afet yönetimi süreçlerindeki rolünü pekiştiren bu ilkelerin etkin bir şekilde uygulanması, afetlere karşı hazırlıklı olunması ve afet sonrası süreçlerde hak temelli bir yaklaşımın benimsenmesini sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Afet hukuku, Sürdürülebilir İnsan Hakları Afet Politikaları, IDRL Klavuz İlkeleri.

[1] Araştırma Görevlisi, Yozgat Bozok Üniversitesi Hukuk Fakültesi, kadriyegulmuhtar@gmail.com, ORCID No: 0000-0002-7486-6769

Abstract

Disasters are events that cause physical destruction and directly affect human rights. During and after a disaster, human rights such as the right to life, shelter, health, access to water and security are threatened. States have an obligation to protect human rights before, during and after a disaster. Therefore, disaster law should have a comprehensive framework that includes not only disaster management processes but also the protection of human rights.

International law emphasizes the obligation of states to protect these rights in disaster situations. International documents such as the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction (2015) and the Hyogo Framework for Action (2005) indicate that disaster management should be addressed from a human rights perspective. It has been recorded that when a human rights-based approach is adopted to reduce disaster risks, there is a decrease in the potential for damage and an increase in social resilience.

In order to minimize the devastating effects of disasters, states need to develop sustainable and human rights-focused disaster law policies. In order to produce effective and sustainable solutions to humanitarian crises caused by disasters, it is imperative that disaster law policies be addressed with a human rights-centered approach. The International Disaster Response Laws, Rules and Principles (IDRL) Guidelines, which are an example in this regard, are an important document that aims to strengthen the role of international law in disaster management. The IDRL Guidelines provide an important roadmap to states at this point, and the effective implementation of these principles, which reinforce the role of international law in disaster management processes, will ensure disaster preparedness and the adoption of a rights-based approach in post-disaster processes.

Keywords: Disaster law, Sustainable Human Rights Disaster Policies, IDRL Guiding Principles.

ASKERİ İSTİHBARATTA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK: ÇEVRESEL TEHDİTLER, TEKNOLOJİK DÖNÜŞÜM VE HİBRİT SAVAŞ STRATEJİLERİ

MİLİTARY INTELLİGENCE AND SUSTAİNABİLİTY: ENVİRONMENTAL THREATS, TECHNOLOGİCAL TRANSFORMATİON, AND HYBRİD WARFARE STRATEGİES

Ogün Burhan AYDIN

Özet

21. yüzyılda klasik güvenlik algısı çevresel krizler, enerji güvenliği ve sürdürülebilirlik gibi çok boyutlu dinamikleri de içerisinde barındıracak şekilde genişlemiş ve yalnızca askeri tehditlerle sınırlı kalmamıştır. Söz konusu güvenlik genişlemesi; iklim değişikliği, doğal kaynakların tükenmesi, enerji kıtlığı gibi çevresel faktörlerle birlikte sadece birer çevre sorunu olmaktan çıkmış aynı zamanda ulusal ve uluslararası güvenliği de tehdit eden stratejik unsurlar olarak değerlendirilmiş ve istihbarat örgütlerinin analiz kapsamına dahil edilmiştir. Bu dönüşüm askeri kurumların sürdürülebilirlik kavramına duyarlılığın ötesinde operasyonel etkinlik, lojistik verimlilik ve teknolojik yenilikler ekseninde odaklanmasını da zorunlu kılmıştır. Geniş bir perspektiften bakıldığında özellikle askeri istihbarat alanında çevresel tehditlerin doğru analiz edilmesi, hibrit savaş stratejilerinin anlaşılması ve bu tehditlerin çevre dostu teknolojilerle nasıl yönetileceğinin belirlenmesi sürdürülebilir güvenlik politikalarının inşasında da kilit rol oynamaktadır. Bu çalışmanın amacı sürdürülebilirlik ilkelerinin askeri istihbarat süreçlerine nasıl entegre edildiğini, çevresel güvenlik algısının askeri stratejilere etkisini ve çevre dostu teknolojilerin istihbarat operasyonlarındaki rolünü kapsamlı bir şekilde değerlendirmektedir. Ayrıca, hibrit savaş stratejilerinde çevresel manipülasyonların nasıl kullanıldığını ve bu yeni tehditlere karşı geliştirilen istihbarat temelli çözümleri analiz etmek de bu çalışmanın temel hedefleri arasındadır. Çalışma teorik olarak Kopenhag Okulu'nun güvenlikleştirme kuramı, hibrit savaş teorisi ve askeri istihbaratın yapay zeka ve büyük veriyle dönüşümünü esas alarak yapılandırılmıştır. Yorumlayıcı yaklaşım çerçevesinde örnek olay analizleriyle desteklenecek bu kuramsal çerçeve, askeri alanda sürdürülebilirlik odaklı stratejilerin gelişimini ortaya koymayı hedeflemektedir. Örnek olaylar kapsamında, NATO'nun çevresel güvenlik politikaları, güneş enerjili İHA'lar, hibrit savaşta çevresel manipülasyon örnekleri, BM Barış Gücü operasyonlarında sürdürülebilirlik ve Türkiye'nin sınır güvenliğinde sürdürülebilir teknolojiler başlıkları ele alınacaktır. Sürdürülebilirliğin askeri istihbaratta vazgeçilmez bir bileşen olmasından mütevellit çevresel tehditlerin hibrit savaş bağlamında stratejik olarak kullanılması, istihbarat süreçlerinde yeni analiz tekniklerini zorunlu kılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Askeri İstihbarat, Sürdürülebilirlik, Çevresel Tehditler, Teknolojik Dönüşüm, Hibrit Savaş Stratejileri

Ogün Burhan Aydın, Öğr. Gör., Yozgat Bozok Üniversitesi, ogun.aydin@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8064-1136

Abstract

In the 21st century, the classical perception of security has expanded to include multidimensional dynamics such as environmental crises, energy security, and sustainability, and is no longer confined to military threats alone. This expansion of the security agenda has led to the recognition of environmental factors—such as climate change, resource depletion, and energy shortages—not merely as ecological issues but as strategic threats that jeopardize both national and international security, thus falling within the analytical scope of intelligence organizations. This shift has necessitated a military focus on sustainability not only as a matter of environmental sensitivity but also in terms of operational efficiency, logistical effectiveness, and technological innovation. From a broader perspective, the accurate analysis of environmental threats, the understanding of hybrid warfare strategies, and the identification of how these threats can be addressed through eco-friendly technologies play a crucial role in the development of sustainable security policies—particularly within the domain of military intelligence. The aim of this study is to comprehensively evaluate how sustainability principles are integrated into military intelligence processes, the impact of environmental security perceptions on military strategies, and the role of environmentally conscious technologies in intelligence operations. Additionally, the study seeks to analyze how environmental manipulation is used in hybrid warfare strategies and to assess intelligence-based responses to these emerging threats. The research is theoretically grounded in the securitization theory of the Copenhagen School, hybrid warfare theory, and the transformation of military intelligence through artificial intelligence and big data. Supported by a qualitative and interpretive approach, the theoretical framework will be enriched through case study analyses. These will include NATO's environmental security policies, solar-powered UAV's, examples of environmental manipulation in hybrid conflicts, sustainability in UN peacekeeping operations, and the use of sustainable technologies in Turkey's border security. Given the indispensable role of sustainability in military intelligence, the strategic use of environmental threats in the context of hybrid warfare necessitates the adoption of new analytical techniques in intelligence processes.

Keywords: Military Intelligence, Sustainability, Environmental Threats, Technological Transformation, Hybrid Warfare Strategies

YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ ÖĞRENCİLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR BESLENMEYE YÖNELİK DAVRANIŞLARINI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR GIDA OKURYAZARLIĞININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Meryem Gözde KOÇAK[1]
Vugar Ali TÜRKSOY[2]

Özet

Sağlığın korunması ve geliştirilmesi, yaşam kalitesinin artırılması için bireylerin yeterli ve dengeli beslenmesi büyük önem taşımaktadır. Beslenme yalnızca bireysel sağlık üzerinde değil, aynı zamanda çevre ve doğal kaynaklar üzerinde de önemli etkilere sahiptir. Tüketilen gıdaların türü, miktarı ve üretim biçimi çevresel sürdürülebilirlik açısından kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda, çevre dostu beslenme alışkanlıklarının yaygınlaştırılması halk sağlığının korunmasına katkı sağlamaktadır. Sürdürülebilir beslenme; hem insan sağlığını hem de çevreyi gözeten, biyoçeşitliliğe zarar vermeyen, kültürel olarak kabul gören, ekonomik ve sosyal açıdan erişilebilir bir yaklaşımı ifade eder. Bu yaklaşım, bireylerin yaşam boyu fiziksel, zihinsel ve sosyal iyilik halini desteklerken, malnütrisyonun önlenmesine ve diyetle ilişkili hastalıkların azaltılmasına yardımcı olur. Aynı zamanda iklim değişikliğiyle mücadeleye ve doğal kaynakların korunmasına hizmet eder.

Bu kapsamda, Yozgat Bozok Üniversitesi'nde 18-30 yaş arasındaki 277 öğrenciye yüz yüze ve çevrim içi yollarla üç bölümden oluşan bir anket uygulanmıştır. Anketin ilk bölümünde demografik ve beslenme alışkanlıklarına dair veriler toplanmış, ikinci bölümde Sürdürülebilir Beslenmeye Yönelik Davranış Ölçeği, üçüncü bölümde ise Sürdürülebilir Gıda Okuryazarlığı Ölçeği kullanılmıştır. Ölçeklerin maksimum puanları sırasıyla 145 ve 182 olup, elde edilen bulgular çerçevesinde öğrencilerin gerek sürdürülebilir beslenmeye yönelik davranışların gerekse sürdürülebilir gıda okuryazarlığı ilişkin her iki alanda da orta düzeyde bilgi ve farkındalığa sahip olduğunu göstermiştir.

Küresel ısınma ve iklim krizlerinin giderek derinleştiği günümüzde, sürdürülebilir beslenme konusundaki bilgi eksiklikleri dikkat çekicidir. Bu çalışma, üniversite öğrencilerinin bu alandaki farkındalık düzeylerini ortaya koyarak, ileride yapılacak araştırmalara temel oluşturmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: sürdürülebilir gıda, sürdürülebilir beslenme, biyoçeşitlilik, obezite, malnütrisyon

[1]Uzm. Dyt., Yozgat Bozok Üniversitesi, m.gozdebulat@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4599-7831
[2]Doç Dr., Yozgat Bozok Üniversitesi, v.aliturksoy@yobu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3545-3945

KIR-KENT KARŞITLIĞINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR KENTLİLEŞMENİN YERİ

Seçil Gül MEYDAN YILDIZ[1]
Bediha Eda KARACA[2]
Hüsne TEMUR[3]

Özet

Kentleşme akımı sonucunda toplumsal değişmenin insanların; davranışlarında, ilişkilerinde ve değer yargılarında, tinsel ve özdeksel yaşam biçimlerinde değişiklik yaratması süreci kentlileşme olarak tanımlanmaktadır. Kentlileşme sürecince bireyden i) kente özgü tavır ve davranışların egemen olması, ii) ekonomik açıdan geçimini kente özgü işlerden sağlaması beklenmektedir.

Ekoloji biliminin ve çevreci ideolojinin gelişimiyle temelleri atılan sürdürülebilirlik kavramı 1987 yılında Brundtland Raporu'yla resmiyet kazanmış ve hemen hemen hayatın her alanında kullanılmaya başlanmıştır. Her disiplin dalı sürdürülebilirlik kavramını kendi çalışma alanına özgün içeriklerle çeşitlendirerek farklı tanımlasa da eylemsel açıdan kapsamı ve içeriği, mevcut sorunları ya da hataları sürdürmek değil; tam tersine olunan durumdan daha iyi seviyeye getirmek, geliştirmek, ilerletmektir. Dolayısıyla kır kent çelişkisi içerisinde kalkınmaya çalışan ülkelerde sürdürülebilirlik kavramı kentleşme ve kentlileşme süreçlerini de etkilemektedir.

Sürdürülebilir kentlileşme; bireylerin genel anlamda dünya görüşleri, eğitime, kültür ve sanata verdikleri değerler, cinsiyet ayrımcılığının kırılması, kentte yaşamanın zorunlu kıldığı kurallara uygun davranma, ailenin sahip olduğu çocuk sayısında azalma, giyinme, kuşanma ve yemek yeme alışkanlıklarında biçimsel değişmeler, genel olarak çağdaşlaşma olarak adlandırılan tavır, yaklaşım ve davranış değişiklikleridir. Ne var ki kentlilik-köylülük, değişimden yana olma ya da olmama gibi kavramlar arasında koşutluk aranması yanıltıcı sonuçlarla karşılaşma tehlikesi yaratır. Bu durum fiziksel çevreden çok çalışmakta olup olmamaları, ekonomiye olan katkıları ile ilişkilidir. Bu çalışmada kentli olmanın gerektirdikleri detaylı olarak incelenerek kır-kent dengesinin önemi ve gerekliliği tartışılacaktır. Nihayetinde sürdürülebilirlik ve kentlileşme kavramları doğrultusundaki ilişki ele alınarak irdelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Kır ve Kent Kavramları, Kentlileşme, Sürdürülebilirlik.

[1]Doç. Dr., Yozgat Bozok Üniversitesi, secil.meydan@yobu.edu.tr, ORCİD: 0000-0001-9869-4159
[2]Yozgat Bozok Üniversitesi, bediha.karaca@bozok.edu.tr, ORCİD: 0009-0002-9682-9499
[3]Antalya Büyükşehir Belediyesi, husnetemur2@gmail.com, ORCİD: 0000-0002-1735-7132

SÜRDÜRÜLEBİLİR KENT PLANLAMASININ UYGULAMA YÖNTEM VE TEKNİKLERİ

Seçil Gül MEYDAN YILDIZ[1]
Bediha Eda KARACA[2]
Hüsne TEMUR[3]

Özet

Türk Dil Kurumu Türkçe Sözlüğü'nde doğrudan sürdürülebilirlik kavramı tanımlanmasa da sürdürmek kelimesi, "devam ettirmek; bir durumun, bir şeyin sürmesini, olmasını sağlamak" şeklinde açıklanmaktadır. Bunu yaparken doğal, kültürel, tarihsel, arkeolojik değerleri ve mirası korumayı ve gelecek kuşaklara bunları en iyi şekilde aktarmayı amaçlamak hedeflenmektedir. Kelime anlamının sunduğu "herhangi bir şeyin devamlılığı ve sürekliliği" olarak tanımlanan sürdürülebilirlik kavramı nitelik açısından kuşak içi ve kuşaklar arası eşitliği ifade etmektedir. Yaşamsal ihtiyaçların karşılanmasında, doğal kaynakların ekosistemin tahammül edebileceği sınırın çok üstünde kullanılması, doğanın kendini yenilemesi için gerekli olan sürenin tanınmaması ve bilinçsiz tüketim alışkanlıkları sürdürülebilirliğin temel çıkış noktalarındandır. Sürdürülebilirlikle yaşamsal ihtiyaçlardan olan besin, su, giyim, barınma, çalışma, enerji ve temizlik gibi unsurların sosyal eşitlik ilkesiyle sunulması ve güvenli olması hedeflenmektedir.

Sürdürülebilir kent planlaması süreci, klasik planlama yaklaşımından çok farklı olmaksızın, süreçte uyulması esas olan katılım, demokrasi, çevre ve kentli bilinci gibi ilkelerle planın uygulanabilirliği ve etkinliği artmaktadır. Sürdürülebilir planlamada halkın biyoeğitim ve biyoteknolojik bilinç kazanmış olması gereklidir. Böylelikle planlama faaliyetinin işlevlik kazanabilmesi için diğer disiplinlerin de doğa odaklı gelişimi ve politika üretmesi kaçınılmazdır. Yaşadığı kente ve doğaya karşı birey olarak söz sahibi olduğunun bilincinde olan kentli, plan kararlarını ve planlama sürecini takip edebilecek, planlama ilkelerinin çevre dostu süreçlerle bütünleştirilmesini ve haksız kazanç sağlayan arsa spekülasyonun önlenmesini sağlayabilecektir. Bu çalışmada sürdürülebilir kent kavramı açıklanarak planlama disipliniyle ilişkisi açıklanarak uygulama sürecinde izlenilmesi gereken yöntem ve tekniklerin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Planlama, Sürdürülebilirlik, Sürdürülebilir Kent

[1]Doç. Dr., Yozgat Bozok Üniversitesi, secil.meydan@yobu.edu.tr, ORCİD: 0000-0001-9869-4159
[2]Yozgat Bozok Üniversitesi, bediha.karaca@bozok.edu.tr, ORCİD: 0009-0002-9682-9499
[3]Antalya Büyükşehir Belediyesi, husnetemur2@gmail.com, ORCİD: 0000-0002-1735-7132

YAPAY ZEKAYA YÖNELİK HEMŞİRELİK ALANINDA YAPILMIŞ LİSANSÜSTÜ TEZLERİN İNCELENMESİ

REVIEW OF GRADUATE THESES MADE IN THE FIELD OF NURSING ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Nida KIYICI[1]
Gülşah KAYA[2]

Özet

Amaç: Bu araştırma, Türkiye'de yapay zekaya yönelik hemşirelik alanında yapılan lisansüstü tezlerinin retrospektif olarak incelenmesini amaçlamaktadır.

Yöntem: Çalışmanın evrenini Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'ne kayıtlı hemşirelik alanında yapay zeka çalışmalarını araştıran bütün tezler oluşturdu. Tezlerin taranması 3-6 Nisan 2025 tarihleri arasında gerçekleştirildi. İlk olarak "yapay zeka" kelimesi kullanılarak tarama yapıldı ve 4462 tez çalışmasına ulaşıldı. Ardından detaylı arama kısmından konu kısmı "hemşirelik" olarak seçildi. Araştırmamızda hemşirelik alanında yapay zekanın araştırıldığı bütün çalışmalar manuel olarak incelenmiş olup dahil edilme ve dışlanma kriterlerine göre değerlendirilmiş ve retrospektif tanımlayıcı literatür araştırmasında 5 yüksek lisans tezi ve 5 doktora tezi olmak üzere toplam 10 tez çalışması araştırmaya dahil edilmiştir. Verilerin analizinde bu tezlerin amaçlarına, araştırma tiplerine, örneklem sayılarına ve araştırma sonuçlarına yer verildi.

Bulgular: Taranan 10 tezin %50.0'sinin tez yılı 2023, %50.0'sinin araştırma türü tanımlayıcı, %60.0'ının tez danışmanı unvanı profesör olarak saptanmıştır. Konuyla ilgili ilk çalışma 2022 yılında yayınlanan doktora tez çalışmasıdır. Tez çalışmalarında yapay zeka uygulamalarına yönelik görüşler, yapay zekâ destekli mobil sistemler ve yapay zekaya yönelik tutumlar değerlendirilmiştir. Ayrıca yapay zekaya yönelik yapılan çalışmaların çoğu hemşirelik öğrencileri üzerinde yapılmıştır.

Sonuç: Bu araştırma ile yapay zeka teknolojilerinin hemşirelik alanında giderek artan bir öneme sahip olduğunu belirlendi. Literatürde bu konuda yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle yapay zekanın hemşirelikteki rolünü daha iyi anlamak ve etkinliğini artırmak için disiplinler arası iş birlikleri ve kapsamlı deneysel çalışmaların yapılması önerilebilir.

Anahtar kelimeler: hemşirelik, lisansüstü, retrospektif, tez, yapay zeka.

[1]Nida KIYICI (SY), Dr. Öğretim Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, nida.kiyici@yobu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8552-7554
[2]Gülşah KAYA, Dr. Öğretim Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, gulsah.kaya@yobu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9783-8787

Abstract

Aim: This research aims to retrospectively examine postgraduate theses in the field of nursing on artificial intelligence in Türkiye.

Method: The universe of the study consisted of all theses investigating artificial intelligence studies in the field of nursing registered with the National Thesis Center of the Council of Higher Education. The scanning of theses was carried out between April 3-6, 2025. First, the search was performed using the word "artificial intelligence" and 4462 theses were reached. Then, the subject section was selected as "nursing" from the detailed search section. In our research, all studies investigating artificial intelligence in the field of nursing were manually examined and evaluated according to the inclusion and exclusion criteria, and a total of 10 theses, 5 master's theses and 5 doctoral theses, were included in the retrospective descriptive literature review. The purposes of these theses, research types, sample numbers and research results were included in the analysis of the data.

Result: Of the 10 theses scanned, 50.0% had a thesis year of 2023, 50.0% had a research type of descriptive, and 60.0% had a thesis advisor title of professor. The first study on the subject was a doctoral thesis published in 2022. In the theses, views on artificial intelligence applications, artificial intelligence-supported mobile systems, and attitudes towards artificial intelligence were evaluated. In addition, most of the studies on artificial intelligence were conducted on nursing students.

Conclusion: This research has determined that artificial intelligence technologies are increasingly important in the field of nursing. There are not enough studies on this subject in the literature. Therefore, interdisciplinary collaborations and comprehensive experimental studies can be recommended to better understand the role of artificial intelligence in nursing and to increase its effectiveness.

Keywords: nursing, thesis, postgraduate, retrospective, artificial intelligence.

DİJİTAL HASTANE UYGULAMALARI KONUSUNDA HEMŞİRELİK ALANINDA YAPILMIŞ LİSANSÜSTÜ TEZLERİN İNCELENMESİ

REVIEW OF GRADUATE THESES MADE IN THE FIELD OF NURSING ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Gülşah KAYA[1]
Nida KIYICI[2]

Özet

Amaç: Bu araştırma, Türkiye'de dijital hastane konusunda hemşirelik alanında yapılan lisansüstü tezlerinin retrospektif olarak incelenmesini amaçlamaktadır.

Yöntem: Çalışmanın evrenini Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'ne kayıtlı hemşirelik alanında dijital hastane konusunu araştıran tezler oluşturdu. Tezlerin taranması 1-3 Nisan 2025 tarihleri arasında gerçekleştirildi. İlk olarak "dijital hastane" kelimesi kullanılarak tarama yapıldı ve 36 tez çalışmasına ulaşıldı. Ardından detaylı arama kısmından konu kısmı "hemşirelik" olarak seçildi. Araştırma kapsamında hemşirelik alanında dijital hastane konusunun araştırıldığı tüm çalışmalar manuel olarak, dahil edilme ve dışlanma kriterlerine göre değerlendirilmiş olup retrospektif tanımlayıcı literatür araştırmasında 8 yüksek lisans tezi araştırmaya dahil edilmiştir. Verilerin analizinde bu tezlerin amaçlarına, araştırma tiplerine, örneklem sayılarına ve araştırma sonuçlarına yer verildi.

Bulgular: Taranan 8 tezin %87.5'i (n=7) tanımlayıcı, %12.5'i (n=1) nitel görüşme yöntemi ile yapılmıştır. Hemşirelik alanında konuyla ilgili ilk çalışma 2019 yılında yayınlanan yüksek lisans tez çalışmasıdır. Tez çalışmalarında hemşirelerin, dijital hastane uygulamalarına yönelik görüşleri, hemşirelik bilişiminde yetkinlik, dijital hastane sistemlerine geçişin hemşire iş yükü ve hemşirelik bakımı üzerine etkisi, dijital sistem kullanımının teknostres, iş doyumu, zihinsel iş yükü ve tıbbi hata eğilimi ile ilişkisi araştırılmıştır. Ayrıca dijital hastane konusunda yürütülen çalışmaların 7 'si hemşireler, 1'i ise hemşire ve doktorlar ile gerçekleştirilmiştir.

Sonuç: Bu araştırmada hemşirelik alanında dijital teknolojilere paralel olarak dijital hastane uygulamaları ve dijital teknoloji kullanımının artmakta olduğu belirlendi. Tüm dünyada hızla gelişen dijital hastanelerin hemşirelere yeni fırsatlar sağlarken dijitalleşmeyle birlikte hemşirelerin yetkinlik alanlarının genişleyeceği, klinik karar destek sistemlerinin işlevselliğinin artacağı ve en önemlisi dijital hastanelerin hasta bakımı ve hasta memnuniyeti üzerinde önemli etkileri olacağı düşünülmektedir. Literatürde bu konuda yeterli çalışma bulunmamaktadır. Ulaşılan tezlerin çoğunluğunu tanımlayıcı tipteki yüksek lisans çalışmaları oluşturmaktadır. Bu nedenle dijital hastane uygulamalarının hemşirelik mesleği üzerine etkisini daha iyi anlamak için doktora çalışmalarının ve projelerin planlanması daha kapsamlı deneysel çalışmaların yapılması ve sağlık disiplinleri işbirliği ile dijital teknolojilerin hastanelere entegre edilmesi önerilebilir.

Anahtar kelimeler: hemşirelik, bilişim, dijital, dijital hastane, tez

[1]Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, gulsah.kaya@yobu.edu.tr , ORCID: 0000-0002-9783-8787
[2]Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, nida.kiyici@yobu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8552-7554

Abstract

Aim: This research aims to retrospectively examine postgraduate theses in the field of nursing on artificial intelligence in Türkiye.

Method: The universe of the study consisted of all theses investigating artificial intelligence studies in the field of nursing registered with the National Thesis Center of the Council of Higher Education. The scanning of theses was carried out between April 3-6, 2025. First, the search was performed using the word "artificial intelligence" and 4462 theses were reached. Then, the subject section was selected as "nursing" from the detailed search section. In our research, all studies investigating artificial intelligence in the field of nursing were manually examined and evaluated according to the inclusion and exclusion criteria, and a total of 10 theses, 5 master's theses and 5 doctoral theses, were included in the retrospective descriptive literature review. The purposes of these theses, research types, sample numbers and research results were included in the analysis of the data.

Result: Of the 10 theses scanned, 50.0% (n=7) were descriptive, 14.3% (n=2) were experimental, and 14.3% (n=2) were conducted using the qualitative interview method. The first study on the subject was a doctoral thesis published in 2022. In the theses, opinions on artificial intelligence applications, artificial intelligence-supported mobile systems, and attitudes towards artificial intelligence were evaluated. In addition, most of the studies on artificial intelligence were conducted on nursing students.

Conclusion: In this study, it was determined that digital hospital applications and digital technology use are increasing in parallel with digital technologies in the field of nursing. While digital hospitals, which are developing rapidly all over the world, provide new opportunities for nurses, it is thought that the competence areas of nurses will expand with digitalisation, the functionality of clinical decision support systems will increase, and most importantly, digital hospitals will have significant effects on patient care and patient satisfaction. There are not enough studies on this subject in the literature. The majority of the theses reached are descriptive type master's studies. Therefore, in order to better understand the effects of digital hospital applications on the nursing profession, it may be recommended to plan doctoral studies and projects, to conduct more comprehensive experimental studies and to integrate digital technologies into hospitals in cooperation with health disciplines.

Keywords: nursing, informatics, digital, digital hospital, thesis

DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE FİNANSAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE YEŞİL FİNANSMANIN BİR DEĞERLENDİRMESİ

AN EVALUATION OF FINANCIAL SUSTAINABILITY AND GREEN FINANCE IN THE WORLD AND TURKEY

Gülhan Deniz

Özet

İklim değişikliği, doğal kaynakların tükenmesi, biyoçeşitlilik kaybı ve küresel krizler, insanları ekonomik sistemlerini yeniden yapılandırma zorunluluğuyla karşı karşıya bırakmaktadır. Bu dönüşüm, çevresel sürdürülebilirliğin yanı sıra finansal modellerde köklü bir değişim gerektirmektedir. Geleneksel finans sisteminin kısa vadeli kâr odaklı yaklaşımı, doğal ekosistemlerde geri dönüşü imkânsız tahribatlara yol açmış ve bu durum, finansal sürdürülebilirlik ile yeşil finansman kavramlarının önemini artırmıştır. Bu çalışmada, dünya genelinde ve Türkiye'de finansal sürdürülebilirlik ile yeşil finansman uygulamaları ve literatürdeki ilgili çalışmalar incelenerek bir değerlendirme yapılmıştır. Finansal sürdürülebilirlik, kaynakların uzun vadeli dengeli kullanımıyla hem bugünün hem de gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılamayı hedeflemektedir. Yeşil finansman, bu amaca ulaşmada kritik bir rol oynamakta; iklim dostu projeler, temiz enerji yatırımları ve döngüsel ekonomi modellerinin finansmanı, sürdürülebilir piyasa oluşumunu desteklemektedir. Paris İklim Anlaşması, merkez bankalarının yeşil politikaları ve şirketlerin ESG (Çevresel, Sosyal, Yönetişim) kriterlerine uyumu, finansal sürdürülebilirliği küresel bir zorunluluk haline getirmiştir. Ancak, greenwashing riskleri, düzenleyici tutarsızlıklar ve gelişmekte olan ülkelerin finansmana erişim sorunları süreci yavaşlatmaktadır. Yeşil finansman enstrümanları arasında yeşil krediler, yeşil hisse senetleri, endeks fonları, yeşil tahviller, yeşil sukuk, yeşil seküritizasyon ve yeşil sigortacılık poliçeleri gibi araçlar yer almakta ve bu enstrümanlar, sosyal sürdürülebilirlik açısından çevresel tehditlere karşı savunmayı artırmada önemli katkılar sağlamaktadır. Türkiye'de son yıllarda yeşil finansman alanında kayda değer adımlar atılmıştır. Örneğin, Türkiye Sınai Kalkınma Bankası (TSKB) tarafından 7 banka koordinatörlüğünde çıkarılan ilk yeşil tahvil önemli bir gelişmedir. Ayrıca, TARSİM, 2017 yılında tarım sektörüne yönelik kuraklık sigortasını başlatmıştır. Türkiye, sürdürülebilir yatırımları sınıflandırmak amacıyla Yeşil Taksonomi Rehberi'ni yayımlayarak teknik kriterler belirlemiştir. Dünya genelindeki gelişmeleri ve akademik çalışmaların bulgularını değerlendirdiğimizde, yeşil finansman araçlarının hem finansal getiri sağladığı hem de çevresel etki yarattığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, regülasyon ve kamu politikalarının özel sektör yatırımlarını önemli ölçüde teşvik ettiği, iklim risklerinin finansal istikrar için temel bir tehdit oluşturduğu, stres testlerinin ve şeffaf raporlamanın zorunlu olduğu, gelişmekte olan ülkelerde finansman maliyetlerinin yüksek olduğu ancak yenilikçi modellerin (blok zincir, fintech) fırsatlar sunduğu gözlemlenmiştir. Türkiye özelinde, KOBİ'lerin yeşil projelere erişimini artırmak için garantili kredi modellerinin geliştirilmesi, bankaların müşterilerine yönelik sürdürülebilir finans eğitimleri düzenlemesi, Borsa İstanbul Sürdürülebilirlik Endeksi'nin kapsamının genişletilmesi ve şirketlere yeşil projeleri için vergi indirimi ve hibe desteği sağlanması (örneğin, güneş paneli kurulumunda KDV indirimi gibi) gerektiği düşünülmektedir. Finans sistemini yeşil bir geleceğe taşımak, özellikle işletmelerin ve devlet kuruluşlarının öncülüğünde tüm paydaşların kolektif sorumluluğudur.

Anahtar Kelimeler: Finansal Sürdürülebilirlik, Yeşil Finansman, Yeşil Finansman Enstrümanları.

Dr. Öğretim Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, Akdağmadeni MYO, Finans Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü, Orcid No: 0000-0002-2212-0033, Yozgat.

Abstract

Climate change, natural resource depletion, biodiversity loss and global crises are forcing people to restructure their economic systems. This transformation requires a fundamental change in financial models as well as environmental sustainability. The short-term profit-oriented approach of the traditional financial system has caused irreversible damage to natural ecosystems, which has increased the importance of financial sustainability and green finance. In this study, financial sustainability and green financing practices in Turkey and around the world and related studies in the literature are analyzed and evaluated. Financial sustainability aims to meet the needs of both present and future generations through the long-term balanced use of resources. Green finance plays a critical role in achieving this goal; financing climate-friendly projects, clean energy investments and circular economy models supports sustainable market formation. The Paris Climate Agreement, central banks' green policies and companies' compliance with ESG (Environmental, Social, Governance) criteria have made financial sustainability a global imperative. However, greenwashing risks, regulatory inconsistencies and developing countries' access to finance slow down the process. Green financing instruments include green loans, green stocks, index funds, green bonds, green sukuk, green securitization and green insurance policies, and these instruments make significant contributions to increasing defenses against environmental threats in terms of social sustainability. In Turkey, significant steps have been taken in the field of green finance in recent years. For example, the first green bond issued by the Industrial Development Bank of Turkey (TSKB) in coordination with 7 banks is an important development. In addition, TARSİM launched drought insurance for the agricultural sector in 2017. Turkey published the Green Taxonomy Guide to categorize sustainable investments and set technical criteria. A review of global developments and the findings of academic studies reveals that green financing instruments provide both financial returns and environmental impact. It was also observed that regulation and public policies significantly encourage private sector investments, climate risks pose a fundamental threat to financial stability, stress tests and transparent reporting are mandatory, financing costs are high in developing countries, but innovative models (blockchain, fintech) offer opportunities. In Turkey, to increase SMEs' access to green projects, guaranteed loan models should be developed, banks should organize sustainable finance trainings for their customers, the scope of the Borsa Istanbul Sustainability Index should be expanded, and companies should be provided with tax reductions and grants for their green projects (e.g. VAT reduction for solar panel installation). Moving the financial system to a green future is the collective responsibility of all stakeholders, especially businesses and government organizations.

Keywords: Financial Sustainability, Green Finance, Green Finance Instruments.

YUMURTASIZ BEZE ÜRETİMİ VE BAZI ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

EGGLESS MERİNGUE PRODUCTİON AND EXAMİNATİON OF SOME OF İTS PROPERTİES

Burçin YILMAZ[1]
Ömer Furkan YILDIZ[2]

Özet

İnsan diyetinde bitkisel ürün merkezli beslenmenin prensip haline getirilmesinin yanı sıra hayvansal kaynaklı ürünlerin tüketimi de çeşitli sağlık problemleri nedeniyle kısıtlanabilmektedir. Atık olarak değerlendirilebilecek gıda üretimi yan ürünlerinin kullanılması sonucunda üretim maliyetlerinde avantaj elde edilebilmektedir. Yumurta akı proteinlerinin köpürme özelliğine benzer şekilde nohut haşlama suyu da yapıda bulunan proteinler sayesinde köpürebilmektedir. Bu durum yumurta tüketmeyen ya da tüketemeyen bireyler için bir fırsat oluşturmaktadır.

Çalışma kapsamında nohut konservesi üretimi sırasında yapılan haşlamada ortaya çıkan protein esaslı suyun değerlendirilerek alternatif bir ürün üretiminde kullanımı incelenmiştir. Rehidre edilmiş kuru nohut, basınçlı kapta 25 dakika pişirilip süzülerek nohut haşlama suyu elde edilmiştir. Nohut suyu ve pudra şekeri uygun oranlarda karıştırılarak içerisinde farklı miktarlarda (%2-4-6 oranında) (a/h) çilek püresi ve farklı miktarlarda (%0-0,2-0,5-0,8 oranında) (a/h) ksantan gam eklemesi yapılmıştır. Karışım mikser yardımı ile homojen bir köpük oluşana kadar çırpılmıştır. Hazırlanan köpüklerde genleşme miktarı, yoğunluk ve stabilite analizleri yapılmıştır. Daha sonra pişirilen karışımlarda pişme kaybı ve duyusal analiz gerçekleştirilmiştir.

Yapıya eklenen çilek püresi miktarına bağlı olarak köpük hacminde azalma meydana gelmiş, %2 oranında çilek püresi ve %0,8 oranında ksantan gam içeren örneğin genleşme değeri %656,67 olarak bulunmuştur. Köpük yoğunluk değerlerinde aynı miktarda çilek püresi içeren örnekler için ksantan gam miktarına bağlı olarak herhangi bir değişiklik oluşturmadığı saptanmıştır ($p>0,05$). Elde edilen değerler 0,1628-0,2237 arasında kalmıştır. Köpük stabilitesi eklenen ksantan gam miktarından etkilenmiş ve %0,5 ile 0,8 oranında ksantan gam içeren örneklerde %100 seviyesinde kalmıştır. Pişme kaybı değeri ise örnekler arasında benzerlik göstermiş, %77,45 ile 81,43 arasında bulunmuştur. Yapılan duyusal analiz değerlendirmesinde genel beğeni açısından farklı oranlarda çilek püresi içeren örneklerde herhangi bir farklılık gö^{2}zlenmemiştir ($p>0,05$). Sonuç olarak beze üretiminde nohut haşlama suyunun yumurta akı yerine kullanılabileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Vegan, Nohut suyu, Köpük, Yumurta akı

[1] Burçin YILMAZ, Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, burcin.yilmaz@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0719-4090. *Sorumlu Yazar
[2] Ömer Furkan YILDIZ, Öğrenci, Yozgat Bozok Üniversitesi

Abstract

In addition to the principle of plant-based nutrition in human diet, consumption of animal-based products can also be restricted due to various health problems. As a result of using food production by-products that can be evaluated as waste, advantage can be obtained in production costs. Chickpea boiled water can foam thanks to the proteins in its structure, similar to the foaming feature of egg white proteins. This situation creates an opportunity for individuals who do not or cannot consume eggs.

Within the scope of the study, the protein-based water resulting from boiling during the production of canned chickpeas was evaluated and its use in the production of an alternative product was examined. Rehydrated dry chickpeas were cooked in a pressurized container for 25 minutes and filtered to obtain chickpea boiled water. Chickpea water and powdered sugar were mixed in appropriate proportions and different amounts (2-4-6% w/v) strawberry puree and different amounts (0-0.2-0.5-0.8% w/v) xanthan gum were added. The mixture was whipped with a mixer until a homogeneous foam was formed. The amount of expansion, density and stability analyses were performed on the prepared foams. Then, cooking loss and sensory analysis were performed on the cooked mixtures.

A decrease in the foam volume occurred depending on the amount of strawberry puree added to the structure, and the expansion value of the sample containing 2% strawberry puree and 0.8% xanthan gum was found to be 656.67%. It was determined that there was no change in the foam density values depending on the amount of xanthan gum for the samples containing the same amount of strawberry puree ($p>0.05$). The values obtained remained between 0.1628-0.2237. Foam stability was affected by the amount of xanthan gum added and remained at 100% in samples containing 0.5 and 0.8% xanthan gum. The cooking loss value was similar among the samples and was found to be between 77.45 and 81.43%. In the sensory analysis evaluation, no difference was observed in the samples containing different amounts of strawberry puree in terms of general appreciation ($p>0.05$). As a result, it is thought that chickpea boiling water can be used instead of egg white in meringue production.

Keywords: Vegan, Chickpea water, Foam, Egg white

Z KUŞAĞI TÜKETİCİLERİN SÜRDÜRÜLEBİLİR TÜKETİM VE EKOLOJİK BİLİNÇ DÜZEYLERİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER ÜZERİNE NİTEL BİR ÇALIŞMA

Alperen Timuçin SÖNMEZ[1]
Asel ALACAHAN[2]
Gamze KALAYCI[3]

Özet

Bu çalışma, Z kuşağı tüketicilerinin sürdürülebilir tüketim davranışları ile ekolojik bilinç düzeylerini etkileyen faktörleri anlamayı amaçlayan nitel bir araştırmadır. İklim krizi, doğal kaynakların tükenmesi ve çevresel sorunlar, yalnızca bilimsel çevrelerin değil, toplumun tüm kesimlerinin dikkatini çeken küresel meseleler haline gelmiştir. Birleşmiş Milletler tarafından 2015 yılında ilan edilen Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH), çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirliğin tüm paydaşlarca benimsenmesini öngörmektedir. Bu hedeflerin başarısı, özellikle dijital çağın içinde büyümüş, bilgiye hızlı erişebilen ve toplumsal değişime duyarlı bir nesil olan Z kuşağının sürece aktif katılımıyla mümkündür.

Araştırma kapsamında, Yozgat Bozok Üniversitesi'nde öğrenim gören ve farklı sosyo-kültürel geçmişlere sahip 24 Z kuşağı öğrencisi ile yarı yapılandırılmış derinlemesine görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen nitel veriler içerik ve tematik analiz yöntemiyle değerlendirilmiş; sonuçlar beş ana tema altında toplanmıştır: (1) Eğitim ve çevre bilinci, (2) Ailede tasarruf ve sürdürülebilirlik alışkanlıkları, (3) Arkadaş çevresi ve sosyal etki, (4) Bölgesel farklılıkların etkisi ve (5) Alışkanlıkların sürdürülebilirliği. Bulgular, çevresel duyarlılığın yalnızca bireysel farkındalıkla değil; aileden aktarılan değerler, okul temelli çevre etkinlikleri ve sosyal etkileşimlerle şekillendiğini göstermektedir. Özellikle kırsal ve kıyı bölgelerde yetişmiş bireylerin, doğayla erken yaşta kurdukları deneyim temelli ilişkiler, çevre bilincinin içselleştirilmesinde belirleyici olmuştur.

Bu bulgular, sürdürülebilir tüketim davranışlarının yalnızca bireysel bilgi ve farkındalık düzeyine bağlı olmadığını; aynı zamanda aileden aktarılan değerler, okul ortamında edinilen deneyimler ve sosyal etkileşimlerle şekillenen çok katmanlı bir süreç olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle kırsal ve kıyı bölgelerde yetişen bireylerin doğayla erken yaşlarda kurdukları deneyim temelli ilişkiler, bu duyarlılığın içselleştirilmesinde belirleyici olmuştur.

Araştırma sonucunda ulaşılan veriler, Z kuşağının sürdürülebilirlik konularındaki potansiyelinin ve sorumluluğunun altını çizerken; çevresel politikaların ve eğitim stratejilerinin bu kuşağın değer dünyasına uygun şekilde yapılandırılması gerektiğini de göstermektedir. Bu bağlamda çalışma, yalnızca akademik literatüre katkı sunmakla kalmayıp, aynı zamanda politika yapıcılar, eğitimciler ve sivil toplum kuruluşları için Z kuşağının çevresel bilinç gelişimini destekleyecek çok boyutlu stratejiler geliştirmeye yönelik pratik ve uygulanabilir çıkarımlar sağlamaktadır. Sürdürülebilir bir gelecek inşa etme sürecinde Z kuşağı ile kurulacak doğru iletişim ve etkileşim, çevreye duyarlı nesillerin yetişmesinde temel rol oynayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Ekolojik Bilinç, Sürdürülebilirlik, Eğitim, Duygu, Sürdürülebilir Tüketim

[1]Öğr. Gör., Yozgat Bozok Üniversitesi SHMYO, a.timucin.sonmez@yobu.edu.tr, ORCİD: 0000-0002-1988-5924
[2]Yozgat Bozok Üniversitesi SHMYO, alacahanasel@gmail.com
[3]Yozgat Bozok Üniversitesi SHMYO, kalaycigamze631@gmail.com

YOZGAT BELEDİYESİ AKILLI DURAK PROJESİ İNCELEMESİ

Dr. Yasin Reyhan[1]
Alaaddin Uçak[2]

Özet

Akıllı durak projesi, ulaşım, kamu ve sürdürülebilirlik açısından önemli faydalar sağlanmaktadır. Akıllı ulaşım sistemleri bu süreçte kritik bir rol oynar. Yozgat Belediyesi, 2025-2029 Stratejik Planı kapsamında Akıllı Durak Projesi'ni hayata geçirdi. Proje, yolcu bilgilendirme sistemleri, güneş enerjisiyle çalışan aydınlatmalar ve engelli erişimine uygun içerikler gibi bileşenlerden oluşmaktadır. Bu proje kapsamında duraklar bölgenin ihtiyaçları ve durak tipine göre yenilikler ve değişiklikler göstermektedir. Bu uygulama, toplu taşımada yolcu konforunu artırmayı ve bekleme sürelerini azaltmayı hedeflemektedir.

Araştırma, nitel yöntemlerden doküman analizi yöntemi kullanılarak Yozgat Belediyesi'nin 2023, 2024 ve 2025 Performans Programları ile 2025-2029 Stratejik Planı, proje kapsamındaki mali veriler ve performans göstergeleri açısından incelenmiştir (Yozgat Belediyesi, 2022, 2023, 2024). Durak tasarımları ve literatür taraması ile benzer çalışmalar planlama ilkeleri çerçevesinde incelenmiştir. İncelenen dokümanlarda proje kapsamında toplam 15 akıllı durağın kurulumu gerçekleştirilmiş olduğu ve her birinin maliyetinin yaklaşık 400.000 TL olduğu belirlenmiştir. Projenin sonuçları, yolcuların bekleme sürelerini %15 azaltırken, kullanıcı konforunda %10 artışlar gözlemlenmiştir. Ayrıca güneş enerjisi sistemleri sayesinde yılda yaklaşık 3.750 kilogram karbon emisyonu önlenmiştir.

Benzer uygulamaların büyükşehirlerde yaygın olduğu göz önünde bulundurularak, Yozgat gibi bir şehirde bu uygulamanın başarılı bir şekilde gerçeğe dönüşmesi dikkat çekicidir. Kullanıcı deneyimlerini içeren saha araştırmalarının proje sonrası memnuniyetin değerlendirilmesi ve projenin geliştirilmesinde önem arz etmektedir. Projede, yerel yönetimlerin toplu taşıma sistemlerine olan katkısı ve halkın katılımı, sürdürülebilir akıllı ulaşımın sistemlerinin gelişmesini de aynı oranda artırmaktadır. Sonuç olarak, Yozgat Belediyesi Akıllı Durak Projesi, sürdürülebilir ulaşım, geniş kapsamlı ve geniş kullanım yelpazesine sahip bir model sunmaktadır. Yerel yönetim bu tür uygulamalar ile sürdürülebilir etkin çözümler geliştirilmesine katkıda bulunmaktadır. Bu proje, şehirlerin ulaşım ihtiyaçlarını karşılamak, mikro mobilite araçlarının kullanımını artırmak ve toplu taşımalarla entegrasyonu sağlanması ile toplu taşıma kullanımın artırılmasına yönelik sürdürülebilirlik anlamında önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Ulaşım Sistemleri, Akıllı Durak, Maliyet-Fayda Analizi, Sürdürülebilir Ulaşım, Kamu Mali Yönetimi.

[1]Lisansüstü Öğrencisi, Yozgat Bozok Üniversitesi, yasin.reyhan@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0683-9117
[2]Lisans Ögrencisi, Yozgat Bozok Üniversitesi, 16005123073@ogr.bozok.edu.tr, ORCID: 0009-0000-2717-4260

KENTSEL GELİŞİM SÜRECİNDE YOZGAT MERKEZ'DEKİ TESCİLLİ YAPILARIN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ VE KÜLTÜREL MİRASIN KORUNMASI

SUSTAİNABİLİTY OF REGİSTERED BUİLDİNGS İN YOZGAT CENTER İN URBAN DEVELOPMENT PROCESS AND PROTECTİON OF CULTURAL HERİTAGE

Dr. Öğr. Üyesi Sadakat Safiyye Mumcuoğlu Türker[1]
Ahmet Gemici[2]

Özet

Çalışma, Yozgat kent merkezinde yer alan tescilli yapıların son yirmi yıllık süreçteki mekânsal dönüşümünü analiz ederek, kültürel mirasın korunması ve sürdürülebilir kentleşme bağlamında değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın kapsamını, Hakkı Acun tarafından hazırlanmış olan Yozgat şehir planı ve tescilli eserler haritasında yer alan yapıların mekânsal sürekliliği oluşturmaktadır. Yöntem olarak, 2006 yılına ait uydu görüntüleri üzerine tescilli yapıların konumları işlenmiş; ardından, 2025 yılına ait güncel uydu görüntüleriyle karşılaştırmalı analiz gerçekleştirilmiştir. Bu sayede yapıların mevcut fiziksel varlıklarını sürdürebilme durumları belirlenmiş ve kentleşme sürecindeki mekânsal değişimler tespit edilmiştir. Haritalarda yapı türlerine göre sınıflandırma yapılarak cami, hamam, kilise, geleneksel konut, askerlik şubesi, okul, saat kulesi, cephanelik ve çarşı gibi farklı işlevlere sahip yapıların kentteki dağılımı ortaya konmuştur. Yirmi yıllık süreçte, Yozgat kentinin demografik, ekonomik ve fiziksel gelişimine bağlı olarak; okuryazarlık oranı ve eğitim düzeyinde artış, istihdam olanaklarında genişleme, alışveriş merkezleri, sosyal donatı alanları ve yüksek hızlı tren gibi ulaşım yatırımları ile kent yaşamı dönüşüme uğramıştır. Ancak tüm bu gelişmelere karşın, özellikle geleneksel konutlar başta olmak üzere tescilli yapıların önemli bir kısmının fiziksel bütünlüğünü sürdüremediği gözlemlenmiştir. Sürdürülebilirlik ilkeleri çerçevesinde bu yapıların korunamaması, kültürel mirasın gelecek kuşaklara aktarımı açısından ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Mevcut eğilimlerin devam etmesi hâlinde, geleneksel konutların büyük oranda yok olacağı öngörülmektedir. Mimarlık ve şehir planlama disiplinlerinin kesişiminde konumlanan bu araştırma, kültürel mirasın sürdürülebilir kent politikalarıyla uyumlu bir şekilde korunmasının gerekliliğine dikkat çekmektedir. Sonuç olarak, Yozgat kentinin eğitim, ekonomi, ulaşım gibi alanlarda gelişim gösterdiği; ancak tescilli tarihi yapıların korunması konusunda yeterli ilerleme sağlanamadığı belirlenmiştir. Bu durum, kent kimliğinin sürdürülebilirliği açısından bütüncül koruma ve yerel halkın katılımını içeren planlama stratejilerinin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yozgat, Tescilli Yapılar, Kültürel Miras, Sürdürülebilirlik, Kentsel Gelişim, Geleneksel Konut

[1]Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, ss.mumcuoglu@yobu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8773-6296
[2]Yozgat Bozok Üniversitesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, gemicia17@gmail.com, ORCID: 0009-0002-0905-7081

Abstract

The study aims to analyze the spatial transformation of registered buildings in Yozgat city center in the last twenty years and evaluate them in the context of cultural heritage protection and sustainable urbanization. The scope of the study consists of the spatial continuity of the buildings in the Yozgat city plan and registered buildings map prepared by Hakkı Acun. As a method, the locations of the registered buildings were processed on satellite images from 2006, followed by a comparative analysis with current satellite images from 2025. In this way, the ability of the buildings to maintain their current physical existence was determined and spatial changes in the urbanization process were identified. By classifying the maps according to building types, the distribution of buildings with different functions such as mosques, baths, churches, traditional residences, military branches, schools, clock towers, armories and bazaars in the city was revealed. In the twenty-year period, depending on the demographic, economic and physical development of Yozgat city; urban life has been transformed with the increase in literacy rate and education level, expansion in employment opportunities, shopping centers, social reinforcement areas and transportation investments such as high-speed train. However, despite all these developments, it has been observed that a significant number of registered buildings, especially traditional houses, have not maintained their physical integrity. Failure to preserve these buildings within the framework of sustainability principles poses a serious threat to the transfer of cultural heritage to future generations. If the current trends continue, it is predicted that traditional residences will largely disappear. Positioned at the intersection of architecture and urban planning disciplines, this research draws attention to the necessity of protecting cultural heritage in line with sustainable urban policies. As a result, it has been determined that the city of Yozgat has developed in areas such as education, economy and transportation; however, sufficient progress has not been made in the protection of registered historical buildings. This situation necessitates the development of planning strategies that include holistic conservation and participation of local people for the sustainability of the city identity.

Keywords: Yozgat, Registered Buildings, Cultural Heritage, Sustainability, Urban Development, Traditional Housing

BİR MEDENİYET TESTİ: PANDEMİ
A CIVILIZATİON TEST: PANDEMİC

Ege Ebrar ÖNÜR

Özet

En ilkel dürtümüz ve en temel ihtiyacımız olarak bugün medeniyetin temellerini atan kolektif yaşam bilinci son yıllarda âdeta bir çöküşün eşiğindedir. Bu yıkımla tekrar karşı karşıya kalışımız birkaç yıl önce ortaya çıkan pandemi süreciyle vuku bulmuştur. Pandemi süreciyle bir kez daha, kurmuş olduğumuz sözde "medeniyet"in aslında beklenmeyen bir kriz anında ne kadar da zayıf olduğu gün yüzüne çıkmıştır. Lokal olarak ortaya çıkan Corona virüs küreselleşme ve teknoloji çağının meydana getirdiği kolaylıklar sebebiyle tüm dünyaya sirayet etmiş ve genel bir alana yayılmıştır. Bu durum sadece sağlık alanında sınırlı kalmamış ekonomiden ticarete, eğitimden sosyal davranış örüntülerine kadar birçok alanda yıkım ve devinim meydana getirmiştir. Söz konusu pandemi en ilkel ama en temel olan güvenlik ihtiyacının yeniden gündeme gelmesine sebep olmuştur. Pandemi, "medeniyet" adı altında oluşturduğumuz yüksek binalı evlere bizleri hapsetmiş, eğitim, çalışma ve sağlık sistemlerimizde köklü değişikliklere yol açmıştır. En başta sağlık açısından oluşan güvenlik tehdidi bizleri kendi kabuğumuza çekilmeye zorlarken eğitim ve çalışma sistemindeki değişiklikler türlü sıkıntıları beraberinde getirmiştir. Örneğin, tedarik zincirine ulaşımdaki sıkıntılardan kaynaklı arz yetersizliği nedeniyle devletlerde ekonomi alanında enflasyonist baskılar, sağlık sisteminde kullanılan birçok sağlık malzemesine de ulaşımı zorlaştırmıştır. Ürünlere ulaşamama sorunu birçok kişinin başta ruhsal açıdan zorlandığı zamanlar yaratmasıyla birlikte modern çağda ilkel insanların sıkça başvurduğu saldırganlık dürtüsünü yeniden ortaya çıkartmıştır.

Ürünlere erişimin zorlaşmasından kaynaklı ortaya çıkan "yokluk inancı" yoksunluk sendromunu beraberinde getirmiş, insanları tüketim açlığına sürüklemiştir. Devletler için beklenmedik bir kriz anı olan pandemi süresince ihtiyacımız olandan daha çok besin, maske, eldiven ve yakıt almamız tam olarak bu yüzdendir. Zira devletler pandeminin ilk ortaya çıkış sürecinde en temel görevi olan düzeni tesis edememiş ve krizi bertaraf etmek için yetersiz kalmışlardır. Bu sebeple bir dizi yasaklar koymak suretiyle krizin üstesinden gelmeye çalışmışlar ve başta seyahat hakkı, eğitim hakkı olmak üzere birçok temel hakkın ihlaline sebebiyet vermişlerdir. Kişiler başta sosyal alan olmak üzere tecrite maruz kalmış ve bu durum sadece ekonomik sıkıntılara değil aynı zamanda kültürel ve sosyal kısıtlılıkla birlikte entellektüalizasyonun da ortadan kalkışına sebep olmuştur. Okulda, sokakta, işte ve benzeri yerlerde karşılaştığımız çeşitlilik ve kültürel zenginlik bir anda en yakınlarımızı dahi görmemizin yasak olduğu bir yere evrilmiştir. Mahrum bırakıldığımız bu sosyal haklar insanoğlunun medeniyetten ne denli uzak ve ilkel bir varlık olduğunu bir kez daha gözler önüne sermiştir. Tehdit ve tecridin ortadan kalkmasıyla medeni yaşamımıza geri dönmeye çalışsak da artık bir yanımız kurduğumuz medeniyete olan inancını yitirmiştir. Yeni süreçte ise Sürdürülebilir Kalkınma Planı doğrultusunda birbiriyle ilişkili olarak toplumsal dayanıklılığın arttırılması, ekonomik yeniden yapılanma, demokratik ve katılımcı yönetim ve krizlere hazırlıklı kurumsal altyapı oluşturulması gerekliliği ön plana çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Pandemi, medeniyet, sınır, doğal seleksiyon, kalkınma

Klinik Psikolog, egebrar@gmail.com, ORCID NO: 0000-0002-1433-3602

ABSTRACT

The consciousness of collective life, which laid the foundations of civilization today as our most primitive impulse and our most basic need, has been on the brink of collapse in recent years. We have been confronted with this destruction again with the pandemic process that emerged a few years ago. The pandemic once again revealed how weak the so-called "civilization" we have built is in the face of an unexpected crisis. The Corona virus, which emerged locally, has spread all over the world and spread to a general area due to the conveniences brought about by globalization and the age of technology. This situation has not only been limited to the field of health, but has caused destruction and movement in many areas from economy to trade, from education to social behavior patterns. The pandemic in question has caused the most primitive but most basic need for security to come to the fore again. The pandemic has imprisoned us in the high-rise houses we have created under the name of "civilization" and has led to radical changes in our education, work and health systems. First and foremost, the health security threat has forced us to retreat into our own shells, while changes in the education and work systems have brought about various problems. For example, inflationary pressures on the economy in governments due to inadequate supply caused by problems in accessing the supply chain have made it difficult to access many health supplies used in the health system. The problem of not being able to access products has caused many people to suffer from mental health problems.

The "belief in scarcity" caused by difficult access to products has led to a deprivation syndrome, driving people into consumer starvation. This is exactly why we bought more food, masks, gloves and fuel than we needed during the pandemic, which was an unexpected moment of crisis for states. This is because during the first emergence of the pandemic, states were unable to establish order, which is their most basic duty, and were insufficient to eliminate the crisis. For this reason, they tried to overcome the crisis by imposing a series of bans and caused the violation of many fundamental rights, especially the right to travel and the right to education. People have been subjected to isolation, especially in the social sphere, which has led not only to economic hardship but also to the disappearance of intellectualization along with cultural and social restriction. The diversity and cultural richness we encountered at school, on the street, at work, etc. has suddenly evolved into a place where we are forbidden to see even our closest ones. These social rights that we have been deprived of have once again demonstrated how far away from civilization and primitive human beings are. Although we are trying to return to our civilized life with the removal of the threat and isolation, part of us has lost faith in the civilization we have built. In the new process, in line with the Sustainable Development Plan, the necessity of increasing social resilience, economic restructuring, democratic and participatory governance, and creating an institutional infrastructure prepared for crises have come to the forefront in relation to each other.

Keywords: Pandemic, civilization, border, natural selection, development

Z KUŞAĞI TÜKETİCİLERİN SÜRDÜRÜLEBİLİR TÜKETİM ALIŞKANLIKLARI, ÇEVRESEL FARKINDALIK VE EKOLOJİK VATANDAŞLIK DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

Alperen Timuçin SÖNMEZ[1]
Melisa YAPAR[2]
Kadriye ERDOĞAN[3]
Aleyna Döne DEMİR[4]

Özet

Çevresel, sosyal, politik ve ekonomik sorunlar, özellikle 20. yüzyılın son çeyreğinden itibaren küresel kamuoyunun gündemini belirleyen temel meseleler haline gelmiştir. İklim değişikliği, doğal kaynakların sürdürülebilirliği, çevresel adalet, gelir eşitsizliği ve hızlı kentleşme gibi sorunlar, yalnızca doğrudan etkiledikleri çevre ve toplum kesimleriyle sınırlı kalmayıp, geleceğe dönük politikaların ve bireysel davranış kalıplarının yeniden şekillendirilmesini gerekli kılmıştır. Bu çerçevede Birleşmiş Milletler tarafından belirlenen 17 Sürdürülebilir Kalkınma Amacı, 2030 yılına kadar ulaşılması hedeflenen küresel bir vizyonun temelini oluşturmaktadır. Söz konusu hedeflerin yalnızca devlet düzeyinde alınacak kararlarla değil, bireylerin de aktif katılımıyla hayata geçirilebileceği açıktır. Bu noktada, teknolojik gelişmelerle iç içe büyüyen ve toplumsal dinamiklere farklı bir perspektiften yaklaşan Z kuşağı, sürdürülebilirlik hedeflerinin benimsenmesi ve geleceğe taşınması açısından kritik bir kuşaktır.

Bu araştırma, Z kuşağı mensubu tüketicilerin sürdürülebilir tüketim alışkanlıkları, çevresel farkındalık düzeyleri ve ekolojik vatandaşlık eğilimleri arasındaki ilişkileri incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma, nicel araştırma yöntemi çerçevesinde 400 kişilik örneklem grubuyla gerçekleştirilmiş; veri toplama aracı olarak önceden geliştirilmiş ve geçerliliği kanıtlanmış üç farklı ölçek kullanılmıştır. Elde edilen veriler, uygun istatistiksel analiz programları aracılığıyla değerlendirilmiş ve yapısal eşitlik modellemesi uygulanmıştır. Analiz sonuçları, kurulan modelin tüm uyum iyiliği indekslerinin kabul edilebilir düzeylerde olduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgu, ölçüm modellerinin geçerli ve güvenilir olduğunu göstermekte ve araştırma sürecinin metodolojik sağlamlığına işaret etmektedir.

Ancak modelde, çevresel farkındalık, sürdürülebilir tüketim davranışları ve ekolojik vatandaşlık değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanamamıştır. Bu sonuç, ilgili literatürde sıkça karşılaşılan ve "tutum-davranış açığı" olarak tanımlanan durumu desteklemektedir. Katılımcıların çevresel konularda belirli bir farkındalık düzeyine sahip olmalarına rağmen, bu farkındalığın tüketim pratiklerine ve vatandaşlık davranışlarına yeterince yansımadığı gözlemlenmiştir. Tutum ve davranışlar arasındaki bu boşluk, sürdürülebilirlik politikalarının yalnızca bilişsel düzeyde farkındalık yaratmaya değil, davranış değişikliğini doğrudan hedefleyen, katılımcı ve dönüştürücü stratejilerle desteklenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla çalışma, Z kuşağına yönelik mevcut sürdürülebilirlik kampanyalarının etkililiğinin yeniden değerlendirilmesi, farkındalığı davranışa dönüştüren yöntemlerin önceliklendirilmesi ve tutum-davranış uyumunu güçlendirecek yeni yaklaşımların geliştirilmesi gerekliliğine dikkat çekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Tüketim, Çevresel Farkındalık, Ekolojik Vatandaşlık, Z Kuşağı, Sürdürülebilirlik

Öğr. Gör., Yozgat Bozok Üniversitesi SHMYO, a.timucin.sonmez@yobu.edu.tr, ORCİD: 0000-0002-1988-5924, (SY)
Yozgat Bozok Üniversitesi SHMYO, yapar.melisa@icloud.com
Yozgat Bozok Üniversitesi SHMYO, 36405123044@ogr.bozok.edu.tr
Yozgat Bozok Üniversitesi SHMYO, Aleynadmrr9@gmail.com

Abstract

Environmental, social, political, and economic issues have emerged as key topics on the global public agenda, particularly since the last quarter of the 20th century. Problems such as climate change, the sustainability of natural resources, environmental justice, income inequality, and rapid urbanization have necessitated the reshaping of not only public policies but also individual behavioral patterns. Within this context, the 17 Sustainable Development Goals (SDGs) established by the United Nations form the foundation of a global vision to be achieved by the year 2030. It is evident that the realization of these goals depends not only on policy decisions made by governments but also on the active participation of individuals. In this regard, Generation Z, who have grown up immersed in digital technologies and approach social dynamics from a different perspective, holds a critical position in the internalization and transmission of sustainability goals to future generations.

This study aims to examine the relationships between sustainable consumption habits, environmental awareness levels, and ecological citizenship tendencies among Generation Z consumers. The research was conducted using a quantitative method with a sample of 400 participants, and three previously developed and validated scales were employed as data collection instruments. The data obtained were analyzed using appropriate statistical software, and structural equation modeling (SEM) was applied. The analysis results revealed that all goodness-of-fit indices for the constructed model were within acceptable limits. This finding indicates that the measurement models used are both reliable and valid, and that the research process is methodologically sound.

However, the study found no statistically significant relationships among the variables of environmental awareness, sustainable consumption behavior, and ecological citizenship. This outcome supports the commonly observed phenomenon in the literature known as the "attitude-behavior gap." Despite a certain level of environmental awareness among participants, this awareness did not sufficiently translate into actual consumption practices or citizenship behaviors. The discrepancy between attitudes and behaviors suggests that sustainability policies should not focus solely on cognitive awareness but must also incorporate participatory and transformative strategies aimed directly at behavioral change. Therefore, the findings highlight the need to reassess the effectiveness of current sustainability campaigns targeting Generation Z and to develop new approaches that can more effectively bridge the gap between awareness and action.

Keywords: Sustainable Consumption, Environmental Awareness, Ecological Citizenship, Generation Z, Sustainability

SARIKAYA-YOZGAT YÖRESİNDE PARKLARDAN TOPLANAN TOPRAK ÖRNEKLERİNDE TOXOCARA SPP.'NİN YAYGINLIĞININ ARAŞTIRILMASI

INVESTIGATION OF THE PREVALENCE OF *TOXOCARA* SPP. IN SOIL SAMPLES COLLECTED FROM PARKS IN THE SARIKAYA-YOZGAT REGION

Şaziye DEMİR[1]
Gözde ŞAHİNGÖZ DEMİRPOLAT[2]

Özet

Toxocariasis ekonomik açıdan önemli ve yaygın zoonoz hastalıklardan biridir. *Toxocara* spp. tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de hayvan ve halk sağlığını tehdit eden önemli parazitlerden birisidir. Bu çalışmada, Sarıkaya yöresinde parklardan toplanan toprak örneklerinde insan sağlığı için risk oluşturma potansiyeline sahip olan *Toxocara* spp.'nin varlığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Her parktan 10'ar olmak üzere toplamda 50 toprak numunesi toplanmıştır. Laboratuvarda homojen hale getirilen her örnekten 50 gr. alınarak üzerine 60 ml distile su ve 0,5 ml Tween 40 ilave edilmiştir. Daha sonra 250 ml behere aktarılarak 300 µm gözenekli elekten geçirilmiştir. Bu süzüntü 50 ml kapaklı falcon tüplerine aktarılarak üzeri distile su ile tamamlanmıştır. Daha sonra karışım 1500 – 2000 devirde 3 dakika santrifüj edilmiştir. Üstteki sıvı dökülerek, tüpün yüzeyine kadar tekrar distile su ilave edilmiştir. Son santrifüj işleminden sonra üstteki sıvı dökülerek sedimentin üzerine 50 ml tüpün yüzeyine kadar doymuş çinko sülfat (ZnSO4, Özgül ağırlık: 1,364) ilave edilmiştir. Karışım 4 adet 15 ml santrifüj tüpüne aktarılarak 2000 devirde 10 dakika santrifüj edilmiştir. Çıkarılan tüplerin üzerine tekrar doymuş çinko sülfat solüsyonu ilave edilerek üzerleri lamel ile kapatılmıştır. 15 dk bekleme süresinden sonra lameller lam üzerine alınmış ve x40 büyütmede ışık mikroskobu altında *Toxocara* spp. yönünden incelenmiştir. Araştırma sahasından toplanan toplam 50 adet toprak örneğinin incelenmesi sonucunda Toxocara yumurtalarına rastlanmamıştır. *Toxocara* spp.'nin Sarıkaya ilçesindeki parklarda bulunmaması, bu parazitlerin halk sağlığını tehdit etme potansiyelinin o an için düşük olduğunu gösteriyor. Ancak, bu tür zoonoz hastalıklar açısından alınacak önlemler, gelecekteki riskleri en aza indirmek için kritik önemdedir. *Toxocara* spp.'nin çevreye yayılması, özellikle kedi ve köpek dışkılarıyla sağlanabileceği için, çevreyi temiz tutmak, hayvanların dışkılarını doğru şekilde toplamak ve park gibi halkın yoğun olduğu alanlarda hijyen önlemleri almak, bu tür parazitlerin yayılmasını engellemek için önemlidir. Sonuç olarak, bu çalışma çevre sağlığının korunması ve zoonoz hastalıkların önlenmesi için alınacak önlemlerin, toplum sağlığını koruyarak sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkı sağlayacağını göstermektedir.

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı 2022 yılı 2. dönem kapsamında, 1919B012215919 proje numarası ile desteklenmiştir

Anahtar Kelimeler: Toxocariasis, *Toxocara* spp., Sarıkaya, Yozgat

[1]Şaziye DEMİR, Öğrenci, Yozgat Bozok Üniversitesi, saziyedmr5530@gmail.com, ORCID: 0009-0006-2345-2378
[2] Gözde ŞAHİNGÖZ DEMİRPOLAT (SY), Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, ORCID: 0000-0002-0230-9816

Abstract

Toxocariasis is one of the economically important and widespread zoonotic diseases. *Toxocara* spp. is one of the important parasites that threaten animal and public health in our country as well as all over the world. In this study, it was aimed to determine the presence of *Toxocar*a spp, which has the potential to pose a risk to human health, in soil samples collected from parks in Boğazlıyan region. A total of 50 soil samples were collected, with 10 samples taken from each park. 50 g of each sample, which was homogenized in the laboratory, was taken and 60 ml of distilled water and 0.5 ml of Tween 40 were added. It was then transferred to a 250 ml beaker and passed through a 300 µm mesh sieve. This filtrate was transferred to 50 ml capped falcon tubes and completed with distilled water. Then the mixture was centrifuged at 1500 – 2000 rpm for 3 minutes. The upper liquid was poured off, and distilled water was added again up to the surface of the tube. After the final centrifugation, the upper liquid was poured off, and saturated zinc sulfate (ZnSO4, specific gravity: 1.364) was added over the sediment up to the surface of the 50 ml tube. The mixture was transferred into 4 separate 15ml centrifuge tubes and centrifuged at 2000 rpm for 10 minutes. Saturated zinc sulfate solution was again added to the removed tubes and covered with coverslips. After a 15-minute waiting period, the coverslips were placed on the slide and examined for *Toxocara* spp. under a light microscope at x40 magnification. The analysis of a total of 50 soil samples collected from the study area revealed no presence of *Toxocara* eggs. The absence of *Toxocara spp.* in the parks of Sarıkaya indicates that the potential threat to public health from these parasites is currently low. However, preventive measures for such zoonotic diseases are critical to minimize future risks. Since the spread of *Toxocara spp.* can occur through the feces of cats and dogs, it is important to maintain environmental cleanliness, properly dispose of animal feces, and implement hygiene measures in public spaces such as parks to prevent the spread of these parasites. In conclusion, this study demonstrates that measures to protect environmental health and prevent zoonotic diseases can contribute to sustainable development goals by safeguarding public health.

This study was supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK) under the 2209-A Research Project Support Programme for Undergraduate Students, within the second term of 2022, with the project number 1919B012215919.

Anahtar Kelimeler: Toxocariasis, *Toxocara* spp., Sarıkaya, Yozgat

GEÇİCİ KORUMA ALTINDAKİ MÜLTECİLERİN SAĞLIK HAKKI: SURİYELİLER ÖRNEĞİ

Fırat Semih Avşar[1]
Esra Nur Baykal[2]

Özet

Bu çalışma, Türkiye'de geçici koruma altında bulunan Suriyelilerin sağlık hakkına erişimleri kapsamında yapılan çalışmaları incelemektedir. Suriye iç savaşının 2011 yılında başlamasıyla Türkiye'ye göç eden Suriyeliler, Türkiye Cumhuriyeti tarafından geçici koruma kapsamına alınmıştır. Geçici koruma kimlik belgesi sayesinde göçmenlerin sağlık hizmetleri, eğitime devamlılıkları, sosyal yardımlardan ve çalışma haklarından yararlanmaları sağlanılmıştır. Sağlık hizmetleri açısından, geçici koruma kimliği sahipleri devlet hastanelerinde tedavi ve ilaç hizmetlerinden yararlanmakta; acil durumlarda sağlık hizmetlerine erişimleri bulunmaktadır. Ülkemizde göçmen sağlığı hizmetleri, özellikle geçici koruma altındaki bireylerin sağlık ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla belirli bir yapıda organize edilmiştir. Bu bağlamda, her 4.000 kişiye hizmet verecek bir hekim ile bir yardımcı sağlık personelinden oluşan göçmen sağlığı merkezleri (GSM), aile hekimliği için tanımlanan fiziksel ve teknik standartlara göre yapılandırılmaktadır. Bu merkezler, sağlık hizmetlerinin etkin bir şekilde sunulmasını sağlamak için mevcut altyapı ve personel düzeyine göre optimize edilmiştir. GSM'ler, göçmenlerin temel sağlık hizmetlerine erişimini kolaylaştırmak ve sağlık eşitsizliklerini en aza indirmek amacıyla önemli bir rol üstlenmektedir. Bu poliklinikler, göçmenlerin sağlık sorunlarına daha hızlı müdahale edebilmek için büyük bir öneme sahiptir ve genellikle göçmenlerin en fazla ihtiyaç duyduğu birinci basamak sağlık hizmetlerini sağlamaktadır. Ayrıca, bu hizmetlerin etkinliğini artırmak amacıyla sağlık çalışanlarının düzenli olarak göçmen sağlığına yönelik eğitimler alması, dil engellerinin aşılması için tercüman desteği sağlanması ve kültürel duyarlılıkların göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Sağlık personeli göçmen sağlığı konusunda daha bilinçli ve duyarlı hale gelmesi, sağlık hizmetlerinin kalitesini artırırken, göçmenlerin hizmetlere erişimini de kolaylaştırmaktadır. Sığınmacıların sağlık hakkı, sürdürülebilir kalkınmanın temel unsurlarından biri olan "sağlıklı bireyler" ilkesinin hayata geçirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Sığınmacıların sağlık hizmetlerine erişiminin güvence altına alınması, yalnızca bireylerin yaşam kalitesini artırmakla kalmaz, aynı zamanda toplumun genel refahına da katkıda bulunur. Sığınmacıların sağlık haklarına tam erişim, sosyal güvenlik sistemlerine entegrasyonunu kolaylaştırarak toplumsal uyumu pekiştirir ve barışçıl bir toplum yapısının kurulmasına yardımcı olur.

Bu yapılar, göçmen nüfusunun sağlık ihtiyaçlarını karşılamak için geliştirilmiş ve yerel sağlık sistemlerine entegrasyonu sağlamak amacıyla da düzenlenmiştir. Bu bağlamda geçici koruma, Suriyelilerin temel hak ve ihtiyaçlarını karşılamak için önemli bir zemin sunmaktadır.

Anahtar Kelime: Geçici Koruma, Suriyeliler, Sosyal Haklar, Sağlık Hakkı

[1]Ombudsman Uzmanı, Yüksek Lisans Öğrencisi, İstanbul Medipol Üniversitesi, firat.avsar@medipol.edu.tr , ORCID: 0009-0001-0193-883X
[2]Yüksek Lisans Öğrencisi, İstanbul Medipol Üniversitesi, esra.baykal@std.medipol.edu.tr ORCID:0009-0003-6239-4076

KARAÇAM (*PİNUS NİGRA*) GÖVDELERİNDE EPİFİTİK LİKENLERİN BAKI YÖNLERİNE GÖRE DAĞILIMI: YOZGAT ÇAMLIK MİLLİ PARKI ÖRNEĞİ

DİSTRİBUTİON OF EPİPHYTİC LİCHENS ON BLACK PİNE (*PİNUS NİGRA*) TRUNKS ACCORDİNG TO ASPECT: A CASE STUDY FROM YOZGAT ÇAMLIK NATİONAL PARK

İlayda Özcan[1]
Esra Özge Aygül[2]
Mehmet Ünsal Barak[3]

Özet

Bu çalışma, Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan ve doğal karaçam (Pinus nigra) ormanlarıyla dikkat çeken Yozgat Çamlık Milli Parkı'nda yürütülmüştür. Araştırmanın temel amacı, epifitik likenlerin karaçam gövdeleri üzerindeki bakı yönlerine göre dağılımını incelemektir. Bu doğrultuda, dört farklı örnek alanda beşer karaçam bireyi seçilmiş ve her ağacın kuzey, güney, doğu ve batı yönlerine bakan gövde yüzeylerinde bulunan epifitik liken türleri belirlenerek tür sayıları kaydedilmiştir. Her yön için toplamda 20 ağaçtan elde edilen verilerle karşılaştırmalı bir analiz yapılmıştır.

Verilerin değerlendirilmesinde, her bakı yönüne ait epifitik liken tür sayıları toplanarak yönler arasında dağılım farkları analiz edilmiştir. Bulgulara göre, en fazla epifitik liken türü batı yönünde kaydedilmiş, bunu sırasıyla doğu, güney ve kuzey yönleri izlemiştir. Bu durum, batıya bakan yüzeylerin genellikle daha nemli ve rüzgârdan korunaklı olmasıyla ilişkilendirilebilir. Mikroklimatik koşullar, özellikle nem ve ışık yoğunluğu gibi çevresel faktörler, epifitik likenlerin gelişimi üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Bu nedenle bakı yönü değiştikçe, gövde üzerinde oluşan mikrohabitat koşulları da değişmekte ve bu değişim liken çeşitliliğini doğrudan etkilemektedir.

Ancak yapılan tek yönlü ANOVA analizi sonucunda, bakı yönleri arasında epifitik liken tür sayıları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). Yapılan analizde bakı yönlerinin epifitik liken çeşitliliğinde etkili bir faktör olmadığı tespit edilmiştir.

Bu sonuçlar, epifitik likenlerin çevresel koşullara karşı duyarlılıklarını ve potansiyel biyogösterge organizmalar olarak önemlerini ortaya koymaktadır. Çalışma, yalnızca Yozgat Çamlık Milli Parkı özelinde değil, benzer ekolojik koşullara sahip diğer karaçam ormanlarında da liken dağılımına yönelik ipuçları sunabilecek niteliktedir. Bu bağlamda, epifitik likenlerin izlenmesi, orman ekosistemlerinde meydana gelen çevresel değişimlerin erken tespiti açısından önemli bir araç olabilir ve bu sayede biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik sürdürülebilir stratejilerin geliştirilmesine katkı sunabilir.

Anahtar Kelimeler: Bakı yönü, Ekolojik hassasiyet, Epifitik liken çeşitliliği, Liken ekolojisi, Mikroklimatik faktörler

[1]Öğrenci, Yozgat Bozok Üniversitesi, ilydaozcnn4@gmail.com, ORCID: 0009-0007-3829-8884
[2]Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, esra.ozge.aygul@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1274-8249
[3]Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, mehmetu.barak@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2050-149X

Abstract

This study was conducted in Yozgat Çamlık National Park, located in Turkey's Central Anatolia Region, which is notable for its natural black pine (Pinus nigra) forests. The primary objective of the research is to examine the distribution of epiphytic lichens on black pine trunks according to aspect direction. For this purpose, five black pine trees were selected from each of four different sampling sites, and epiphytic lichen species on the trunk surfaces facing north, south, east, and west were identified and their species numbers recorded. A comparative analysis was carried out using data obtained from a total of 20 trees for each direction.

In the data evaluation, the total number of epiphytic lichen species for each aspect was calculated, and distribution differences between directions were analyzed. According to the findings, the highest number of epiphytic lichen species was recorded on the west-facing surfaces, followed by east, south, and north. This may be attributed to the fact that west-facing surfaces are generally more humid and sheltered from wind. Microclimatic conditions—particularly environmental factors such as humidity and light intensity—play a decisive role in the development of epiphytic lichens. Therefore, as the aspect changes, the microhabitat conditions on the trunk also change, directly affecting lichen diversity.

However, a one-way ANOVA analysis revealed no statistically significant differences in the number of epiphytic lichen species among the aspect directions ($p > 0.05$). The analysis indicated that aspect is not a significant factor affecting the diversity of epiphytic lichens.

These results highlight the sensitivity of epiphytic lichens to environmental conditions and their importance as potential bioindicator organisms. The study offers insights not only specific to Yozgat Çamlık National Park but also potentially applicable to other black pine forests with similar ecological conditions. In this context, monitoring epiphytic lichens could serve as an important tool for the early detection of environmental changes in forest ecosystems and contribute to the development of sustainable strategies for the conservation of biological diversity.

Keywords: Aspect, Ecological Sensitivity, Epiphytic Lichen Diversity, Lichen Ecology, Microclimatic Factors

YÜKSELTİ BASAMAKLARINA GÖRE ODUNSU TÜR SAYISINDAKİ DEĞİŞİMİN BELİRLENMESİ: ÇAT (SİVAS) ORMANLARI ÖRNEĞİ

AN ANALYSİS OF THE VARİATİON İN WOODY SPECİES RİCHNESS ALONG ELEVATİONAL GRADİENTS: A CASE STUDY FROM THE ÇAT FORESTS (SİVAS, TURKEY)

Fatma Gül Sarıkaya[1]
Esra Özge Aygül[2]
Mehmet Güvenç Negiz[3]

Özet

Orman ekosistemlerinde bitki türlerinin dağılımı, pek çok çevresel değişkenin etkisi altında şekillenmektedir. Bu değişkenler arasında yer alan yükselti, özellikle tür zenginliği üzerinde belirleyici bir faktördür. Bu çalışmada, Sivas ili Çat Ormanlarında odunsu türlerin yükseltiye bağlı dağılımı incelenmiş ve tür sayılarındaki değişim analiz edilmiştir. Arazi çalışmaları kapsamında Çat Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde 30 adet örnek alan belirlenmiş, bu alanlar 20x20 metre boyutlarında seçilmiştir. Her bir örnek alanda yer alan odunsu bitki türleri kayıt altına alınmış, alanların yükselti değerleri GPS ve pusula yardımıyla ölçülmüştür.

Çalışma alanındaki yükselti değerleri 1480 m ile 2020 m arasında değişmektedir. Bu aralık içerisindeki örnek alanlarda gözlemlenen tür çeşitliliği, farklı yükselti grupları oluşturularak değerlendirilmiştir. Toplanan veriler Microsoft Excel ortamına aktarılmış ve her bir örnek alandaki tür zenginliği hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, odunsu tür sayısında yükselti basamaklarına göre belirgin bir değişim gözlenmiştir. Özellikle 1600 m civarındaki yükselti aralığında tür sayısının en yüksek düzeye ulaştığı tespit edilmiştir. 1900 m üzerindeki alanlarda ise tür sayılarında azalma dikkat çekmektedir.

Bu bulgular, orta yükselti zonlarının hem iklimsel hem de topografik açıdan odunsu türler için daha uygun koşullar sunduğunu göstermektedir.

Çalışmanın sonuçları, ağaçlandırma projelerinde tür seçiminin yükselti faktörü dikkate alınarak yapılması gerektiğini vurgulamaktadır. Türlerin doğal yayılış koşullarına uygun şekilde seçilmesi, hem ekosistem dayanıklılığını artırmakta hem de sürdürülebilir orman yönetimi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, tür-zenginliği yüksek orta yükselti kuşağı, biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir ağaçlandırma uygulamaları için öncelikli bölgeler arasında değerlendirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Biyolojik Çeşitlilik, Çat Ormanları, Orman Ekolojisi, Sürdürülebilirlik, Yükselti

[1]Öğrenci, Yozgat Bozok Üniversitesi, fatmagulsarikaya846@gmail.com, ORCID: 0009-0005-9825-1434
[2]Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, esra.ozge.aygul@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1274-8249
[3]Doç. Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, mehmetnegiz@isparta.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6338-3307

Abstract

As part of the fieldwork, 30 sample plots were established within the boundaries of the Çat Forest Management Directorate. Each plot measured 20x20 meters. The woody plant species present in each plot were recorded, and elevation values were measured using GPS and a compass.

The elevation in the study area ranges between 1480-2020 m. Species diversity observed in the sample plots within this range was assessed by categorizing the plots into different elevation groups. The collected data were transferred to Microsoft Excel, and species richness was calculated for each sample plot. The results indicated a distinct variation in the number of woody species across different elevation levels. Notably, the highest species richness was observed around 1600 m. In contrast, a noticeable decline in species numbers was recorded in areas above 1900 m.

These findings suggest that mid-elevation zones offer more favorable climatic and topographic conditions for woody species. The results of the study emphasize the importance of considering elevation as a critical factor in species selection for afforestation projects. Selecting species that are suited to their natural distribution conditions enhances ecosystem resilience and plays a significant role in sustainable forest management. In this context, mid-elevation zones with high species richness should be prioritized for biodiversity conservation and sustainable afforestation practices.

Keywords: Biological Diversity, Çat Forests, Forest Ecology, Sustainability, Elevation

DERİ ÜRETİMDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK
SUSTAINABILITY IN LEATHER PRODUCTION

Kemal Kılınç

Özet

Organik bir materyal olan hamderi, mamul deriye dönüştürülürken kolajen proteini çeşitli kimyasal ve mekanik işlemlerle izole edilip modifiye edilir. Bu süreçler genellikle sulu ortamda kimyasallarla gerçekleştirilir ve önemli miktarda sıvı ve katı atık oluşmasına neden olur. Bu nedenle deri üretimi, çevresel etkileri yüksek bir endüstri olarak değerlendirilmekte ve sürdürülebilir üretim, sektörün geleceği açısından hayati bir önem taşımaktadır. Bu çalışmada deri üretimi; hamderiden finisaj aşamasına kadar tüm süreçlerde sürdürülebilirlik için alınabilecek önlemler ve alternatifler, su ve enerji kullanımının verimliliği, sürdürülebilir kimyasallar, katı atık yönetimi, sosyal sorumluluklar ve üretim süreçlerinin sertifikalandırılması gibi başlıklar altında literatüre dayanarak sektörel tecrübe ışığında incelenmiştir. Sonuç olarak, mamul derinin hammaddesi olan hamderi, aslında et ve süt endüstrisinin bir yan ürünüdür ve bu nedenle atık değerlendirmesi açısından önemlidir. Deri ürünler, diğer malzemelere kıyasla daha geniş bir kullanım alanı sunar, daha dayanıklıdır ve uzun ömürlüdür. Ayrıca kullanım ömrü sonunda geri dönüştürülebilir veya uygun şartlarda doğada çözünebilir özelliktedir. Tüm bu özellikleriyle deri, sürdürülebilir bir malzeme olarak öne çıkmaktadır. Büyük bir katı ve sıvı atık yükü oluşturan kimyasal proseslerin, çeşitli kısıtlar olabilmesine rağmen parametrelerin çok iyi kontrolü ve mevcut en iyi teknolojilerin kullanımı ile daha az atık oluşturacak şekilde yürütülmesinin mümkün olduğu da ortaya çıkmaktadır. Deri kimyasalları üreticilerinin sürdürülebilir alternatifler konusunda çaba sarfettiği, deri üreticilerinin de üretimde kullanılan enerjinin daha verimli kaynaklardan elde edilebilmesi ve kullanılabilmesi yanında iş güvenliğiyle birlikte sosyal sorumluluk bilinciyle çalışmasının gerekli olduğu ortaya çıkmaktadır. Deri üreticilerinin sürdürülebilirlik ile ilgili yapması gereken temel koşulları tartışan, belirleyen, öneren ve bu koşullara uyulduğunda üreticileri belgelendiren LWG (Leather Working Group) gibi öne çıkan bir kuruluşun olması; deri üretim sektöründeki tüm paydaşların sürdürülebilirliği önemseyerek eski çağlardan beridir kullanılan derinin eşsiz yapısının gelecek kuşaklara aktarılmasına katkı sağlamaktadır.

Anahtar kelimeler: Deri, sürdürülebilir üretim, atık yönetimi, LWG, kimyasal prosesler, su ve enerji verimliliği

Öğr. Gör. Dr., Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, kemal.kilinc@ibu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0790-8962

Abstract

When raw hides and skins, organic materials, are converted into finished leather, the collagen protein is isolated and modified by various chemical and mechanical processes. These processes are usually carried out with chemicals in an aqueous environment and result in significant amounts of liquid and solid waste. Therefore, leather production is considered as an industry with high environmental impacts and sustainable production is of vital importance for the future of the sector. In this study, leather production is analysed in the light of sectoral experience based on the literature under the headings such as measures and alternatives that can be taken for sustainability in all processes from raw material to finishing stage, efficiency of water and energy use, sustainable chemicals, solid waste management, social responsibilities and certification of production processes. As a result, the raw material of finished leather, raw hides and skins, are actually a by-product of the meat and dairy industry and is therefore important in terms of waste utilisation. Leather products offer a wider range of uses, are more durable and long-lasting compared to other materials. In addition, it can be recycled at the end of its life or biodegradable under appropriate conditions. With all these features, leather stands out as a sustainable material. It is also emerging that chemical processes, which generate a large solid and liquid waste load, can be carried out in a way that generates less waste with very good control of parameters and the use of the best available technologies, although there may be various constraints. It is revealed that leather chemical producers are making efforts for sustainable alternatives and that leather producers should work with the awareness of social responsibility together with occupational safety as well as obtaining and using the energy used in production from more efficient sources. The existence of a prominent organisation such as LWG (Leather Working Group), which discusses, determines and recommends the basic conditions that leather producers should do regarding sustainability and certifies the producers when these conditions are complied with, contributes to the transfer of the unique structure of leather, which has been used since ancient times, to future generations by giving importance to sustainability by all stakeholders in the leather production sector.

Key words: Leather, sustainable production, waste management, LWG, chemical processes, water and energy efficiency

APPLICATION OF Ti_3ALC_2 AND MWCNT-BASED THIN FILMS ON AA2024-T3 ALUMINUM SURFACES VIA DIP-COATING METHOD AND EVALUATION OF THEIR SUPERCAPACITOR PERFORMANCE

Bilge Aydınbek[1]
Mohammad Rafighi[2]
Reza Mohammadigharehbagh[3]

Abstract

The increasing demand for sustainable energy solutions necessitates the development of environmentally friendly, lightweight, and high-performance energy storage materials. In this study, coatings containing Ti_3AlC_2 (MAX phase) and multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs) were applied onto AA2024-T3 aluminum alloy substrates via the dip-coating method, and their supercapacitor properties were evaluated. The applied method aligns with sustainable production principles due to its low energy consumption, low cost, and minimal chemical waste. Ti_3AlC_2 stands out with its good electrical conductivity, oxidation resistance, and high thermal stability, in addition to its electrochemical stability. MWCNTs are highly suitable for energy storage applications due to their high specific surface area, excellent electrical conductivity, and mechanical strength. The synergistic combination of these two materials enables enhanced conductivity, strong adhesion, and a tunable electroactive surface on the coated substrates. The structural, crystallographic, surface, and electrochemical characteristics of the Ti_3AlC_2 and MWCNT thin films were investigated using Raman spectroscopy, scanning electron microscopy (SEM), and galvanostat/potentiostat analysis, respectively. The electrochemical performance of the layered coatings was evaluated using a three-electrode system, focusing on parameters such as specific capacitance, internal resistance, and cycling stability. The findings reveal that the coatings exhibit promising potential for supercapacitor applications. This study presents a sustainable approach toward integrating high-strength structural aluminum alloys such as AA2024-T3 into supercapacitor technologies. Owing to their lightweight nature, surface quality, and electrical conductivity, the resulting coatings also hold promise for use in energy-dense and compact application areas such as portable electronics, the automotive industry, and defense technologies.

Keywords: Nanomaterial, Dip-coating method, MAX Phase, MWCNT, Supercapacitor

[1]Department of Mechanical Engineering, Baskent University, Ankara, Türkiye, 06790
[2]School of Mechanical Engineering, Purdue University, Indiana, USA, 47907, mohammad.rafighi@gmail.com, maras@purdue.edu, ORCID: 0000-0002-9343-9607
[3]Department of Physics, Eskişehir Osmangazi University, Eskişehir, Türkiye, 26190, rs_1025@yahoo.com, ORCID: 0000-0002-0333-487X

DOĞAL DİL İŞLEME YÖNTEMLERİYLE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ODAKLI AKADEMİK YAYINLARIN KONU MODELLEMESİ

Ömer DAĞISTANLI[1]
Ahmet Haşim YURTTAKAL[2]

Özet

Bu çalışmada, son bir yıl içerisinde sürdürülebilirlik, yeşil enerji ve iklim değişikliği temalarıyla ilişkili olarak yayımlanan akademik çalışmaların konu dağılımları analiz edilmiştir. Veri seti, semanticscholar.org platformu üzerinden elde edilmiş ve her bir ana başlık için yaklaşık 100'er adet yayın olmak üzere ortalama 300 akademik yayının özetleri incelenmiştir.

Veri ön işleme aşamasında, çeşitli doğal dil işleme tekniklerinden yararlanılmıştır. İlk olarak tüm kelimeler küçük harfe dönüştürülmüştür; bu sayede aynı anlama gelen kelimelerin farklı biçimlerde (örneğin 'Enerji' ve 'enerji') yazılmasından kaynaklanan tutarsızlıklar giderilerek, analiz süreci daha sağlıklı hale getirilmiştir. Daha sonra noktalama işaretleri ve sayılar ve gereksiz olan kelimeler metinden ayrılmıştır. Durak kelimeler de (örneğin: "ve", "ile", "gibi" gibi bağlaçlar ve edatlar) metinden çıkarılmıştır. Ardından, metinler üzerinde uygulanan lemmatizasyon işlemi sayesinde kelimeler sözlükteki temel biçimlerine (köklerine) indirgenmiş, böylece farklı çekimlerde kullanılan kelimeler tek bir ortak formda değerlendirilerek anlam birliği sağlanmıştır.

Metinlerin konu başlıklarının belirlenmesi amacıyla LDA (Latent Dirichlet Allocation) modeli kullanılmıştır. LDA sayesinde, yayınlardaki kelime desenleri analiz edilerek metinlerin doğal olarak gruplanabileceği üç temel konu ortaya çıkarılmıştır. Bu konular aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

İlk olarak tanımlanan konu, sürdürülebilirlik ve enerji yönetimi üzerine şekillenmektedir. Bu alanda yapılan çalışmalar genel olarak enerji kaynaklarının daha verimli ve çevreye duyarlı biçimde kullanılmasına odaklanmaktadır. Yenilenebilir enerji sistemlerinin geliştirilmesi, enerji verimliliğinin artırılması ve çevresel etkilerin minimize edilmesi gibi konular öne çıkmaktadır. Bu bağlamda, çevre dostu uygulamaların yaygınlaştırılması ve yeşil teknolojilerin enerji yönetimi süreçlerine entegrasyonu temel tartışma noktaları arasında yer almaktadır. Ele alınan metinler, sürdürülebilirliğe ekolojik bir perspektiften yaklaşmakta; enerji üretimi ve tüketiminde doğaya uyumlu sistemlerin ön plana çıkarılması gerektiğini vurgulamaktadır.

İkinci konu ise enerji geçişi ve yeşil teknolojiler etrafında yoğunlaşmaktadır. Burada yapılan çalışmalar, enerji sistemlerinin fosil yakıtlardan düşük karbonlu ve yenilenebilir kaynaklara geçişini, bu geçiş sürecinde kullanılan teknolojik yenilikleri ve finansal düzenlemeleri kapsamaktadır. Çalışmalar yalnızca teknik dönüşüm süreçlerine değil, aynı zamanda bu dönüşümün ekonomik boyutlarına da ışık tutmaktadır. Finansal teşvik mekanizmaları, karbon piyasaları, sürdürülebilir yatırımlar ve devlet politikalarının etkisi gibi konular sıkça işlenmektedir. Bu alan, sürdürülebilirliği yalnızca çevresel değil, aynı zamanda teknolojik ve ekonomik bir mesele olarak ele alarak, sistemsel bir dönüşümü merkeze almaktadır.

Üçüncü konu ise iklim değişikliği ve bu değişikliğin küresel etkileri üzerine odaklanmaktadır. Ele alınan yayınlar, iklim değişikliğinin yol açtığı çevresel sorunlar, küresel ısınmanın etkileri, su kaynakları üzerindeki baskılar, artan orman yangınları ve karbon emisyonları gibi çeşitli doğrudan sonuçları

incelemektedir. Bu alandaki tartışmalar, genellikle küresel tehditlerin ciddiyetine dikkat çekmekte ve alınması gereken önlemleri vurgulamaktadır. Doğal afetlerin sıklığının ve şiddetinin artışı, tarım ve su yönetiminde yaşanan zorluklar ve ekosistemler üzerindeki yıkıcı etkiler, bu metinlerde ortak bir çerçevede ele alınmaktadır. Bu yaklaşım, iklim krizini sistemsel bir çevresel tehdit olarak değerlendirirken, küresel ölçekte alınması gereken aksiyonlara dair çözüm önerilerine de yer vermektedir.

Elde edilen sonuçlar, çevre ve enerji politikaları bağlamında ele alınan yayınların, farklı bakış açılarına sahip olmakla birlikte ortak bir sürdürülebilirlik hedefi etrafında şekillendiğini göstermektedir. "Sürdürülebilirlik ve enerji yönetimi" konusu, çevresel kaygıları temel alarak enerji verimliliği ve doğaya duyarlı çözümleri öne çıkarırken; "enerji geçişi ve yeşil teknolojiler" konusu bu süreci teknolojik inovasyonlar ve finansal yapıların dönüşümü üzerinden değerlendirmektedir. "İklim değişikliği ve küresel etkiler" konusu ise daha çok iklim kaynaklı felaketler ve bu krizlerin doğal kaynaklar üzerindeki yansımalarına odaklanmaktadır.

Bu üç konu, sürdürülebilir kalkınmanın farklı yönlerini bütüncül bir şekilde ele alarak çevresel, ekonomik ve toplumsal bileşenleri içeren kapsamlı bir bakış sunmaktadır. Çalışma, yalnızca mevcut bilimsel üretimi haritalamakla kalmayıp, aynı zamanda sürdürülebilirlik araştırmalarında hangi temaların ön planda olduğunu, hangi konulara daha fazla dikkat verilmesi gerektiğini gösteren yönlendirici bir kaynak niteliğindedir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Yeşil Enerji, İklim Değişilkliği, Metin Madenciliği, Gizli Dirichlet Ayrımı.

[1]Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, omer.dagistanli@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4157-8047
[2]Doç. Dr., Afyon Kocatepe Üniversitesi, ahyurttakal@aku.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5170-6466

SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA HEDEFLERİ DOĞRULTUSUNDA KADIN SAĞLIĞINDA GİYİLEBİLİR TEKNOLOJİLERİN ROLÜ

Süheyla Demirtaş Alpsalaz

Özet

Sürdürülebilir kalkınma, günümüz ihtiyaçlarını karşılarken gelecek nesillerin haklarını gözeten bir kalkınma modelidir. Bu çerçevede, Birleşmiş Milletler tarafından belirlenen 17 Sürdürülebilir Kalkınma Amacı (SKA), sağlık, eğitim, toplumsal cinsiyet eşitliği ve teknolojik gelişmelerle güçlü bağlar kurmaktadır. Kadın sağlığı ise bu hedeflerin merkezinde yer almaktadır.

SKA 3 (Sağlık ve Kaliteli Yaşam) kapsamında; 2030 yılına kadar anne ölüm oranlarının azaltılması, ergen doğurganlığının düşürülmesi ve üreme sağlığı hizmetlerine erişimin artırılması hedeflenmektedir. Türkiye'de anne ölüm oranı 2010'da 16,7 iken 2019'da 13,1'e gerilemiştir. Modern yöntemlerle aile planlaması sağlayan kadın oranı %60,6'ya ulaşmıştır. SKA 5 (Toplumsal Cinsiyet Eşitliği) ise kadınlara yönelik ayrımcılık ve zararlı uygulamaların (erken yaşta evlilik, kadın sünneti vb.) sonlandırılmasını amaçlamaktadır. Türkiye'de 20-24 yaş aralığında 18 yaşından önce evlenen kadın oranı %14,7'dir.Pandemi süreci, kadın sağlığı üzerindeki hizmetlerde ciddi aksamalara neden olmuş, özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerde doğum öncesi bakım, aile planlaması ve temel sağlık hizmetlerinde gerilemeler yaşanmıştır. Örneğin, 2020 yılında dünya genelinde tahmini 12 milyon kadın aile planlaması hizmetlerine ulaşamamış, bu durum yaklaşık 1,4 milyon istenmeyen gebelikle sonuçlanmıştır. Aynı dönemde tahminen 113.400 ek anne ölümü meydana gelmiştir. Bu bağlamda **giyilebilir teknolojiler**, kadın sağlığının korunması ve izlenmesi açısından yeni olanaklar sunmaktadır. Giyilebilir teknoloji; akıllı saatler, yüzükler, giysiler, gözlükler gibi aksesuarlara entegre edilen mikroişlemcili, internet bağlantılı cihazları kapsamaktadır. Bu cihazlar; regl döngüsü takibi, ovulasyon izlemi, gebelikte tansiyon kontrolü, uyku kalitesi değerlendirmesi ve yaşlı kadınlarda hareket takibi gibi işlevler sunmaktadır. 2025 yılına kadar giyilebilir sağlık teknolojilerinin pazar büyüklüğünün 78 milyar dolara ulaşması beklenirken 2025 yılında 420,08 milyar dolar olmuştur. Giyilebilir cihazlar, bireylerin sağlıklarını proaktif olarak takip etmelerine olanak sağlayarak, sağlık hizmetlerine erken müdahale imkânı sunmakta, özellikle kadınlar için kritik yaşam dönemlerinde (gebelik, menopoz, emzirme vb.) destekleyici rol üstlenmektedir.

Kadın sağlığı ile ilgili küresel hedeflere ulaşmada dijital sağlık çözümlerinin yaygınlaştırılması büyük önem taşımaktadır. Sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu şekilde geliştirilen ve erişilebilirliği artırılan giyilebilir teknolojiler, sağlık eşitsizliklerini azaltmada etkili bir araç olarak öne çıkmaktadır.

Uzman Hemşire, Sağlık Bakanlığı, suheyla.4065@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7665-4428

DİŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANILAN CİHAZLARIN OLUŞTURDUĞU ELEKTROMANYETİK ALANLARIN ÖLÇÜMÜ VE OLASI MESLEKİ MARUZİYETİN DEĞERLENDİRİLMESİ

MEASUREMENT OF ELECTROMAGNETIC FIELDS GENERATED BY DENTAL DEVICES AND ASSESSMENT OF POTENTIAL OCCUPATIONAL EXPOSURE

Ayşe Bulut[1],
Öznur Kurucu[2]

Özet

Diş hekimliğinde kullanılan elektrikli cihazların oluşturduğu elektromanyetik alanların (EMA) sağlık çalışanları üzerindeki potansiyel etkileri günümüzde dikkat çeken bir araştırma konusudur. Bu çalışmada, periodontoloji, endodonti, cerrahi ve ortodonti alanlarında yaygın olarak kullanılan dört farklı cihazın oluşturduğu manyetik alan düzeylerini nicel olarak belirlemeyi ve sağlık çalışanlarının olası mesleki maruziyet riskini değerlendirmeyi amaçladık. Çalışma kapsamında; periodontolojide kullanılan ultrasonik kazıyıcı, endodontide kullanılan endomotor, cerrahi uygulamalarda tercih edilen fizyodispenser ve ortodontide kullanılan ışınlı dolgu cihazı olmak üzere dört cihaz değerlendirilmiştir. Her cihaz, 10 gün boyunca birer dakika çalıştırılmış ve her 10 saniyede bir yapılan ölçümler ile en yüksek manyetik alan değerleri kaydedilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda, cihazların ortalama manyetik alan güçleri miligauss (mG) cinsinden ve standart sapmalarıyla birlikte hesaplanmıştır. Sonuçlara göre, cihazların ortalama EMA değerleri şu şekildedir: Ultrasonik kazıyıcı 0,14 ± 0,02 mG / 0,19 ± 0,04, ışınlı dolgu cihazı 0,2 ± 0,04 / 1,17 ± 0,44 mG, endomotor 1,76 ± 0,08 / 3,96 ± 0,84 mG ve fizyodispenser cihazı 59,14 ± 11,52 / 177,41 ± 6,96 mG aralığında manyetik alan üretmiştir. Özellikle fizyodispenser cihazının diğer cihazlara kıyasla oldukça yüksek EMA seviyeleri oluşturduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular, dental klinik ortamlarında çalışan diş hekimleri, hemşireler ve ağız-diş sağlığı teknisyenlerinin, bazı cihazlar nedeniyle uzun süreli elektromanyetik alan maruziyetine maruz kalabileceğini göstermektedir. Bu durum, mesleki maruziyetin düzenli olarak izlenmesini ve gerekli önleyici tedbirlerin alınmasını gerekli kılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mesleki maruziyet, Elektromanyetik alan, Fizyodispenser, Endomotor, Işınlı dolgu cihazı, Ultrasonik kazıyıcı

[1] Ayşe Bulut (SY), Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, draysebulut@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3893-5691, Yozgat
[2] Öznur Kurucu, Uzman Hemşire, Yozgat Bozok Üniversitesi, oznur.kurucu@yobu.edu.tr, ORCID: 0009-0006-3244-3430, Yozgat

Abstract

The potential effects of electromagnetic fields (EMFs) generated by dental devices on healthcare professionals have become an increasingly important subject of occupational health research. In this study, we aimed to quantitatively evaluate the magnetic field strengths produced by four commonly used dental devices and to assess the potential risk of occupational exposure among dental practitioners, nurses, and oral health technicians. Within the scope of the study, four devices have been evaluated: An ultrasonic scaler used in periodontics, an endomotor used in endodontics, a physiodispenser device preferred in surgical applications, and a light-curing unit used in orthodontics. Each device have been operated for one minute for 10 days, and the highest magnetic field values have been recorded with measurements taken every 10 seconds. Based on the obtained data, the average magnetic field strengths of the devices have been calculated in milligauss (mG) and their standard deviations. The results indicated that the average magnetic field strengths varied significantly across devices: The ultrasonic scaler (0,14 ± 0,02 mG / 0,19 ± 0,04 mG), the light-curing unit (0,2 ± 0,04 / 1,17 ± 0,44 mG), the endomotor (1,76 ± 0,08 / 3,96 ± 0,84 mG), and the physiodispenser device (59,14 ± 11,52 / 177,41 ± 6,96 mG). In particular, it has been determined that the physiodispenser device creates very high EMF levels compared to other devices. The findings show that dentists, nurses and oral health technicians working in dental clinic environments may be exposed to long-term electromagnetic field exposure due to some devices. This situation requires regular monitoring of occupational exposure and taking necessary preventive measures.

Key Words: Occupational exposure, Electromagnetic field, Physiodispenser device, Endomotor, Light-curing unit, Ultrasonic scaler

DİJİTAL ÖĞRENCİ İŞLERİ SÜREÇLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞE KATKISI: YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ

İbrahim Önal

Özet

Bu çalışma, yükseköğretim kurumlarında sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada idari süreçlerdeki dijitalleşmenin oynadığı kritik rolü ele almaktadır. Özellikle öğrenci işleri birimlerinin yürüttüğü işlemlerin dijital ortama aktarılması, yalnızca operasyonel verimliliği artırmakla kalmamakta, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik açısından da ciddi kazanımlar sağlamaktadır. Yozgat Bozok Üniversitesi (YOBÜ) özelinde yürütülen bu çalışmada; öğrenci bilgi sistemi (OBS), elektronik belge yönetim sistemi (EBYS), Yükseköğretim Bilgi Sistemi (YÖKSİS), e-Devlet entegrasyonu ve SOBİ-EK gibi dijital uygulamalar aracılığıyla fiziksel işlem yükünün, kağıt israfının ve zaman kayıplarının nasıl azaltıldığı irdelenmiştir.

Kavramsal çerçeve, dijital dönüşüm ile sürdürülebilirlik arasındaki bağlantıyı açıklayan "ikiz dönüşüm" yaklaşımına dayanmaktadır. Yöntem olarak belge incelemesi ve literatür taramasına dayanan çalışmada, YOBÜ Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı'nın iç değerlendirme raporlarındaki kalite göstergeleri ve uygulama çıktıları analiz edilmiştir.

Elde edilen bulgular, öğrenci işleri süreçlerinin dijitalleşmesinin sadece çevresel değil; sosyal ve yönetsel sürdürülebilirlik bağlamında da çok yönlü faydalar sağladığını göstermektedir. Bu çerçevede özellikle diploma ve diploma eklerinin otomatik değil talep üzerine basılması, varsayılan olarak dijital belge sunumu ilkesi, mobil uygulamalar aracılığıyla işlemlerin kolaylaştırılması ve dijital oryantasyon programlarının geliştirilmesi gibi uygulamalar, kaynak kullanımını optimize etmekte ve üniversitelerde sürdürülebilirlik hedeflerine önemli katkı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Dijitalleşme, Öğrenci İşleri, Yükseköğretim, Kağıtsız Ofis, e-Devlet, Elektronik Belge, EBYS, SOBİ-EK

Daire Başkanı, Yozgat Bozok Üniversitesi, ibrahim.onal@yobu.edu.tr, ORCID: 0009-0008-1124-4488

DİJİTALLEŞMENİN SÜRDÜRÜLEBİLİR TÜKETİM DAVRANIŞI ÜZERİNE OLUMLU VE OLUMSUZ ETKİLERİ

Pınar HACIHASANOĞLU[1]
Zuhal AKGÜN[2]

Özet

Dünya üzerinde meydana gelen iklim değişiklikleri, küresel ısınma, çevre kirliliği ve kıtlık gibi birçok etken tüketici davranışlarında da değişime ve dönüşüme neden olmaktadır. Tüketici bir taraftan dünya üzerindeki bu değişimlere ayak uydurmaya çalışırken diğer taraftan dijitalleşme ve yeni teknolojilerin artması büyük bir ikilem içerisine itmektedir. Sınırsız tüketimi teşvik eden yeni ekonomik düzen tüketiciyi sürdürülebilir tüketim davranışından uzaklaştırmaktadır. 1994 yılında Birleşmiş Milletler tarafından düzenlenen Oslo Sempozyumu'nda ortaya çıkan sürdürülebilir tüketim kavramı, temel ihtiyaçları karşılayan ve daha iyi bir yaşam kalitesi sağlayan, yaşam döngüsü boyunca doğal kaynakların tüketimi ve toksik maddelerin, atık ve çevreyi kirletici emisyonları en aza indiren hizmetlerin ve ürünlerin kullanımını ifade etmektedir. Tüketicilerin doğal kaynakların kullanımı konusunda taviz vermemesi bu noktada önem arz etmektedir.

Bu çalışmada dijitalleşmenin sürdürülebilir tüketim davranışı üzerine etkileri kavramsal olarak ele alınmıştır. Dijitalleşme sürdürülebilir tüketimi hem olumlu hem de olumsuz olarak etkilemektedir. Burada tartışmasız tüketimin dijitalleşmesinin kalıcı olduğu ve artmaya devam edeceği gerçeğidir. Bu eğilim, devasa bilgi işlem gücü, büyük veri, bulut bilişim, yapay zekâ, nesnelerin interneti ve çevrimiçi platformlar tarafından desteklenmektedir. Tüketimin daha sürdürülebilir hale gelmesi gerektiği ve bu nedenle dijitalleşmeyi sürdürülebilir tüketim için bir araç olarak kullanmak önemli olacaktır. Dijitalleşmenin sürdürülebilir tüketime olumlu etkileri; artan farkındalık ve eğitimi teşvik etmesi, sürdürülebilir ürünlere erişimi kolaylaştırması, uygulamalar aracılığıyla davranışları teşvik etmesi, paylaşım ekonomisi ve dairesel modellerle (yeniden kullanım) tüketimi azaltması ve akıllı teknoloji ve nesnelerin internetiyle enerji tüketimini azaltması şeklinde sıralanabilir. Dijitalleşmenin sürdürülebilir tüketim üzerindeki olumsuz etkileri ise; e-ticaretin tetiklediği aşırı tüketim, dijital altyapının çevresel etkisi (e-atıkların artması), yeşil aklama (doğrulanmamış sürdürülebilirlik iddiaları) ve dijital uçurum olarak ifade edilebilir. Deloitte'un 2022 raporuna göre, dünya genelinde her üç tüketiciden biri, bir ürünün sürdürülebilirliğini öğrenmek için dijital araçları kullanmaktadır. Too Good To Go gibi platformlar, lansmanından bu yana 100 milyondan fazla yemeğin çöpe gitmesini önlemiştir. Moda yeniden satış pazarının 2030 yılına kadar iki katına çıkması ve döngüsel tüketimi desteklemesi beklenmektedir. Sonuç olarak, dijitalleşme sürdürülebilir tüketimin hem fırsatlarını hem de zorluklarını artırmaktadır. Artık teknolojinin sürdürülebilirliğe entegrasyonu sayesinde daha sürdürülebilir tüketim ve dolayısıyla sürdürülebilir dünya tesis etmek mümkün olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Tüketim, Dijitalleşme, Sürdürülebilirlik

[1]Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, pinar.hacihasanoglu@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4595-5156
[2] Doç. Dr., Yozgat Bozok Üniversitesi, zuhal.akgun@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5737-7920

TÜRKİYE'DEKİ ÜNİVERSİTELERİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK PERFORMANSI: GREENMETRİC İZLEME SİSTEMİ ÇERÇEVESİNDE BİR DEĞERLENDİRME

Zuhal AKGÜN[1]
Pınar HACIHASANOĞLU[2]

Özet

Günümüzde İklim krizi, doğal kaynakların tükenmesi ve çevresel sorunlar, üniversiteleri daha sürdürülebilir yapılar oluşturmaya yönlendirmektedir. Bu bağlamda, üniversiteler eğitim ve araştırma faaliyetleri yanında yeşil kampüs politikaları ile sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır. Endonezya Üniversitesi tarafından 2010 yılında başlatılmış uluslararası bir sıralama sistemi olan UI(Universitas Indonesia) GreenMetric Dünya Üniversite Sıralaması, dünya çapındaki üniversitelerin çevresel sürdürülebilirlik konusundaki performanslarını değerlendirmektedir. 95 ülkeden 1.477 kurumu kapsayarak, kurumların sürdürülebilirlik performansının ölçümlendiği değerlendirmede Türkiye'den 124 üniversite yer almaktadır. Türkiye'deki üniversitelerin GreenMetric'e gösterdiği ilgi, yükseköğretim kurumlarının çevresel performanslarını uluslararası düzeyde görünür kılma isteğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada Türkiye'deki üniversitelerin GreenMetric sıralamaları kapsamında sürdürülebilirlik politikaları kavramsal bir çerçevede incelenmekte, 2024 yılı sıralaması tanımlayıcı bir yaklaşım ile ele alınmaktadır. Altyapı ve yerleşke (%15), enerji ve iklim değişikliği (%21), atık yönetimi (%18), su kullanımı (%10), ulaşım (%18), eğitim ve araştırma (%18) kriterlerinin Türk üniversitelerinin kurumsal stratejilerine nasıl yansıdığı değerlendirilmektedir. Bu ölçütlere göre Türkiye'deki üniversitelerin, sürdürülebilirlik ve çevre dostu uygulamalar konusunda önemli ilerlemeler kaydettiği görülmektedir. Dünya sıralamasında ilk 100'de 7 Türk üniversitesi yer almaktadır. Bu üniversiteler GreenMetric sıralamalarında üst sıralarda yer alarak bu alandaki başarılarını göstermektedir. Yozgat Bozok Üniversitesi Türkiye'de 106. sırada yer alırken dünya sıralamasında 1156. sırada bulunmaktadır. Toplamda 96 Türk üniversitesi ilk 1000 listesinde yer almaktadır. Bu verilere göre Türk üniversitelerinin sürdürülebilirlik ve çevre dostu kampüs oluşturma konusunda kararlılıkla ilerlediği ve etkin çalışmalar yürüttüğü düşünülmektedir. Çevre bilincinin kurumsal kültüre entegre edilmesi ve öğrencilere yönelik çevreci yaşam tarzlarının desteklenmesi sürecin etkinliği açısından önem kazanmaktadır. Sonuç olarak, Türkiye'deki üniversitelerin GreenMetric sıralamaları aracılığıyla sürdürülebilir kalkınma hedeflerine daha bilinçli ve stratejik şekilde yöneldikleri; bu çabanın, yükseköğretim sisteminde çevreci bir dönüşüm için önemli bir fırsat sunduğu değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: UI GreenMetric, Yeşil Kampüs, Üniversite, Sürdürülebilirlik

[1]Doç. Dr., Yozgat Bozok Üniversitesi, zuhal.akgun@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5737-7920
[2]Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, pinar.hacihasanoglu@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4595-5156

CORROSION PERFORMANCE OF AA2024-T3 ALLOY COATED WITH Ti_2SnC MAX PHASE AND GRAPHENE: A SUSTAINABILITY PERSPECTIVE

Büşra Yaman[1]
Mohammad Rafighi[2]
Reza Mohammadigharehbagh[3]

Abstract

AA2024-T3 aluminum alloy, which is widely used in the aviation industry due to its high strength-to-weight ratio, exhibits limited corrosion resistance, especially in humid and aggressive environments. In this study, thin films of Ti_2SnC (a MAX phase) and graphene were coated onto its surface to improve the alloy's electrochemical corrosion performance. The coating processes were carried out using the spin coating method, which offers low material waste and high surface uniformity. The structural properties of the coated surfaces were characterized by Raman spectroscopy, while the surface morphology was analyzed using Scanning Electron Microscopy (SEM). Moreover, electrochemical behaviors were evaluated through Tafel curves and Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS) techniques. The obtained findings demonstrated that the multilayer coatings significantly reduced the corrosion current density and promoted the formation of a passive film. From a sustainability perspective, this approach extends the service life of aircraft structural components and reduces maintenance costs. Additionally, its low chemical usage minimizes environmental impact and contributes to green manufacturing goals. Therefore, advanced surface engineering techniques offer significant potential for developing sustainable and high-performance aerospace materials.

Keywords: AA2024-T3, MAX Phase, Ti_2SnC, Spin Coating, Graphene, Corrosion, Sustainability

[1]Department of Mechanical Engineering, Baskent University, Ankara, Türkiye, 06790, ORCID: 0009-0001-3542-6410
[2]School of Mechanical Engineering, Purdue University, Indiana, USA, 47907, ORCID: 0000-0002-9343-9607, mohammad.rafighi@gmail.com, maras@purdue.edu
[3]Department of Physics, Eskişehir Osmangazi University, Eskişehir, Türkiye, 26190, ORCID: 0000-0002-0333-487X, rs_1025@yahoo.com

KADIN VE MİTOLOJİ

Ege Ebrar ÖNÜR

Özet

İnsanlık iki farklı cinsiyetin varlığına bağlıdır; XX kromozomuyla kadın ve XY kromozomuyla erkek. İnsanlık tarihi bugünlere kadar bu iki cinsiyetin üremesi sonucu gelmiştir. Sadece soyun değil insan türünün de devamlılığı için her iki cinsiyete eşit miktarda ihtiyaç vardır. Buna karşılık sadece kromozomal farklılıklar değil bu iki cinsiyetin fizyolojik, biyolojik, hormonel yapıları gereği birbirinden farklılaşması da birçok toplumsal ve sosyal olayda ayrışmalara sebep olmuştur. Kadının erkeğe oranla kas, kemik ve eklem dokularının daha narin olması sanki onun güçsüz bir varlık olarak algılanmasına neden olurken bu durum sadece fiziksel özellikler bazında sınırlı kalmamış aynı zamanda zihinsel beceriler ve psikolojik sağlamlılık açısından da erkeklerin kadınlara oranla daha güçlü olduğunun öne sürülmesine neden olmuştur. Hatta bu minvalde birçok atasözü ve deyimler de bu düşünce üzerine şekillenmiştir: "Saçı uzun aklı kısa.", "Erkeğin nefsi birdir kadının nefsi dokuzdur.", "Kadının şamdanı altın olsa mumu dikecek erkektir." gibi. Nitekim tarihsel süreçteki mitolojik anlatılar da söz konusu durumu destekler niteliktedir.

Antik Yunan mitolojisinin en farklı, sorunlu ve her yönüyle esrarengiz olan karakterlerinden Madea bu duruma örnektir. Çünkü Madea gerektiğinde hırslı, intikamcı ve acımasız olabildiği gibi, aynı zamanda bir lider edasına da sahip olan biridir. İhanete uğradığında, ihaneti kendisine yaşatan kişiden olan çocuklarını katledecek kadar da gözü dönmüş bir karakterdir. Ancak gerek o dönem açısından, gerekse de günümüzdeki ataerkil toplum açısından bu durum kesinlikle kabul edilebilir bir durum değildir. Bu sebeple kimse Iason'un Madea'ya olan ihanetiyle ilgilenmez. Örneğin Medusa, Poseidon tarafından tecavüze uğrayan ve kendini tanrılara adayan bir genç kızdır. Athena ise sözde Medusa'yı bu ızdıraptan kurtarmak için bir daha başına böylesi olumsuz bir olay gelmemesi adına onun güzelliğini alarak Medusa'yı yerin altına gönderir. Bakıldığında mağdur olan Medusa olmasına rağmen cezalandırılan yine Medusa'nın kendisidir. Kendisi bir utanç tablosudur bu sebeple onun gözlerinin içine bakanlar bu utanç tablosunu görmesinler diye taşa dönecektir.

Yukarıda bahsi geçen örneklerle birlikte aslında tanrıçaların yok edilmek için var edildiklerini görmek mümkündür. Doğurganlık, bilgelik ve hakikat tanrıçası olan Gaya da aslında erkek hegomanyası tarafından tahakküm altına alınan doğurganlığını kurtarmak için oğluna eşini öldürtmüştür. Bu sebeple mitolojik anlatılarda yerini hilekâr ve hain olarak alır. Bu anlatıların döngüsel ve varoluşsal olduğunu söylemek mümkündür. Bizlerin varlıkla ilişki kurma biçimimizi oluşturur. Davranışlarımızı, toplumla ilişki kurma şeklimizi, düşünce biçimimizi etkiler. Âdeta toplumsal düzenin varoluşsal söylemleri ve meşrulaştırıcılarıdır.

Mitler kültürel genin taşınmasında önemli bir araçtır. Mite duyulan ihtiyaç toplumla bütünleşme arzusuyla ilişkilidir. Aynı zamanda mitoloji, toplumun fikirsel, eylemsel ideolojisinin de oluşmasında önemli birer araçtır. Sözlü edebiyatla aktarılan kahramanlık öyküleri nesilden nesile aktarılarak devletlerin kimliğinin oluşmasında etkilidir ve devletin nasıl bir perspektifle hareket edeceğini tayin etme noktasında önemlidir. Bu açıdan bir uygarlığın mitolojisinde geçmişte kadının ne şekilde konumlandırıldığı bugün de kadına nasıl bakılacağı konusunda belirleyicidir. Türk tarihindeki Tomris Hatun devlet yönetiminde son derece etkili bir figür olan ilk kadın hükümdar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yüzden Türklerde kadınlara ne kadar önem verildiği konusunda bu savı destekler niteliktedir. Lakin günümüzde kültürel etkileşim, küreselleşmenin meydana getirdiği deformasyon gibi faktörler kadına olan bakış açısını değiştirmiş tarihsel anlatıların tersi istikamette hareket edilmesine neden olmuştur. Anlaşılacağı üzere burada verilen örneklerde farklı uygarlıkların birbirleriyle olan etkileşimi kültürler arası değişimler meydana getirmiş ve bu durum zaman içerisinde kültürel mirasın yeniden şekillenmesine ve toplumsal dönüşümün çevresel faktörler üzerine inşa edilmesine sebep olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kadın, mitoloji, kültür, aktarım, etkileşim, deformasyon

Klinik Psikolog, egebrar@gmail.com, ORCID No: 0000-0002-1433-3602

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK MUHASEBESİ ÜZERİNE AKADEMİK EĞİLİMLER: BİBLİYOMETRİK BİR DEĞERLENDİRME

Elçin Dalkılıç[1]
Yusuf Karakaya[2]

Özet

Sürdürülebilirlik muhasebesi, işletmelerin çevresel, sosyal ve ekonomik faaliyetlerinin ölçülmesi, raporlanması ve analiz edilmesini amaçlayan bir muhasebe türüdür. Bu yaklaşım, geleneksel finansal muhasebenin ötesine geçerek işletmenin çevresel etkilerini, doğal kaynak kullanımını, karbon ayak izini ve toplumsal katkılarını da dikkate almaktadır. Sürdürülebilirlik muhasebesi, paydaşlara daha bütüncül ve şeffaf bilgi sunarken, işletmelere uzun vadeli stratejik kararlar alma konusunda rehberlik etmektedir. Günümüzde bu alan, sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde gelişmekte ve artan akademik ilgi görmektedir.

Bu çalışmada, sürdürülebilirlik muhasebesi konusundaki akademik literatürün değerlendirilmesi amacıyla bibliyometrik analiz yöntemi kullanılmıştır. Analiz kapsamında, Web of Science (WoS) veri tabanında "sustainability accounting" anahtar kelimesiyle yapılan tarama sonucunda, SSCI ve ESCI endekslerinde yer alan toplam 913 makale incelenmiştir. Bibliyometrik analiz için VOSviewer (1.6.20) yazılımı kullanılmış; yazarlar, ülkeler, kurumlar, anahtar kelimeler ve atıf ilişkileri temel alınarak alandaki araştırma dinamikleri görselleştirilmiştir.

Sürdürülebilirlik muhasebesiyle ilgili ilk yayının 2003 yılında yapıldığı tespit edilmiştir; en yoğun yayın yılı ise 129 çalışmayla 2023 olmuştur. 2025 yılının ilk çeyreğinde ise 34 yayın kaydedilmiştir. Yazarlar arasında Schaltegger, S. ve Burritt, R. hem yayın hem de atıf sayılarıyla öne çıkmakta; aynı zamanda yüksek bağlantı gücüne sahiptir. Ülke analizinde, en çok yayın ve atıfa sahip ülke Avustralya olurken, Almanya ve İspanya da alana önemli katkılar sağlamaktadır. Kurumsal düzeyde University of South Australia, en yüksek atıf sayısına sahip kurum olarak dikkat çekmektedir. Anahtar kelimeler arasında en sık kullanılan terim "sustainability accounting" olmuş; çevresel muhasebe ve raporlama temaları ön planda yer almıştır. En fazla atıf alan çalışmalar arasında Burritt (2010) ve Schaltegger (2010) yer almakta; Gray, Bebbington ve Schaltegger ise literatürde en çok birlikte atıf yapılan yazarlar arasında bulunmaktadır. Yayınların en yoğunlaştığı dergi *Sustainability Accounting Management and Policy Journal* olurken, en fazla atıf *Accounting Auditing & Accountability Journal*'da yayımlanan çalışmalara yapılmıştır.

Bu çalışma, sürdürülebilirlik muhasebesi alanındaki akademik literatürü sistematik bir biçimde inceleyerek, alandaki başlıca aktörleri, işbirliği yapıları ve araştırma eğilimlerini ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, son yıllarda bu alana yönelik ilginin önemli ölçüde arttığını göstermektedir. Literatürde çevresel etkiler, sürdürülebilirlik raporlaması ve kurumsal sosyal sorumluluk konularının ağırlık kazandığı gözlemlenmiştir. Gelecek araştırmalarda disiplinler arası yaklaşımların benimsenmesi, gelişmekte olan ülkelerden katkıların artırılması ve akademik literatür ile uygulama arasındaki bağın güçlendirilmesi önerilmektedir. Ayrıca, sürdürülebilirlik muhasebesinin dijitalleşme, yapay zekâ ve veri analitiği gibi yeni teknolojik gelişmelerle nasıl etkileşime girdiğini inceleyen çalışmaların literatüre önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Sürdürülebilirlik Muhasebesi, VOSviewer, Bibliyometrik Analiz

[1]Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, elçin.eren@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5939-8584
[2]Yüksek Lisans Öğrencisi, Yozgat Bozok Üniversitesi, 1karakayayusuf@gmail.com, ORCID: 0009-0000-9615-5004

DEVELOPMENT OF A NEW METAL WORKİNG FLUİDS TO İMPROVE THE MACHİNABİLİTY OF AISI D2 STEEL: A SUSTAİNABİLİTY FOCUSED APPROACH

Ramanuj Kumar

Abstract

In this study, a new type of metalworking fluid was developed for use as a cutting fluid to improve machining efficiency, especially in hard turning of difficult-to-machine materials. Machining of hardened steels with hardness exceeding 50 HRC remains a major challenge due to excessive heat generation, rapid tool wear, and poor surface finish. To address these problems, various cutting fluids have been developed to reduce cutting temperature and thereby improve tool life and surface quality. Among the recent developments, ionic liquids (ILs) have emerged as promising additives to base coolants due to their improved thermal conductivity and tribological properties. In this research, 1-butyl-3-methylimidazolium chloride, an ionic liquid, was synthesized and then mixed with mineral oil using a two-step mixing method. The obtained cutting fluid showed significant improvement in properties: thermal conductivity increased by 9.81% and viscosity improved by 24.2% compared with the pure mineral oil. To evaluate the performance of this new cutting fluid, a comparative study was conducted using hard turning of AISI D2 tool steel. Experiments were conducted under identical conditions for 20 min using a coated carbide cutting tool. Key machining responses, including cutting temperature, tool wear and surface roughness, were measured and analyzed. The ionic liquid-enriched cutting fluid showed significantly better performance than mineral oil alone, leading to lower cutting temperatures, reduced tool wear and improved surface finish. In addition, a sustainability assessment was conducted using the Pugh matrix decision-making approach. The IL-enriched cutting fluid achieved a sustainability score of +9, compared to a score of +2 for conventional mineral oil. Based on the experimental results and sustainability analysis, the developed ionic liquid-based cutting fluid not only outperforms traditional cutting fluids but also complies with green manufacturing practices, making it a strong candidate for industrial applications.

Keywords: Hard turning, Mineral oil, Ionic liquid, Tool wear, Surface quality, Sustainability

School of Mechanical Engineering, KIIT Deemed to be University, Bhubaneswar, Odisha, India, ramanujfme@kiit.ac.in

KULLANIMDA OLAN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK RAPORLAMA STANDARTLARI VE UYGULAMALARI KONUSUNDA TÜRKİYE KAPSAMINDA BİR DEĞERLENDİRME

Ali ERDOĞAN

Özet

Çevresel, sosyal ve yönetişim (ÇSY); çevresel sorunlara, sosyal sorunlara ve kurumsal yönetişime öncelik veren bir yatırım ilkesi yaklaşımıdır. ÇSY raporlamasının kurumsal yönetimde çok önemli bir yeri vardır ve bir şirketin performansının finansal metriklerin ötesinde kapsamlı bir değerlendirmesini sağlar. Şirketler için ÇSY raporlaması; şeffaflığı, hesap verebilirliği, güveni ve yenilikçiliği artırırken yatırımcıların sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumlu bilinçli kararlar almasını sağlayarak daha dayanıklı bir küresel ekonomiyi teşvik eder.

ÇSY sorunları işletmeler ve yatırımcılar için büyük bir endişe kaynağı olabilmektedir. Paydaşlar tarafından ÇSY sorunlarına ilişkin sağlıklı bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır bu nedenle kuruluşlar ÇSY konularını kapsayan sürdürülebilirlik raporları düzenlemektedir. ÇSY 'e ilişkin artan paydaş farkındalığından dolayı dünya çapındaki şirketler, sorumlu iş uygulamalarına olan bağlılıklarını iletmede sürdürülebilirlik raporlamasının önemini giderek daha fazla kabul etmektedir. Sürdürülebilirlik raporlaması ÇSY ilkelerine bağlılığı yansıtan kurumsal yönetimin temel bir ilkesi haline gelmiştir. Sürdürülebilirlik raporlaması, paydaşlara bir şirketin çevre, toplum ve yönetişim yapıları üzerindeki etkisine dair kapsamlı bir görünüm sağlayan finansal olmayan bilgilerin açıklanmasını sağlayan raporlardır.

Sürdürülebilirlik raporlaması güven oluşturmada, hesap verebilirliği teşvik etmede ve kurumsal stratejileri küresel sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumlu hale getirmede önemli bir araç haline gelmiştir. Bir şirketin sürdürülebilirlik performansı hakkında şeffaf ve doğru bilgiler sağlayan bir sürdürebilirlik raporu; güven, kurumsal itibar ve hesap verebilirlik oluşturmaya yardımcı olurken aynı zamanda olumlu değişim ve inovasyon için bir katalizör görevi görmektedir. Şirketler için sürdürülebilirlik raporlaması, rekabet avantajı sağlar, satın alma, tedarik ve sermayeye erişim riskini azaltır. Hükümetler, şirketler, yatırımcılar ve STK'lar, sera gazı emisyonları, biyolojik çeşitlilik etkileri, malzemeler ve kaynak kullanımı ve tedarik zinciri sürdürülebilirliği dahil olmak üzere çok çeşitli sürdürülebilirlik konularındaki performansı ve etkileri paylaşmak ve anlamak için sürdürülebilirlik raporlamasını ve raporlarını kullanmaktadırlar. Sürdürülebilirlik raporları kuruluşların çevresel risklerini, fırsatlarını ve uygulamalarını; yatırımcılar, düzenleyiciler, ortaklar, çalışanlar ve müşteriler gibi paydaş gruplarına ve kamuoyuna açıklamaları için bir araç olarak kullanılmaktadır.

Dünya genelinde genel kabul görmüş, uygulama birliği sağlayan tek bir sürdürebilirlik raporu standardı henüz bulunmamaktadır. Geleneksel finansal muhasebenin aksine sürdürülebilirlik raporlaması şimdilik aynı uyumluluk, şeffaflık ve tutarlılık ile yapılamamaktadır. Bugün dünya çapında 600'den fazla farklı sürdürülebilirlik raporlama standardı, endüstri girişimi, çerçeve ve kılavuz vardır ve bu da sürdürülebilirlik raporlamasını karmaşık, tema ağırlıklı, sektöre veya bölgeye yönelik hale getirmektedir. Hükümetler, yatırımcılar, paydaşlar ve diğer özel piyasa oyuncuları, sürdürülebilirliğe giderek daha fazla öncelik verdikçe birçok şirketler gelişen açıklama düzenlemeleri ve standartları anlamada ve uygulamada zorluklarla karşılaşmaktadır. Genel olarak tüm sürdürülebilirlik

uygulayıcılarının, genel veya yerel kabul görmüş ve uygulanmakta olan bu standartlar konusunda bilgi sahibi olması önemlidir. Ayrıca sürdürülebilirlik raporlaması birçok ülkede zorunlu hale gelmektedir. Uluslararası standart belirleme çalışmaları da hızla ilerlemekte ve ilgililerin gelişmeleri izlemesi zorlaşmaktadır. Çoğu şirket, uygulanabilir olduğu durumlarda yerel hükümetleri tarafından belirlenen sürdürülebilirlik raporlama yasalarını takip etmekte ve/veya raporlama için kullandıkları standartları gönüllü olarak seçmektedir. Birçok ülke ve bölge için daha kapsayıcı çalışmalarla ve organizasyonlarla (CDP, GRI, EFRAG ve IFRS Vakfı'nın ISSB'si gibi) evrensel standartlar oluşturulmaya çalışılmaktadır.

İklim ve sürdürülebilirlikle ilgili açıklama gerekliliklerinin dünya genelinde yaygınlaşması, şirketlerin muhtemelen birden fazla sürdürebilirlik raporlaması standardına uyması gerekeceği anlamına gelmektedir. Birden fazla düzenlemeye tabi olan şirketler, bölgelere ve sektöre göre değişen standartlara uyumluluk için ek raporlamalara ihtiyaç duyabilmektedirler; her bir düzenlemenin gereklilikleri arasındaki benzerlik ve farklılıkları anlamak, açıklamaların doğruluğunu ve verimliliğini artırabilir. Sürdürülebilirlik raporlamasına yeni başlayan veya ÇSY ölçümlerini, açıklamalarını ve hedef belirlemelerini genişletmek isteyen kuruluşlar için uygulanmakta olan öncü sürdürülebilirlik raporlama standartlarını araştırmaları, öğrenmeleri ve değerlendirmeleri çok elzem bir konu haline gelmiştir.

Bu çalışma ile sürdürülebilirlik raporlamasının ardındaki motivasyonlar, düzenlenen sürdürebilirlik raporlama standartları ve yaygın olarak kullanılan açıklama çerçeveleri değerlendirilecektir. Ayrıca bu çalışmada dünya genelinde öne çıkan kurumsal ÇSY ve sürdürülebilirlik raporlama standartları hakkında bilgiler verilip sürdürülebilirlik raporlaması konusunda Türkiye özelinde bir değerlendirme yapılacaktır.

KOSGEB, aliyerdo@hotmail.com, ORCİD: 0000-0002- 3650-1064, Ankara

MA YÖNTEMİ İLE AL7075 TOZLARINA TİC VE B_4C TAKVİYELERİ YAPILARAK HİBRİT KOMPOZİT MALZEMELER ÜRETİLEBİLİRLİĞİ

Ayşe KİRAZLAR[1]
Sidem KANER[2]
Sinan AKSÖZ[3]

Özet

Al7075 alaşımları sahip oldukları mekanik özellikler sayesinde, günümüzde havacılık ve otomotiv endüstrisi gibi öncü teknolojik ürünlerin üretim ve geliştirilmesinde önemli malzemeler arasındadır. Bu malzemeler sahip oldukları mekanik özellikleri uygulanacak ısıl işlemler sayesinde iyileştirilebilmektedir. Ancak çok daha yüksek sertlik ve mekanik özelliklerin ihtiyaç duyulmasında ise malzemelere ilave edilecek ikincil sert partiküller ile kompozit yapılar oluşturulması gerekmektedir. Al7075 alaşımlarının genel üretim yöntemleri incelendiğinde döküm yönteminin, istenilen mekanik özellikleri oluşturmada yeterli olmadığı, ayrıca döküm yönteminde kullanılan kompozit ilavelerin Al7075 malzemeden çok daha düşük yoğunlukta olması nedeni ile yapıda homojen olarak dağılmasını engellemesi önemli bir problemdir. Bu problemlerin giderilmesinde ise güncel teknoloji üretimlerinden Toz Metalurji (T/M) yöntemi gündeme gelmekte olup, T/M üretim yöntemlerinden Mekanik Alaşımlama (MA) yöntemi sayesinde ise yapıya ilave edilen kompizitlerin homojen bir şekilde dağıtılabilmesi sağlanabilmektedir. Ayrıca bu yapıda üretimler sonrasında uygulanacak çözeltiye alma ve yaşlandırma ısıl işlemleri sayesinde mekanik özelliklerinin artırılabildiği ve bu sertlik değerlerinin korunmasını sağlanabilmektedir. Döküm yönteminde üretimlerde kompozit yapılar oluşturulsa dahi uygulanacak yaşlandırma sonrasında sertlik değerinin aşırı yaşlanma sonrasında sertliğin düşmesi muhtemeldir. Yapılması planlanan 2025FEBE004 Kodlu yüksek lisans projesi kapsamında yapılacak çalışma sayesinde, Al7075 alaşımına T/M yöntemlerinden MA yöntemi kullanılarak yapı içinde in-situ şekilde ve homojen olarak dağıtılan yaklaşık eşit boyutlara sahip TiC ve B_4C Takviyeleri ile hibrit kompozit yapıların oluşturulması, aşırı yaşlanma sürecinin geciktirilmesi ve sertliğin çok daha uzun sürelerde yüksek sertlik seviyelerinde kalmasının sağlanması hedeflenmektedir. Bu sayede literatüre katkı yapılmış ve bu alanda yer alan açıkların kapatılması sağlanacaktır. Çalışma sayesinde yenilikçi kompozit parçaların ticari olarak geliştirilmesinde de katkı sağlanabilecektir.

[1]Pamukkale Üniversitesi, akirazlar18@posta.pau.edu.tr, ORCİD: 0009-0007-0780-1723, Denizli
[2]Dr. Öğr. Üyesi, Pamukkale Üniversitesi, skaner@pau.edu.tr, ORCİD: 0000-0003-4324-5043, Denizli
[3]Prof. Dr., Pamukkale Üniversitesi, saksoz@pau.edu.tr, ORCİD: 0000-0002-1684-4975, Denizli

SÜRDÜRÜLEBİLİR TÜKETİMDE TUTUM-DAVRANIŞ FARKI: KAVRAMSAL BİR ÇALIŞMA

Nevin Kortunay

Özet

Çevre kirliliği ve doğal kaynaklara karşı gelişen hassasiyet nedeniyle, sürdürülebilir tüketim konusuna verilen önem ve bu konuda yapılan çalışmaların sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Bu çalışmalarda ele alınan başlıklardan bir tanesi de sürdürülebilir tüketimde tutum-davranış farkıdır.

Sürdürülebilir tüketim, çevresel, ekonomik ve sosyal açıdan daha bilinçli ve sorumlu kararlar almak amacıyla yapılan tüketim davranışlarını ifade etmektedir. Ancak, bireylerin sürdürülebilir tüketim ile ilgili olumlu tutumlara sahip olmaları ve sürdürülebilir bir şekilde tüketmeyi amaçlamalarına rağmen, bu niyetlerin günlük hayatta gerçeğe dönüşmesi çoğu zaman beklenenin aksine gerçekleşmemektedir. Bu durum, "tutum-davranış farkı" olarak adlandırılmaktadır ve sürdürülebilir tüketim alanında sıklıkla karşılaşılan bir paradoksu temsil etmektedir.

Sürdürülebilir tüketimin, sürdürülebilir kalkınmanın itici gücü olarak yaygın şekilde kabul edildiği düşüncesinden hareketle bu farkın ortadan kalkmasının, ayrıca bu farkın nedenlerinin ve nasıl ortadan kaldırılacağının tespiti büyük önem kazanmaktadır. Bu çalışmanın amacı öncelikle Türkçe literatürde fazlaca yer almayan bu kavramı tanımlamak ardından bu farkın nedenlerini ve bu farkı ortadan kaldırmak için geliştirilen önerileri kavramsal düzeyde ortaya koymaktır.

Anahtar kelimeler: Sürdürülebilir kalkınma, sürdürülebilir tüketim, tutum-davranış farkı.

Dr. Öğr. Üyesi., Pamukkale Üniversitesi, nkortunay@pau.edu.tr, Orcid:0000-0003-1402-1446.

SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVRE BAĞLAMINDA TÜRKİYE'DE KARBONMONOKSİT SALINIMINI ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN ARDL SINIR TESTİ İLE İNCELENMESİ

Süleyman GÜRBÜZ

Özet

Birleşmiş Milletler üyesi ülkeler tarafından kabul edilen ve son yıllarda fazlasıyla üzerinde durulan konulardan birisi olan "Sürdürülebilirlik" kavramı, insanların gelecek nesillerin refahını etkilemeden kaynakları kullanması olarak ifade edilmiştir. Birleşmiş Milletler tarafından deklare edilen bu amaçlar 17 temel başlıktan oluşmaktadır. Bu başlıklar incelendiğinde ise, özellikle doğal kaynaklar ve çevresel faktörlerin ön plana çıktığı söylenebilir. Yıllardır insanoğlunun geçimini sağlayabilmesi için üretimde kullandığı kaynaklar zaman içerisinde tükenmeye başlamıştır. Ayrıca üretim süreçlerinde tercih edilen bazı yöntemler de doğal kaynakları kirletmiş ya da kullanışlılığını olumsuz etkilemiştir. Bu nedenle, bu çalışmada hava kirliliğini temsil eden Karbonmonoksit salınımını etkilemesi muhtemel bazı faktörlerle ekonometrik analiz gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada CO_2 bağımlı değişken olarak seçilirken, onu etkilemesi muhtemel olan enerji kullanımı, tarımsal üretim ve GSYH değişkenleri tercih edilmiştir. Değişkenler için yapılan ADF birim kök testlerinde, gıda üretimi ve GSYH değişkenleri düzey değerlerinde durağan bulunurken, CO_2 ve enerji tüketimi verileri ise birinci farkında durağan olarak bulunmuştur. Serilerin farklı düzeylerde durağan olması ise ARDL sınır testinin tercih edilmesinin sebebi olmuştur. ARDL sınır testi sonuçlarına göre değişkenlerin uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisi içerisinde oldukları gözlemlenmiştir. Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi tespit edildikten sonra, bu ilişkilerin yönünü görebilmek amacıyla Granger nedensellik analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları ise, gıda üretiminden CO_2 salınımına ve gıda üretiminden enerji kullanımına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, GSYH, Enerji Tüketimi, Gıda Üretimi, Granger Nedensellik Analizi, ARDL Sınır Testi

Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, suleyman.gurbuz@bozok.edu.tr, Orcid ID: 0000-0003-1651-2310

YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİ VE EKONOMİK BÜYÜMENİN CO2 EMİSYONU ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Zeynep Öztürk Yaprak

Özet

Sanayi devriminden sonra ekonomilerin hızla büyümesi enerjiye olan talebin artmasına ve mevcut enerji kaynaklarının daha fazla kullanılmasına yol açmıştır. İhtiyaç duyulan ve kullanılan bu enerjinin kömür, petrol ve doğal gaz gibi yenilenemeyen enerji kaynaklarından sağlanması ise başta karbondioksit (CO2) emisyonu olmak üzere sera gazı salınımlarını artırmaktadır. CO2 emisyonu küresel ısınma ve iklim değişikliğine yol açan, küresel boyutta çevre sorunlarının artmasına neden olan temel faktörlerden biridir. Çevresel ve ekonomik boyutta birçok soruna yol açan CO2 emisyonunun çeşitli politikalar üretilerek azaltılması ise ülkelerin öncelikli hedefleri arasında yer almaktadır.

Son yıllarda ülkelerin yüksek ekonomik büyüme ve enerji talepleri ile birlikte çevresel sürdürülebilirlik konusunda yaşadıkları birtakım endişeler yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını gündeme getirmektedir. Aynı zamanda yenilenemeyen enerji kaynaklarının sınırlı olduğu gerçeği ve yakın gelecekte de önemli ölçüde tükenebileceği olasılığı yenilenebilir enerji kaynaklarının önemli bir alternatif olduğunu göstermektedir. Bu çerçevede ekonomik büyümeyi enerji tüketiminden ödün vermeden sürdürürken, aynı zamanda CO2 emisyonunu azaltarak çevresel sorunların önüne geçebilmek adına yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ülke ekonomileri açısından oldukça önemlidir. Buna ek olarak, çevre dostu sürdürülebilir bir ekonomik büyümede yenilenebilir enerji kaynaklarının öneminin çevresel sürdürülebilirliği teşvik eden ve insan refahını artırmayı amaçlayan Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları kapsamında ele alınması da konunun önemini açıkça ortaya koymaktadır.

Bu çalışma, Türkiye' de ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketiminin CO2 emisyonu üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. ARDL sınır testi ile tahmin edilen ampirik modelde bağımlı değişken olarak CO2 emisyonu, bağımsız değişkenler olarak da ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi yer almaktadır. Yapılan analiz sonucu elde edilen uzun dönem katsayıları ekonomik büyümenin CO2 emisyonunu arttırdığını, yenilenebilir enerji tüketiminin ise çevre kirliliği üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Çalışmanın sonuçlarına göre Türkiye' de çevresel sürdürülebilirlik kapsamında CO2 emisyonunu azaltmak için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı desteklenmelidir.

Anahtar Kelimeler: Ekonomik Büyüme, Yenilenebilir Enerji Tüketimi, CO2 Emisyonu, ARDL Sınır Testi

Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, zeynep.o.yaprak@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1661-0167

ÖN ALAŞIMLI 31CRMO12 ÇELİKLERİNE BORO-SİNTERLEME İŞLEMİNİN UYGULANABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ

Hasan Duran[1]
Özer Pamuk[2]
Sinan Aksöz[3]

Özet

Toz metalurjisi (T/M), geleneksel üretim yöntemlerine kıyasla malzeme kullanımında yüksek verimlilik sağlaması, karmaşık geometrilere sahip parçaların üretimine olanak tanıması ve mikroyapısal özelliklerin hassas bir şekilde kontrol edilebilmesi gibi avantajları nedeniyle son yıllarda oldukça yaygınlaşmıştır. Bu yöntemle üretilen metal parçaların mekanik ve tribolojik performanslarının iyileştirilmesi, çeşitli yüzey modifikasyon tekniklerinin uygulanmasıyla mümkün hale gelmektedir. Bu teknikler arasında öne çıkan borlama işlemi, özellikle yüksek sertlik, aşınma ve korozyon direnci kazandırma potansiyeliyle dikkat çekmektedir.

Bu çalışmada, ortalama 20-30 µm boyut aralığında ön alaşımlı 31CrMo12 çelik tozları kullanılarak T/M yöntemiyle parçalar hazırlanmış ve Boro-Sinterleme işlemi sonrası nihai ürünlerin elde edilmesi sağlanmıştır. Çalışmada malzeme üretimi için presleme ve sonrasında 600°C'de 300 MPa'lık sıcak presleme uygulanarak T/M yöntemiyle parçalar hazırlanmıştır. Preslenmiş numunelere belirli sıcaklık ve sürelerde Boro-Sinterleme işlemi uygulanarak tek seferde borlanmış T/M ürünlerin üretimi gerçekleştirilmiştir. Parçaların karakterizasyonu için sırasıyla Taramalı Elektron Mikroskobu (FESEM), Enerji Dağılım Spektroskopisi (EDS), Optik Mikroskop (OM) ve X-Işını Difraksiyonu (XRD) analizleriyle gerçekleştirilmiştir. Çalışma sayesinde ticari 31CrMo12 tozlarının Boro-Sinterleme yöntemiyle üretilebilirliği gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Boro-Sinterleme, Borlama, Toz Metalurjisi, 31CrMo12

[1]Hasan Duran (SY), Metalurji ve Malzeme Mühendisi, hasandrn1997@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0605-8882
[2]Özer Pamuk, Dr. Öğr. Üyesi, Uşak Üniversitesi, ozer.pamuk@usak.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6810-8526
[3]Sinan Aksöz, Prof. Dr., Pamukkale Üniversitesi, saksoz@pau.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4324-5043

UNRAVELİNG THE ENVİRONMENTAL PAYOFFS OF COST RATİONALİZATİON MANAGEMENT UNDER GLOBAL COMPETİTİON: THE CASE OF THE HİGH-TECH SECTOR

Salih Çağrı İLKAY

ABSTRACT

Achieving competitiveness in high-tech exports necessitates optimizing resource use and supply chains. This optimization process increasingly factors in environmental costs like pollution management, land usage, and resource provision, thereby highlighting the need for green innovations. High-tech industries are pursuing these innovations, enabled by assets such as abundant human capital, government incentives, substantial financial backing, and robust R&D capacity. Therefore, this study aims to analyze how competitive pressures drive technological advancements that, in turn, facilitate a broader shift toward a green economy. Additionally, our study examines cost management strategies, specifically focusing on how they incorporate the opportunity cost of using ecosystem services. We aim to test the core hypothesis that technological innovations driven by competition can facilitate a transition to a green economy, using selected G20 countries as our case studies. Integrating advanced machine learning techniques (like SVR, GP, XGBoost, AdaBoost) with Method of Moments Quantile Regression (MM-QR) significantly advances the literature by providing a richer and more reliable view of predictive relationships than using these methods separately. This combined approach enhances analysis by pairing highly accurate ML mean predictions with detailed distributional insights from MM-QR. This reveals how predictors have varying effects across different outcome levels, even within complex patterns identified by ML. Furthermore, the combination allows ML findings to guide MM-QR model setup, offers a layered view of uncertainty (notably combining GP's model uncertainty with MM-QR's outcome spread), and improves robustness checks by comparing ML means against the MM-QR median to spot outlier effects. Ultimately, this integration leads to new hybrid techniques and deeper, more dependable findings in various applications, bridging the gap between mean-focused prediction and full distributional analysis. The empirical evidence depicts that the HT industry exacerbates environmental degradation by prioritizing the low opportunity cost of ecosystem service consumption in their cost rationalization process.

Erciyes University FEAS Economics Department

SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA HEDEFLERİ PERSPEKTİFİNDE AİLE İÇİ ŞİDDETİN KADININ ÇALIŞMA HAYATINA ETKİSİ VE ILO'NUN 190 SAYILI SÖZLEŞMESİ

IN THE PERSPECTIVE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS THE IMPACT OF DOMESTIC VIOLENCE ON WOMEN'S WORKING LIFE AND ILO CONVENTION NO. 190

Melek ARSLAN

ÖZET

Aile içi şiddet yaşamın tüm alanlarını etkileyen küresel bir sorun olup kadınların kamusal alana katılımlarının önünde önemli bir engel teşkil etmektedir. Şiddet ya da şiddet tehdidinin kadının çalışma hayatına etkisinin daha yeni tartışılmaya başlandığı günümüzde toplumsal bir sorun olarak değerlendirilen aile içi şiddet tarih boyunca kamusal alanın dışında özel bir sorun olarak görülmüştür.

Aile içi şiddete maruz kalan çalışan kadınlar bu nedenle ya çalışma yaşamına dahil olamamakta ya da dahil olsalar bile iş yerlerinde şiddete bağlı yaşadıkları motivasyon düşüklüğü, işe kendini vermeme, işe gecikme ya da işte erken ayrılmak durumunda kalma gibi sebeplerle çalışma hayatında olumsuzluklar yaşayabilmektedirler. Aile içi şiddetin çalışma yaşamına etkisi nedeniyle yalnızca kadınlar değil aynı zamanda iş verenler ve toplum zarar görmekte, kadının istihdama katılım oranı düştükçe toplumun refahı ve ülkenin gelişmişlik düzeyi azalmaktadır.

Çalışma yaşamında şiddet ve tacizle mücadele konusuna ilk değinen uluslararası belge olma niteliğine sahip ve 2019 yılında kabul edilen ILO'nun 190 sayılı Şiddet ve Taciz Sözleşmesi'nde aile (hane) içi şiddet ve taciz çalışma yaşamıyla ilişkili bir sorun olarak kabul edilmiştir. Sözleşme ile herkes için şiddet ve tacizden arınmış çalışma yaşamı hakkı tanınması gerektiğine vurgu yapılmıştır. Bu doğrultuda Sözleşme'ye Üye Devletler aile içi şiddeti önleyici ve şiddetin çalışma hayatında etkisini azaltmaya yönelik önlemler almaya teşvik edilmektedir. Sözleşme'ye eşlik eden 206 sayılı Tavsiye Kararı'nda da aile içi şiddetin etkilerini hafifletmek için uygulanabilecek bazı önlemlere yer verilmiştir.

190 sayılı Sözleşme ve Sözleşme'ye eşlik eden 206 sayılı Tavsiye Kararı başta Sürdürülebilir Kalkınma Amacı 5 (toplumsal cinsiyet eşitliği) ve 8 (insana yakışır iş ve ekonomik büyüme) olmak üzere 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi'nin önemli belgelerini oluşturmaktadır. Günümüzde birçok ülke Sözleşme'yi onaylamış olsa da Ülkemiz henüz 190 sayılı Sözleşme'yi onaylamış değildir.

Son yıllarda ülkeler Sözleşme'nin ve Tavsiye Kararı'nın etkisiyle aile içi şiddetin çalışma yaşamı üzerindeki etkilerini kabul ederek bu etkiyi azaltacak önlemler alsalar da henüz istenilen düzeye ulaşılabilmiş değillerdir. Bu bakımdan, başta aile içi şiddetin çalışma yaşamında bir ayrımcılık türü olarak kabul edilmesi olmak üzere, aile içi şiddet mağduru çalışan kadınlara yönelik izin hakkının tanınması, esnek çalışma modellerinin düşünülmesi, işten çıkarılmalarına karşı koruma önlemlerinin alınması, aile içi şiddetin iş sağlığı ve güvenliği kapsamına dahil edilmesi gibi konular aile içi şiddetin çalışma yaşamına ilişkin etkilerini azaltacak önemli gelişmeleri oluşturabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Aile içi şiddet, kadının çalışma hayatı, ILO'nun 190 Sayılı Şiddet ve Taciz Sözleşmesi, 206 Sayılı Tavsiye Kararı, ayrımcılık.

Hâkim, Adalet Bakanlığı, Adli Destek ve Mağdur Hizmetleri Dairesi Başkanlığı, melekarslan@hotmail.com, ORCID No: 0009-0009-5013-4289.

ABSTRACT

Domestic violence is a global problem that affects all areas of life and constitutes a significant obstacle to women's participation in the public sphere. Today, when the impact of violence or the threat of violence on women's working life has only recently begun to be discussed, domestic violence, which is considered a social problem, has historically been seen as a private problem outside the public sphere.

Working women who are subjected to domestic violence are therefore either unable to participate in working life or, even if they do, they may experience negativities in their working life due to low motivation, lack of dedication to work, tardiness to work or having to leave work early due to violence in the workplace. Due to the impact of domestic violence on working life, not only women but also employers and society suffer, and as the rate of women's participation in employment decreases, the welfare of the society and the level of development of the country decrease.

ILO Convention No. 190 on Violence and Harassment, adopted in 2019, is the first international instrument to address the issue of combating violence and harassment in the world of work, and recognizes domestic violence and harassment as a problem related to the world of work. The Convention emphasizes that everyone should have the right to a working life free from violence and harassment. Accordingly, Member States are encouraged to take measures to prevent domestic violence and reduce its impact in the world of work. Recommendation No. 206, which accompanies the Convention, also includes some measures that can be implemented to mitigate the effects of domestic violence.

Convention No. 190 and its accompanying Recommendation No. 206 constitute important documents of the 2030 Agenda for Sustainable Development, particularly Sustainable Development Goals 5 (gender equality) and 8 (decent work and economic growth). Although many countries have ratified the Convention, Turkey has not yet ratified Convention No. 190.

In recent years, with the impact of the Convention and the Recommendation, countries have recognized the impact of domestic violence on working life and have taken measures to reduce this impact, but they have not yet reached the desired level. In this respect, issues such as recognizing domestic violence as a form of discrimination in working life, recognizing the right to leave for working women who are victims of domestic violence, considering flexible working models, taking protection measures against dismissal, including domestic violence within the scope of occupational health and safety may constitute important developments that will reduce the effects of domestic violence on working life.

Keywords: Domestic violence, women's working life, ILO Convention No. 190 on Violence and Harassment, Recommendation No. 206, discrimination.

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET METİN BİLDİRİLER

TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ BİLSEM DESTEK EĞİTİMİ ÇERÇEVE ÖĞRETİM PROGRAMININ SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA AMAÇLARI AÇISINDAN İNCELENMESİ

Çelebi KALKAN[1]
Hamide KILIÇ[2]

Özet

2024-2025 eğitim-öğretim yılı itibariyle Millî Eğitim Bakanlığı, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'ne (TYMM) geçmiştir. "Köklerden Geleceğe" ifadesiyle vurgulanan TYMM'nin temel bileşenleri; öğretim programlarının temel yaklaşımı, öğrenci profili, Erdem-Değer-Eylem çerçevesi ve beceriler çerçevesinden oluşmaktadır. TYMM, beceri örgüsü temelli bir yapıya sahiptir ve modelde bulunan beceriler; kavramsal beceriler, alan becerileri, eğilimler, sosyal-duygusal öğrenme becerileri ve okuryazarlık becerileri şeklinde sıralanmıştır.

Bu çalışma, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli kapsamında geliştirilen BİLSEM Destek Eğitimi Çerçeve Öğretim Programı'nın, Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) ile olan ilişkisini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Program, özel yetenekli öğrencilerin bilimsel düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme, inovasyon ve sürdürülebilirlik konularındaki yeterliliklerini geliştirmeye odaklanmaktadır. Bu kapsamda programda yer alan temalar ve öğrenme çıktıları, SKA ile bütünleşik bir şekilde tasarlanmıştır. Programın, disiplinler arası öğrenme, sistem düşüncesi ve sosyal-duygusal beceriler aracılığıyla bireylerde sürdürülebilirlik bilinci oluşturduğu görülmektedir. Yapılan incelemede özellikle SKA 4 (Nitelikli Eğitim), SKA 9 (Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı), SKA 11 (Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar), SKA 12 (Sorumlu Üretim ve Tüketim) ve SKA 13 (İklim Eylemi) hedefleri ile doğrudan bağlantılar olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: BİLSEM, Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları, STEM Eğitimi, Özel Yetenekli Öğrenciler, Bütüncül Eğitim.

[1]Uzman Öğretmen, Murat Kantarcı Bilim ve Sanat Merkezi, kalkan38kalkan@gmail.com, ORCID: 0009-0005-2418-3301
[2]Öğr. Üyesi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Türkçe ve Sosyal Bilimler Eğitimi Bölümü, Sosyal Bilgiler Eğitimi Anabilim Dalı, hamide.kilic@cbu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4034-1948

Giriş

Günümüzde 21. yüzyıl becerileri, çağın gerektirdiği beceriler gibi ifadeler eğitimcilerin sıkça gündeme getirdikleri konulardır. Ülkemizde beceri öğretimi ve becerilerin öğretim programlarına becerilerin dahil edilmesi 2005 yılında gündeme gelmiş ve 2018 yılı öğretim programıyla da devam etmiştir. 2023 yılında K12 Beceriler Çerçevesi Türkiye Bütüncül Modeli ilan edilerek 2024-2025 eğitim-öğretim yılı itibariyle Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (TYMM)'ne geçilmiştir (Doğan, vd., 2023:1061).

TYMM, "Beceriler Çerçevesi"nden oluşmaktadır. Modeldeki bu beceriler, K12 Beceriler Çerçevesi Türkiye Bütüncül Modeli'nden alınmıştır. K12 Beceriler Çerçevesi Türkiye Bütüncül Modeli; kavramsal beceriler, sosyal-duygusal beceriler, eğilimler, alan becerileri ve okuryazarlık becerilerinden oluşturulmuştur (Aşkar ve Altun, 2023:931). TYMM'de, "Kavramsal Beceriler" ve "Alan Becerileri" öğrenme çıktılarında kullanılmıştır. "Sosyal Duygusal Öğrenme Becerileri" ve "Okuryazarlık Becerileri" programlar arası bileşenlerde yer almaktadır. "Fiziksel beceriler" program bileşenleri ile bütünleşik olarak program yapısına nüfuz edilmiş ve "Eğilimler" öğrenme yaşantılarında tüm becerilerin tetikleyicisi olarak kullanılmıştır.
Günümüz eğitim modelleri, 21. yüzyıl becerileri ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri ile entegre edilerek tasarlanmaktadır. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli**,** insanın bütüncül gelişimi için disiplinler arası öğrenmeyi, sistem düşüncesini ve sosyal-duygusal becerileri temel almaktadır. Bu bağlamda BİLSEM Destek Eğitimi Çerçeve Öğretim Programı**,** özel yetenekli öğlencilere **b**ilimsel düşünme, yaratıcılık ve problem çözme **gibi** beceriler kazandırırken, aynı zamanda erdem-değer-eylem çerçevesi ile sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır.

Yöntem

Bu çalışmada doküman analizi kullanılmıştır. Nitel araştırma yöntemlerinden biri olan doküman analizi, yazılı belgelerin içeriğinin sistematik olarak analiz edilmesidir. Doküman analizi, basılı ve elektronik materyaller olmak üzere tüm belgeleri incelemek ve değerlendirmek için kullanılan bir yöntemdir. Doküman analizinde anlam çıkarmak, ilgili konu hakkında bir anlayış oluşturmak, ampirik bilgi geliştirmek için veriler incelenir ve yorumlanır (Kıral, 2020:173).TYMM kapsamında hazırlanmış olan BİLSEM Destek Eğitimi Çerçeve Öğretim Programı incelenerek, programdaki temalar, öğrenme çıktıları ve öğrenme süreçleri SKA ile ilişkileri belirlenerek betimsel bir analiz yapılmıştır.

Bulgular

Yapılan inceleme sonucunda, BİLSEM programının bütüncül eğitim yaklaşımıyla niteliğine istinaden Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarını desteklediği belirlenmiştir. Özellikle Nitelikli Eğitim (SKA 4), Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı (SKA 9), Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar (SKA 11), Sorumlu Üretim ve Tüketim (SKA 12) ve İklim Eylemi (SKA 13) amaçları ile programın birebir örtüştüğü anlaşılmıştır:

- **SKA 4:** STEM temelli eğitim ile eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerinin desteklenmesi.
- **SKA 9:** Teknoloji ve inovasyon temalarıyla yaratıcı projelerin teşvik edilmesi.
- **SKA 11:** Doğal ve kültürel varlıklar teması ile çevre bilincinin artması.
- **SKA 12:** Kaynak verimliliği ve geri dönüşüm farkındalığının geliştirilmesi.
- **SKA 13:** Sürdürülebilirlik temalarıyla çevresel duyarlılık kazandırılması.

Tartışma ve Sonuç

BİLSEM programının, SKA'nın eğitimle desteklenmesi konusunda kritik bir role sahip olduğu belirlenmiştir. STEM tabanlı eğitim ile bilimsel düşünme, yenilikçilik ve **sürdürülebilirlik** arasında bir köprü kurulmuştur**.** Bu kapsamda bütüncül eğitim yaklaşımıyla disiplinler arası eğitimin yaygınlaştırılması önerilmektedir.

Kaynakça

Aşkar, P., Altun, A. (2023). K-12 beceriler çerçevesi: Türkiye bütüncül modeli üzerine bir çalışma. *Millî Eğitim,* 52 (Özel Sayı), 925-940. DOI: 10.37669/milliegitim.1308740.

Doğan, Y., Kabapınar, Y., Zaman, S., ve Duman, E. Z. (2023). Sosyal bilimler alan becerileri: Kavram, kapsam ve geliştirme öyküsü. *Millî Eğitim*, 52 (Özel Sayı), 1055-1118. DOI: 10.37669/milliegitim.1309009.

Kıral, B. (2020). Nitel bir veri analizi yöntemi olarak doküman analizi. *Siirt Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi.* 15: 170-189.

Küresel Amaçlar**.** (t.y.). *Küresel amaçlar: Sürdürülebilir kalkınma amaçları*. https://www.kureselamaclar.org/

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2023). *K-12 Beceriler çerçevesi: Türkiye bütüncül modeli*. Millî Eğitim Bakanlığı.

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]**.** (2024). *BİLSEM Destek Eğitimi Çerçeve Öğretim Programı*. Millî Eğitim Bakanlığı.

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2024). *Türkiye yüzyılı maarif modeli öğretim programları ortak metni*. Millî Eğitim Bakanlığı.

RAYLI SİSTEMLERDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK: AKIMSIZ NİB KAPLAMA

Mustafa Dursunlar[1]
Zakir Taş[2]

Özet

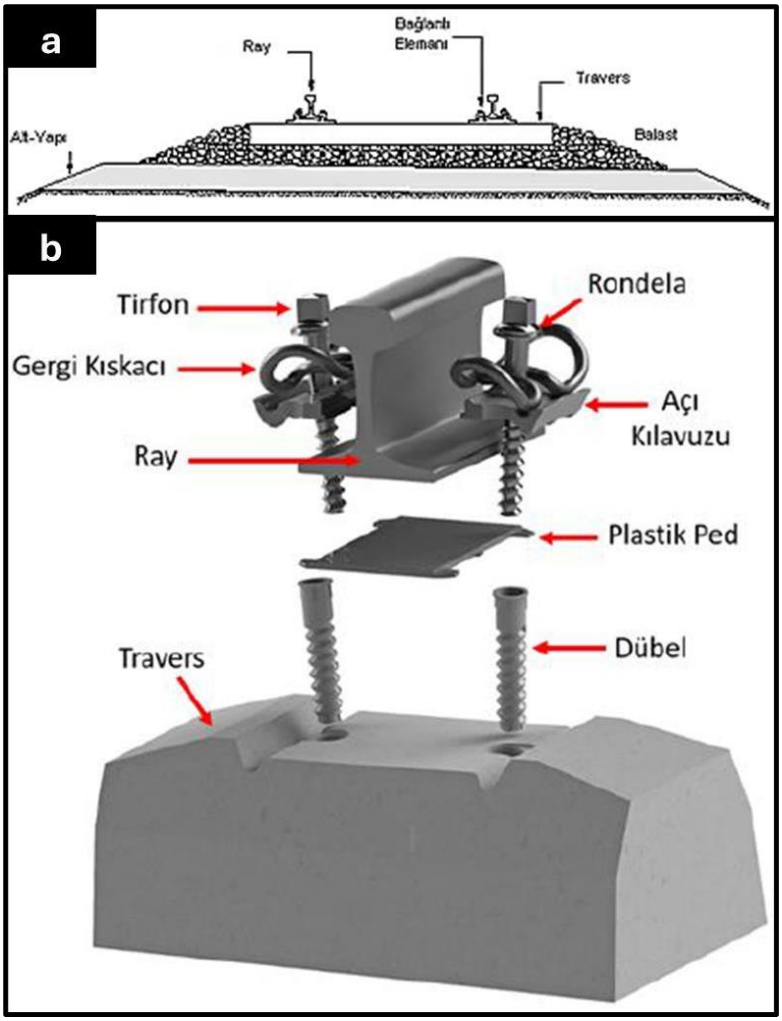
Raylı sistemlerde sürdürülebilirlik, özellikle demiryolları için uzun ömürlü çevre dostu malzeme seçimleri ve kaplamalarla doğrudan ilişkilidir. Ray bağlantı sistemlerinde standart olarak kullanılan ZnAl kaplamalar, korozyon koruması için kullanılsa da sürdürülebilirlik açısından bazı sınırlamalara sahiptir ve uzun vadede çevresel etkileri azaltacak alternatif kaplamalar gerekmektedir. NiB kaplamaların, çevre dostu, sürdürülebilir ve uzun ömürlü kullanım avantajları ile ZnAl kaplamalara alternatif olabileceği düşünülmektedir. Bu kapsamda, çalışmada sunulan bulguların demiryolu bağlantı elemanlarının hizmet ömrünü artırarak sürdürülebilir bir raylı sistem altyapısı oluşturulmasına katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Bu çalışmada, HM tipi ray bağlantı elemanlarından SKL14 gergi kıskaçları üzerine NiB kaplama başarıyla uygulanmış ve elde edilen sonuçlar incelenmiştir. Kaplama işlemi başarıyla tamamlanmış olup, makro analizlerde kaplamanın altlık malzemeye çok iyi yapıştığı, herhangi bir çatlak, çizik, çukur, pullanma, kabarma, atma veya süreksizlik vb. gözlemlenmemiştir. Sonuç olarak, NiB kaplamaların raylı sistemlere uygulanabilirliği, sürdürülebilirliği ve yüzey sürekliliği değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Raylı sistemler, demiryolu, ray bağlantı sistemleri, SKL, NiB kaplama.

[1]Mustafa Dursunlar (SY), Öğr. Gör., Yozgat Bozok Üniversitesi, mustafa.dursunlar@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4278-2744
[2]Zakir Taş, Prof. Dr., Yozgat Bozok Üniversitesi, zakir.tas@bozok.edu.tr, ORCID: 0009-0000-0876-0547

1. Giriş

Klasik bir demiryolu, lokomotiflerin ve vagonların çelik raylar üzerinde hareket ettiği, sabit altyapıya sahip bir ulaşım sistemidir ve hem yolcu hem de yük taşımacılığında kritik bir rol oynamaktadır (Slanina vd., 2025). Bu sistem, temel olarak raylar, traversler, balast, bağlantı elemanları ve sinyalizasyon altyapısından meydana gelmektedir (Zuo vd., 2023). Ray bağlantı elemanları demiryolu tarihi boyunca farklı profillerde kullanılmıştır. Ancak demiryollarında artan hız ve dingil basıncı nedeniyle son yıllarda yarı esnek HM tipi ray bağlantı sisteminin kullanımı standart haline gelmiştir. HM tipi ray bağlantı sistemi, ağır raylı sistemler, konvansiyonel hatlar, kent içi raylı sistemler ve yüksek hızlı tren hatlarında en yaygın kullanılan ray bağlantı sistemidir. Bu bağlantı sisteminde en kritik eleman, rayı ve traversi uygun sıkılıkta ve esneklikte tutan gergi kıskaçlarıdır (Ferreño vd., 2019; Oregui vd., 2015; Sun vd., 2020). Klasik bir demiryolu ve HM tipi bağlantıya ait elemanlar Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Klasik a) demiryolu ve b) HM tipi bağlantı sistemi ve elemanları

Türkiye, dünyadaki bor rezervinin yaklaşık %73'üne sahip olup, dünya bor piyasasında stratejik bir konuma sahiptir. Bu zenginlik, ülkemizi küresel ölçekte önemli bir bor üreticisi ve tedarikçisi haline getirmektedir. Bor mineralleri, başta cam, seramik, tarım ve deterjan sanayileri olmak üzere birçok endüstride yaygın kullanım alanına sahiptir. Geniş endüstriyel kullanım yelpazesi ve fonksiyonel

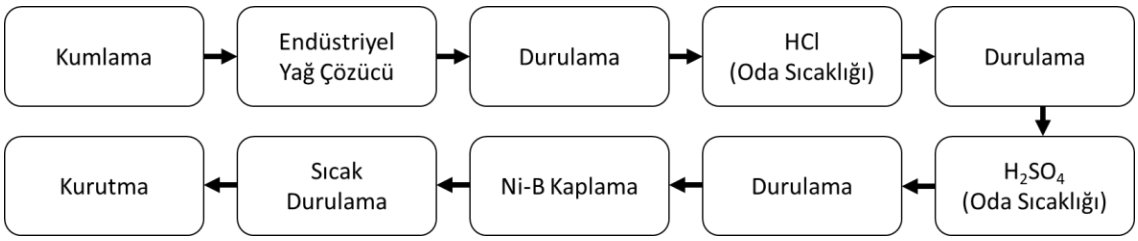
özellikleri nedeniyle bor, sürdürülebilir malzeme teknolojilerinde de kritik bir rol oynamaktadır. Özellikle sanayi sektöründe kullanılan malzemelerin çevresel etkilerinin minimize edilmesi ve kullanım ömürlerinin artırılması, sürdürülebilir üretim süreçleri açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, bor bazlı malzeme ve kaplamaların çevresel avantajları ve endüstriyel katkıları, sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda değerlendirilmesi gereken önemli unsurlar arasında yer almaktadır (Bor-T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Zengin vd., 2023)

Akımsız NiB (Nikel-Bor) kaplamalar, kimyasal indirgeme yöntemiyle metal yüzeylere uygulanarak, yüksek sertlik, aşınma ve korozyon direnci gibi üstün özellikler kazandıran bir kaplama teknolojisidir. Bu kaplama işlemi, elektrik akımı kullanılmadan, genellikle sodyum borhidrür veya dimetilamin boran gibi indirgeme ajanları aracılığıyla nikel iyonlarının yüzeye çökeltilmesiyle gerçekleştirilir. Kaplama banyosunun bileşenleri ve işlem parametreleri, elde edilen kaplamanın mikroyapısı ve mekanik özellikleri üzerinde doğrudan etkilidir. Ni-B kaplamalar, yüksek sertlik, aşınma ve korozyon direnci gibi üstün özelliklere sahiptir ve ısıl işlem sonrası sertlikleri daha da artırılabilir. Bu özellikleri sayesinde, otomotiv, havacılık ve kimya endüstrileri gibi çeşitli sektörlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, NiB kaplamaların yüzey pürüzlülüğü ve yapışma mukavemeti, kaplama banyosuna eklenen takviye partikülleri ile optimize edilebilir. Bu sayede, NiB kaplamalar, endüstriyel uygulamalarda sürdürülebilir ve yüksek performanslı bir alternatif sunmaktadır (Kocabaş vd., 2019; Köse vd., 2024; Topal vd., 2023).

Literatürde NiB kaplamalar, geniş bir metal altlık yelpazesine başarıyla uygulanabilen yenilikçi kaplama teknolojilerinden biri olarak dikkat çekmektedir. Bu kaplamalar, özellikle çelik, alüminyum ve bakır gibi mühendislik uygulamalarında yaygın olarak kullanılan metal altlıklara homojen bir şekilde çöktürülerek yüksek sertlik, korozyon direnci ve aşınma dayanımı sağlamaktadır (Wetwet vd., 2024). Özellikle düşük bor içeriğine sahip kurşunsuz banyo çözeltileri kullanılarak, alüminyum alaşımları üzerinde başarılı kaplama süreçleri gerçekleştirilmiş ve bu kaplamaların tribolojik özellikleri önemli ölçüde iyileştirilmiştir (Köse vd., 2024). Ayrıca, NiB kaplamaların plazma nitrürleme gibi post işlem teknikleriyle birleştirilmesi, AISI çelik altlıklar üzerinde daha yüksek mekanik dayanım ve kendi kendine yağlama özellikleri kazandırarak sanayi uygulamalarında kullanım potansiyelini artırmaktadır (Niksefat & Mahboubi, 2024). Böylece, farklı metal altlıklara uygulanabilirliği ve yüzey özelliklerini geliştirme kapasitesi nedeniyle akımsız Ni-B kaplamalar, ileri mühendislik uygulamalarında önemli bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışma, demiryollarında standart olarak kullanılan ZnAl kaplamalara, sürdürülebilirlik ve demiryollarına uygulanabilirlik açısından NiB kaplamaların alternatif oluşturulması amaçlanmıştır.

2. Yöntem

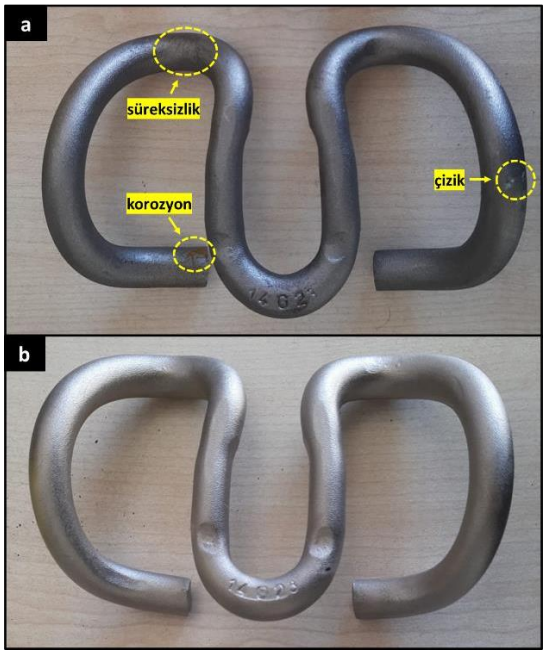
NiB kaplamalar, BoraPlate ticari prosesi ile Bematek'te yapılmıştır. NiB kaplama işlemi, yüzeyin ön hazırlığı ve kaplama aşamalarını içeren çok adımlı bir süreçtir. İlk olarak, yüzey pürüzlendirilerek kaplamanın yüzeye daha iyi tutunmasını sağlamak amacıyla kumlama işlemi uygulanır. Ardından, metal yüzeyindeki yağ ve organik kirleri gidermek için endüstriyel yağ çözücüler kullanılır ve yüzey, saf su ile durulanarak kalıntılardan arındırılır. Yağdan arındırılan yüzey, oksit ve pas tabakasını gidermek ve yüzey aktivasyonunu artırmak için oda sıcaklığında hidroklorik asit (HCl) banyosuna tabi tutulur, ardından tekrar durulama yapılır. Bu aşamayı takiben, yüzeyin daha homojen bir yüzey profiline sahip olması ve kaplamanın bağlanmasını güçlendirmek amacıyla sülfürik asit (H_2SO_4) ile işlenmesi sağlanır. Sonrasında, yüzey kurutularak nemin kaplama sürecini olumsuz etkilemesi önlenir. Kaplama öncesinde yüzey, sıcak su ile durulanarak son hazırlık tamamlanır ve akımsız Ni-B kaplama banyosuna daldırılarak nikel-bor kaplaması gerçekleştirilir. Kaplama tamamlandıktan sonra, yüzeyde kimyasal kalıntıların kalmaması için son durulama yapılır ve böylece istenilen mekanik ve kimyasal özelliklere sahip Ni-B kaplamalı yüzey elde edilir. Çalışmadaki metodoloji Şekil 2'de sunulmuştur.



Şekil 2. NiB kaplama prosesi

3. Bulgular

Şekil 3'te, kaplamasız (a) ve NiB kaplamalı (b) numunelerin makro analiz sonuçları gösterilmektedir. Görsel inceleme sonucunda, kaplamasız numunenin yüzeyinde çeşitli kusurların bulunduğu tespit edilmiştir. Kaplamasız numunede yüzey süreksizlikleri, çizikler ve belirgin korozyon izleri görülmektedir. Bu tür kusurlar, yüzeyin mekanik zorlanmalara karşı zayıf kalacağını ve çevresel faktörlerden dolayı zamanla bozulacağını açıkça göstermektedir. Süreksizlikler, imalat sürecinde meydana gelen hatalar veya malzemenin maruz kaldığı mekanik ve termal gerilmelerden kaynaklanabilir. Çizikler ise yüzey işlemleri sırasında veya sonrasında mekanik aşınmaya maruz kaldığını göstermektedir. Ayrıca, korozyonun varlığı, numunenin ortam koşullarına karşı yeterli direnç gösteremediğini ve yüzeyde oksitlenme ya da galvanik reaksiyonlar sonucu metal kaybının meydana geldiğini kanıtlamaktadır. Buna karşılık, NiB kaplamalı numunede (b) yüzeyin daha pürüzsüz, homojen ve kusurlardan arındırılmış olduğu gözlemlenmiştir. NiB kaplamanın uygulanmasıyla yüzey süreksizlikleri büyük ölçüde giderilmiş ve malzemenin mikroyapısı daha düzgün hale getirilmiştir. Ayrıca, kaplama, korozyona karşı etkin bir bariyer oluşturarak numunenin oksitlenmesini önlemiştir. Kaplamanın yüzeyi kapatarak dış etkenlere karşı koruma sağlaması, kaplamasız numunede gözlenen korozyon probleminin önüne geçtiğini göstermektedir. Mekanik dayanımı artıran bu kaplama, aynı zamanda yüzey sertliğini iyileştirerek çizilmelere karşı daha dirençli bir yapı kazandırmıştır. Son olarak, kaplama yüzeyinde herhangi bir çatlak, çizik, çukur, pullanma, kabarma, atma vb. kaplama nedeniyle oluşabilecek yüzey hataları gözlemlenmemiş olup, kaplama başarıyla uygulanmıştır.



Şekil 3. Makro analiz ve yüzey kusurları a) kaplamasız ve b) NiB kaplamalı

4. Tartışma

Literatürde, NiB kaplamaların kendine özgü olan füme veya bej renk olduğu birçok çalışmada bildirilmiştir (Dervos vd., 2004; Shakoor vd., 2016). Bu çalışmadaki kaplamada literatürde belirtilen füme veya bej renk gözlemlenmiş olup sonuçlar literatürle tutarlıdır. Ayrıca başarıyla uygulanan NiB kaplama, yüzey pürüzlülüğünü azaltarak daha homojen, düzgün ve ayrıca korozif ortamlara karşı dayanıklı bir yapı sağlamıştır (Köse vd., 2024; Vitry vd., 2022; Vitry & Bonin, 2017). Çalışmadaki bu sonuçlar da literatürü desteklemektedir. Çalışmadan elde edilen bu sonuçlar, NiB kaplamanın metal yüzeylerde hem mekanik hem de kimyasal dayanımı artıran önemli bir yüzey modifikasyon tekniği olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, NiB kaplamaların özellikle ağır sanayi, makine parçaları ve demiryolu bileşenleri gibi yüksek mukavemet ve dayanıklılık gerektiren alanlarda kullanımının oldukça avantajlı olacağı söylenebilir.

5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, ray bağlantı elemanlarından olan SKL14 gergi kıskaçlarına NiB kaplama uygulanmış ve şu sonuçlar elde edilmiştir:

- Kaplama başarıyla uygulanmıştır.
- Homojen bir kaplama elde edilmiştir.
- Kaplama rengi olan füme veya bej renk gözlemlenmiştir.
- Kaplama sonrasında çizik, korozyon, süreksizlik, çatlak, çukur, akma, pullanma, kabarma gibi herhangi bir olumsuzluk gözlemlenmemiştir.

Sonuç olarak, bu çalışmada demiryollarında klasik olarak kullanılan ve sürdürülemeyen ZnAl kaplamaya, sürdürülebilir ve çevre dostu NiB kaplamayla alternatif olunmaya çalışılmıştır. Literatürde NiB kaplamanın demiryollarına uygulanabileceğini gösteren ilk olan bu çalışmanın, demiryoluna ve literatüre katkı sağlaması öngörülmektedir.

Teşekkür

Malzeme temini için Gürmak Demiryoluna ve kaplamalar için Bematek'e teşekkür ederiz.

Kaynakça

Bor- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (t.y.). Geliş tarihi 17 Mart 2025, gönderen https://enerji.gov.tr/bilgimerkezi-tabiikaynaklar-bor

Dervos, C. T., Novakovic, J., & Vassiliou, P. (2004). Vacuum heat treatment of electroless Ni–B coatings. *Materials Letters*, *58*(5), 619-623. https://doi.org/10.1016/S0167-577X(03)00581-0

Ferreño, D., Casado, J. A., Carrascal, I. A., Diego, S., Ruiz, E., Saiz, M., Sainz-Aja, J. A., & Cimentada, A. I. (2019). Experimental and finite element fatigue assessment of the spring clip of the SKL-1 railway fastening system. *Engineering Structures*, *188*, 553-563. https://doi.org/10.1016/J.ENGSTRUCT.2019.03.053

Kocabaş, M., Yılmaz, H., & Cansever, N. (2019). Hekzagonal bor nitrür takviyeli akımsız nikel kaplamanın özelliklerine ısıl işlemin etkisi. *Bor Dergisi*, *4*(3), 119-127. https://doi.org/10.30728/BORON.578022

Köse, M., Tan, S., Yavuz, B., Demir, A. B., Algül, H., Kökçam, A. H., Erkan, E. F., Taşkin, M. F., Gül, H., Uygun, Ö., Uysal, M., & Alp, A. (2024). Improving the tribological and corrosion behavior of NiB coating with low boron content from optimized lead-free bath on aluminum alloys.

Surface and Coatings Technology, *494*, 131464. https://doi.org/10.1016/J.SURFCOAT.2024.131464

Makalesi, D., Zengin, A. İ., Aka, B., Gençay, S., Uzun, M., Üniversitesi, M., Fakültesi, T., & Bölümü, T. M. (2023). Bor Madeni ve Ensdüstriyel Uygulamaları. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, *46*(46), 161-178. https://doi.org/10.31590/EJOSAT.919451

Niksefat, V., & Mahboubi, F. (2024). Tribological performance of plasma-nitrided self-lubricant electroless Ni-B-graphite composite coatings. *Tribology International*, *198*, 109905. https://doi.org/10.1016/J.TRIBOINT.2024.109905

Oregui, M., Li, Z., & Dollevoet, R. (2015). An investigation into the modeling of railway fastening. *International Journal of Mechanical Sciences*, *92*, 1-11. https://doi.org/10.1016/J.IJMECSCI.2014.11.019

Shakoor, R. A., Kahraman, R., Gao, W., & Wang, Y. (2016). Synthesis, Characterization and Applications of Electroless Ni-B Coatings-A review. *International Journal of Electrochemical Science*, *11*(3), 2486-2512. https://doi.org/10.1016/S1452-3981(23)16119-0

Slanina, Z., Danys, L., Jaros, R., Krupa, F., Dratnal, M., Polak, D., & Martinek, R. (2025). VLC-enhanced autonomous rail vehicle for nuclear waste disposal. *Nuclear Engineering and Technology*, 103543. https://doi.org/10.1016/J.NET.2025.103543

Sun, L., Yan, Z., Xiao, J., Fang, H., & Cui, S. (2020). Experimental analysis of the modal characteristics of rail fastening clips. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit*, *234*(2), 134-141. https://doi.org/10.1177/0954409719834784

Topal, G., Esencan Türkaslan, B., Üniversitesi, S. D., Fakültesi, M., Bölümü, K. M., & Kelimeler, T. A. (2023). AKIMSIZ KAPLAMA YÖNTEMİYLE NİKEL ESASLI METALİK KAPLAMALARIN ÜRETİMİ. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, *11*(3), 1001-1008. https://doi.org/10.21923/JESD.1296964

Vitry, V., & Bonin, L. (2017). Increase of boron content in electroless nickel-boron coating by modification of plating conditions. *Surface and Coatings Technology*, *311*, 164-171. https://doi.org/10.1016/J.SURFCOAT.2017.01.009

Vitry, V., Hastir, J., Mégret, A., Yazdani, S., Yunacti, M., & Bonin, L. (2022). Recent advances in electroless nickel-boron coatings. *Surface and Coatings Technology*, *429*, 127937. https://doi.org/10.1016/J.SURFCOAT.2021.127937

Wetwet, Z., Mahboubi, F., & Mirhosseini, S. S. (2024). The effect of reduced graphene oxide concentration on the wear behaviour of reduced graphene oxide–nickel–boron (Ni–B–rGO) electroless coatings. *Materials Science and Technology*. https://doi.org/10.1177/02670836241247740

Zuo, J., Dong, L., Yang, F., Guo, Z., Wang, T., & Zuo, L. (2023). Energy harvesting solutions for railway transportation: A comprehensive review. *Renewable Energy*, *202*, 56-87. https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2022.11.008

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE İNSANA YAKIŞIR İŞ

Nazlı Sağlam

Özet

Günümüzde "çalışma" kavramı önemli bir değişim içerisindedir. Kavramın geçirdiği değişim sosyal, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik hedeflerinin güvence altına alınmasıyla "sürdürülebilirlik" ile giderek bağlantılı hale gelmektedir. Temel insan haklarından biri olan çalışma hakkının anlam ifade edebilmesi için sadece "bir hak olarak tanınmış olması" yetmemekte, işin hem Uluslararası Çalışma Örgütünün (ILO) merkezi bir hedefi hem de Birleşmiş Milletler 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündem'inin önemli bir ilkesi ve hedefi olan 'insana yakışır iş' olarak nitelendirilmesi gerekmektedir. ILO, "Çalışma Yaşamının Geleceği Yüzüncü Yıl Girişimi" ile insana yakışır işin gereklilikleri ve sürdürülebilir kalkınma arasındaki ilişkinin güçlendirilmesine önemli katkılarda bulunmuştur. ILO tarafından üzerinde titizlikle durulan Çalışma Yaşamının Geleceği Yüzüncü Yıl Girişimi, 2019 yılında, istihdamın geleceğinin sürdürülebilirliği boyutuna pek çok yönden atıfta bulunan Çalışma Yaşamının Geleceği Yüzüncü Yıl Deklarasyonu ile sonuçlanmıştır. Deklarasyonda çalışma yaşamının geleceğine yönelik 'insan merkezli yaklaşım' önerilmiş olup bu yaklaşım adil, kapsayıcı ve güvenceli çalışmayı sürdürülebilir kalkınmanın vazgeçilmez bir unsuru olarak görmektedir. İnsana yakışır iş kavramı her ne kadar Deklarasyon ile somutlaştırılsa da bundan evvel 1999 yılında ILO'nun temel hedeflerinden biri haline gelmiştir. Kavramın altında yatan temel ilkeler ise kuruluşundan bu yana ILO'nun çalışmalarına rehberlik etmiştir. İnsana yakışır iş kavramı, BM 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri çalışma standartları ve sürdürülebilirlik arasındaki ilişkinin kurulmasında da karşımıza çıkmaktadır. Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin 8.sinde yer verilen *"sürekli, kapsayıcı ve sürdürülebilir ekonomik bir büyümeyi, tam ve üretken istihdamı ve herkes için insana yakışır işi teşvik etme"* amacı iş hukuku ile sürdürülebilirlik arasındaki bağlantıyı kuran en önemli düzenlemelerden biridir. Hem BM Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinde hem de ILO'nun pek çok belgesinde yer bulan insana yakışır iş kavramı hukuki anlamdan yoksun sembolik bir anlam taşıdığı gerekçesiyle eleştirilmektedir. Dolayısı ile hukuki anlamda insana yakışır iş kavramı ile sürdürülebilirlik bağlantısı kurularak, kavram açıklanmaya ve somutlaştırılmaya muhtaçtır. Bunun için çalışmamızda karşılaştırmalı hukuk metodundan yararlanılarak, uluslararası belgeler ve öğreti görüşleri çerçevesinde kavramın içeriği tartışılarak açıklanmaya çalışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: İnsana Yakışır İş, Sürdürülebilirlik, Çalışma Hakkı, ILO, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri.

Abstract

Nowadays, the concept of "work" is undergoing significant change. The evolution of the concept is increasingly linked to "sustainability" by securing social, economic and environmental sustainability goals. In order for the right to work, which is one of the fundamental human rights, to be meaningful, it is not enough that it is "recognized as a right"; work must be characterized as "decent work", which is both a central goal of the International Labour Organization (ILO) and an important principle and goal of the United Nations The 2030 Agenda for Sustainable Development. ILO has made a significant contribution to strengthening the link between the requirements of decent work and sustainable development through the "Future of Work Centenary Initiative". The ILO's Future of Work Initiative, which has been carefully elaborated by the ILO, culminated in 2019 with the Centenary Declaration for the Future of Work, which refers in many ways to the sustainability dimension of the future of employment. The Declaration proposes a 'human-centered approach' to the future of work, which considers fair, inclusive and secure work as an essential element of sustainable development. Although the concept of decent work was concretized in the Declaration, it became one of the main objectives of the ILO in 1999. The basic principles underlying the concept have guided the work of the ILO since its establishment. The concept of decent work also appears in the UN 2030 Sustainable Development Goals in establishing the relationship between labor standards and sustainability. The goal of *"promote sustained, inclusive and sustainable economic growth, full and productive employment and decent work for all"* in the 8th Sustainable Development Goal is one of the most important regulations that establish the link between labor law and sustainability. The concept of decent work, which appears in both the UN Sustainable Development Goals and many ILO documents, has been criticized on the grounds that it has a symbolic meaning devoid of legal meaning. Therefore, the concept needs to be explained and concretized by establishing a connection between the concept of decent work in the legal sense and sustainability. For this purpose, in our study, the content of the concept will be discussed and explained within the framework of international documents and doctrinal views by utilizing the comparative law method.

Key Words: Decent Work, Sustainability, Right to Work, ILO, Sustainable Development Goals.

Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, Hukuk Fakültesi, İş ve Sosyal Güvenlik Hukuku Anabilim Dalı, nazli.saglam@bozok.edu.tr, Orcid No: 0000-0002-0943-6332, Ankara.

Giriş

İş hukuku uzun ve zorlu mücadelelerin ardından gelişmiş ve ayrı bir hukuku dalı olarak ortaya çıkmıştır. İş hukukunu sadece istihdam ve ücretlendirmeye ilişkin düzenlemeler yapan bir hukuk dalı olarak görmek isabetsiz olup, istihdam ve ücrete ilişkin düzenlemelerinin yanı sıra fırsat eşitliği, insan onuru, adil muamele, insana onuruna yakışır bir yaşam standardı, sendikalaşma, ekonomik, sosyal ve siyasi konuları da içeren çok boyutlu düzenlemelere yönelik çalışmalarda bulunur. İş hukuku insan hakları konusuna özel olarak yoğunlaşarak, değişen zamanın taleplerini karşılamak üzere dönüşüm geçiren dinamik bir yapıya sahiptir. Ülkelerin benimsedikleri hukuk sistemlerine göre değişen iş hukuku normları olmasına karşın, her ülkenin iş hukukunda karşı karşıya kaldığı iki temel sorun olduğu ifade edilmektedir. Temel sorunlardan birincisi işçilerin sendikal hakları da dahil olmak üzere temel haklarını korumaya yönelik daha iyi bir mekanizma arayışı iken ikincisi işçi-işveren ilişkisini esnekleştirerek üretkenliği ve ekonomik büyümeyi arttırmaktır. Bu zorluklar modern dünyada sosyal koruma ve ekonomik büyüme arasında denge kurma arayışını beraberinde getirmektedir. Sürdürülebilir kalkınma tam da bu noktada devreye girerek "bir taraf uğruna diğer tarafı feda etmeme" anlayışı çerçevesinde uygun bir çözüm sunmayı amaçlamaktadır (Kumar Sharma & Kaur, 2021, s.49).

Daha iyi bir geleceğin nasıl sağlanabileceği konusunda çalışmalar yürüten Birleşmiş Milletler (kısaca BM) ve ILO, ILO'nun kuruluşundan bu yana temel amaç olarak benimsediği "insana yakışır iş" kavramını "sürdürülebilirlik" gerekleriyle açıkça ilişkilendirmektedir (Rombouts & Zekić, 2020, s. 319). Çalışma standartları ve istihdam haklarının "sürdürülebilirlik" kavramının bir parçası olduğu, özellikle sürdürülebilirliğin "sosyal" ve "ekonomik" sütunları bakımından karşımıza çıkmaktadır (Novitz, 2020, s. 159). İnsana yakışır iş, BM 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin (kısaca SKH) *(Sustainable Development Goals (SDGs))* de merkezinde yer alan bir kavramdır (United Nations, 2015). Nitekim SKH 8'de yer verilen *"sürekli, kapsayıcı ve sürdürülebilir ekonomik bir büyümeyi, tam ve üretken istihdamı ve herkes için insana yakışır işi teşvik etme"* amacı iş hukuku ile sürdürülebilirlik arasındaki bağlantıyı kuran en önemli düzenlemelerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun yanı sıra SKH, 5, 10 ve 16'da verilebilecek örnekler arasındadır. Sürdürülebilirlik ve çalışma arasındaki bu ilişki ILO'nun Çalışma Yaşamının Geleceği Yüzüncü Yıl Girişiminin (International Labour Organization, 2015) de merkezinde yer almaktadır. Söz konusu raporun ardından kabul edilen ILO Çalışma Yaşamının Geleceği Yüzüncü Yıl Deklarasyonu'nda da (International Labour Organization, 2019b) kabul edilmiştir.

Sürdürülebilirlik; çevresel veya ekolojik unsurların yanı sıra sosyoekonomik unsurlarla da ilişkilidir. İnsana yakışır iş ve sosyal adalet birlikte ILO'nun temel hedeflerini oluşturmaktadır. İnsana yakışır iş, hem uluslararası iş hukuku ve insan hakları hukukunda önemli bir norm hem de ILO'nun "İnsana Yakışır İş Gündemi" (International Labour Organization, 2017) olarak adlandırılan belirli bir dizi temel politikasıdır (Rombouts & Zekić, 2020, s. 320).

Her ne kadar sürdürülebilir kalkınma hedeflerinde insana yakışır iş kavramına yer verilse de kavramın tanımlanmamış ve hukuki anlamdan yoksun sembolik bir anlam taşıdığı yönünde eleştiriler bulunmaktadır. Dolayısı ile hukuki anlamda insana yakışır iş kavramı sürdürülebilirlik ile bağlantısı kurularak açıklanmaya ve somutlaştırılmaya muhtaçtır.

1. İnsana Yakışır İş Kavramı

A. Genel Olarak

Çalışma hakkı, *"diğer insanların haklarının gerçekleştirilmesi için elzem ve insan onurunun ayrılmaz bir parçası olduğu"* için temel bir insan hakkı olarak kabul edilmektedir (Rombouts & Zekić, 2020, s. 319). Ne var ki kişilere sadece çalışma hakkının tanınmış olması yeterli değildir, tanınan çalışma

hakkının "insana yakışır iş" niteliğinde olması gerekmektedir (Committee on Economic, Social and Cultural Rights, 2005, s. 3). Çalışma ancak yararlı, geliştirici, sömürü ve köleleştirmeden uzak olduğu, çalışmanın öznesine zarar vermediği, insanların kazanç, gelişim ve sosyal ihtiyaçlarını karşılamaya hizmet ettiğinde bir değer yaratır ve "onurlu çalışma" olarak ortaya çıkar (Wrocławska, 2024, s.9). Bu nedenle insana yakışır iş kavramı işyerinde çalışanların yaşam kalitesini artırmaya yönelik bir girişimdir (Nizami & Prasad, 2017, s. 14).

İnsana yakışır iş kavramı en yalın hali ile işçinin temel haklarına ve özellikle de çalışmanın temel ilke ve haklarına saygı gösterilmesini zorunlu kılar. Pek çok insan hakkı belgesinde yer alan çalışma hakkı İnsan Hakları Evrensel Beyannamesi m.23'te *"a) Herkes, çalışma, işini özgürce seçme, adil ve uygun çalışma şartlarının sağlanması ve işsizlikten korunma haklarına sahiptir. b) Herkesin, hiçbir ayrım gözetilmeksizin, eşit çalışma karşılığında eşit ücret almaya hakkı vardır. c) Çalışan herkesin, kendisine ve ailesine insanlık onuruna uygun bir yaşam sağlayan ve gerekirse her türlü toplumsal koruma araçlarıyla da tamamlanan adil ve uygun bir ücrete hakkı vardır. d) Herkesin, çıkarlarını korumak için sendikalar kurmaya ve bunlara katılmaya hakkı vardır."* ifadeleriyle yer almıştır. Beyannameyi kabul eden birçok ülke bu hakkı tanımak için uygun adımlar atmayı da taahhüt etmektedir. Ancak çalışma hakkı istihdamı garanti etmemekte yalnızca devletlere istihdamı teşvik eden ve canlandıran önlemler alma gibi olumlu bir yükümlülük getirmektedir. Çalışma hakkı güvence altına alınmadan diğer sosyal hakların etkin bir şekilde kullanılması mümkün değildir (Rombouts & Zekić, 2020, s. 341-342).

Çalışma hakkı mutlak ve koşulsuz olarak iş edinme hakkını sağlamasa da bu bakış açısı çalışma hakkının özgürce seçilen bir meslekte hayatını kazanma gerekliliği yönünü göz ardı etmektedir. Zira bu yönüyle çalışma hakkı aynı zamanda kişisel bir hak niteliğindedir. Dolayısıyla, çalışma hakkı; istihdamda ayrımcılığın önlenmesi, özgürce bir mesleğin seçilebilme imkânı, zorla ya da zorunlu çalıştırmanın yasaklanması anlamına da gelmektedir. Bu nedenle çalışma hakkının anlamı devreye girerek devletlerin çalışma hakkını tanırken işin niteliğine de önem vermesini zorunlu kılmaktadır. Böylece çalışma hakkının "insana yakışır iş" hakkı olarak anlaşılması gerektiği öğretide ve pek çok uluslararası belgede isabetle belirtilmektedir (Rombouts & Zekić, 2020, s. 342-343).

Genel olarak insana yakışır iş kavramının çerçevesini bu şekilde çizdikten sonra aşağıda öncelikle insana yakışır iş kavramının ortaya çıkışı ve anlamı açıklandıktan sonra, insana yakışır iş bağlamında işçi haklarının neler olduğu ve bunların BM 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ile bağlantısı ortaya konmaya çalışılacaktır.

B. Kavramın Ortaya Çıkışı ve Gelişimi

İnsana yakışır iş kavramı resmi olarak ilk kez 1999 yılında ILO Genel Direktörü tarafından "İnsana Yakışır İş" küresel raporunda kullanılmış ve temel bir ilke olarak benimsenmiştir (International Labour Organization, 1999). Kavram özellikle iş sözleşmesine dayalı olmayan çalışma biçimleri ile kayıt dışı istihdamda çalışmayı kapsaması ile ön plana çıkmaktadır (Dharam, 2003, s. 13; 2021, s. 23; Wrocławska, 2024, s. 9). ILO tarafından benimsenen insana yakışır iş kavramının; i) çalışma yaşamındaki hakların geliştirilmesi ii) istihdam iii) sosyal koruma ve iv) sosyal diyalog olmak üzere dört bileşeni bulunmaktadır (Halonen & Liukkunen, 2021, s. 24). Bu dört bileşene göre insana yakışır iş; üretken ve adil bir gelir sağlayan iş imkanları, iş güvenliği ve sağlıklı çalışma koşulları, aileler için sosyal koruma, sosyal güvenlik hakları, kişisel gelişim ve sosyal entegrasyon için daha iyi koşullar yaratma, kişilerin endişelerini ifade etme, örgütlenme ve hayatlarını etkileyen kararlara katılma özgürlüğü, tüm çalışanlar için ayrımcılık yapmama ve fırsat eşitliği sağlamayı amaçlamaktadır (Dharam, 2003, s. 113; MacNaughton & Frey, 2011, s. 445; Wrocławska, 2024, s. 10).

İlk kullanıldığı dönemde soyut olarak ortaya konan insana yakışır iş kavramı ilerleyen yıllarda ILO tarafından somutlaştırılmaya çalışılmıştır. Nitekim insana yakışır iş kavramını somutlaştırmak üzere ILO 2008 yılında "İstihdam ve İnsana Yakışır İşin Anaakımlaştırılması için Yararlanılabilecek Araçlar"ı (International Labour Organization, 2008), 2013 yılında ise "İnsana Yakışır İş Göstergeleri"ni (International Labour Organization, 2013) yayınlamıştır. ILO, İnsana Yakışır İş Göstergelerinde on farklı alanda insana yakışır iş göstergelerini sıralamaktadır. Buna göre; istihdam fırsatları, yeterli kazanç ve verimli çalışma, insana yakışır çalışma süresi, iş, aile ve özel yaşamın uyumlaştırılması, yürürlükten kaldırılması gereken iş türleri, işin istikrarı ve güvenliği; istihdamda fırsat ve muamele eşitliği, güvenli çalışma ortamı, sosyal güvenlik, sosyal diyalog, işveren ve işçi temsilciliği insana yakışır iş göstergeleri olarak belirlenmiştir (Göstergeler hakkında ayrıntılı bilgi için bkz. Dharam, 2003, s. 115 vd.).

Herkes için insana yakışır iş ve sürdürülebilir iş fırsatlarının çalışma yaşamının geleceğinde nasıl sağlanabileceği yönünde çalışmalar yürüten ILO, insan merkezli bir politika benimsemektedir. 2019 yılında yayınlanan, Çalışma Yaşamının Geleceği Yüzüncü Yıl Girişiminde (kısaca Yüzüncü Yıl Girişimi) komisyonun bu yaklaşımla benimsediği 3 sütundan biri "insana yakışır ve sürdürülebilir işlere yapılan yatırımların" artırılması olup çalışma konumuzla doğrudan ilgilidir. Yeni teknolojiler ve iklim değişikliği gibi demografik değişimlerin küresel ekonomi üzerinde yaratabileceği yıkıcı etkilerle başa çıkmayı hedefleyen Komisyona göre insana yakışır ve sürdürülebilir iş bu hedefi gerçekleştirmede temel unsurdur (Rombouts & Zekić, 2020, s. 326). Yüzüncü Yıl Girişiminin ardından kabul edilen Çalışma Yaşamının Geleceği Yüzüncü Yıl Deklarasyonu'nda (kısaca Yüzüncü Yıl Deklarasyonu) benzer bir yaklaşımla insana yakışır iş ve sürdürülebilirlik arasındaki güçlü bağlantı kabul edilmiştir. Nitekim Yüzüncü Yıl Deklarasyonunun önsözünde; *"süregelen yoksulluk, eşitsizlik ve adaletsizlikler, çatışmalar ve diğer insani acil durumlar"* sebebi ile insana yakışır işlere yönelik tehditlere karşı dikkatli olunmasın gerektiği belirtildikten sonra insana yakışır işlerin güvence altına alınmasında sürdürülebilir işletmelerin rolü vurgulanmaktadır (International Labour Organization, 2019b, s. 1-2).

ILO'nun insana yakışır iş kavramını somutlaştırma çabalarına karşın insana yakışır iş kavramı önemli öncelik alanlarına ve hedeflere işaret etmekteyse de bu hakkın nasıl uygulanması gerektiğine dair açık ve net bir cevap sağlamaması nedeni ile öğretide eleştirilmektedir (Wrocławska, 2024, s. 10). Aşağıda insana yakışır iş kavramının içeriği netleştirilmeye çalışılarak sürdürülebilirlik ile bağlantısı açıklanmaktadır.

2. İşçi Hakları ve BM 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri

Günümüzde ise insana yakışır iş kavramı "sürdürülebilir iş" kavramı ile kullanılmaktadır. Nitekim Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinden birinde insana yakışır iş kavramı, SKH 8'de bir hedef olarak benimsenmiştir. Aynı zamanda ILO Yüzüncü Yıl Bildirgesi'nde (International Labour Organization, 2019a) sürdürülebilirliğe değinerek insana yakışır iş kavramının sürdürülebilirliğin sosyal, ekonomik ve çevresel olmak üzere üç boyutuyla güçlü bir ilişki olduğu belirtilerek SKH 8 tekrarlanmıştır (Wrocławska, 2024, s. 10). Herkes için insana yakışır iş, *"gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme kabiliyetinden ödün vermeden bugünün ihtiyaçlarını karşılayan kalkınma"* şeklinde tanımlanabilecek (Rombouts & Zekić, 2020, s. 330) sürdürülebilir kalkınmanın temelini, merkezi bir bileşenini oluşturmaktadır (Rombouts & Zekić, 2020, s. 330; Wrocławska, 2024, s. 11-12).

İnsana yakışır iş kavramının temel çalışma hakları ile bağlantısını yukarıda açıklamaya çalıştık. Bu noktada hem BM 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri hem de ILO belgelerinde insana yakışır işin gerçekleştirilebilmesi için bir dizi temel çalışma standartlarına dolayısıyla işçi haklarına değinilmektedir. Temel çalışma standartları ILO'nun "Çalışma Yaşamında Temel İlkeler ve Haklar Bildirgesi"nde; çocuk işçiliğinin yasaklanması, zorla çalıştırmanın yasaklanması, ayrımcılık yasağı ve

eşit muamele ile örgütlenme özgürlüğü ve toplu pazarlık hakkının tanınması şeklinde 4 temel alan dikkate alınarak hazırlanmıştır (Bkz. International Labour Organization, 1998). Daha sonra bu 4 temel alan "Temel Sözleşmeler" olarak adlandırılan 8 farklı sözleşme ile ilişkilendirilmiştir (MacNaughton & Frey, 2016, s. 619-620; Rombouts & Zekić, 2020, s. 336). İnsana yakışır işin normatif çerçevesini ayakta tuttuğu belirtilen söz konusu 4 temel ilkenin incelenmesi çalışma konumuzun sınırlarını aşacağından burada sadece isimlerini zikretmekle yetinmekteyiz. Aşağıda ise insana yakışır iş kavramının özellikleri ele alınmaktadır.

3. İnsana Yakışır ve Sürdürülebilir İşin Temel Özellikleri

İnsana yakışır iş kavramının özellikleri öğretide ILO'nun benimsediği temel ilkeler ve insan hakları bağlamında ele alınmaktadır. Bu yönde çalışmaları bulunan bir yazara göre insana yakışır işin 4 temel özelliği bulunmaktadır. İnsan haklarının evrensel olduğu düşüncesinden hareketle "nerede yaşadığı fark etmeksizin tüm insanlar için insana yakışır işin güvence altına alınması" kavramın ilk özelliğidir. İkinci özellik, insana yakışır işin "hak" olduğu göz önüne alındığında ILO'nun Çalışma Yaşamında Temel İlkeler ve Haklar Bildirgesinde yer bulan temel çalışma haklarının uygulanmasına odaklanmasıdır. İnsana yakışır işin üçüncü özelliği ise "çalışma ve istihdam koşullarını geniş bir ekonomik, siyasi ve sosyal çerçeve içine yerleştirilmesi"dir. Son olarak insana yakışır işin evrenselci ve küresel kapsamlı olduğu belirtilmektedir (Sen, 2000, s. 120 vd.).

İnsana yakışır işin özelliklerini ortaya koymaya çalışan bir başka görüşe göre ise, insana yakışır iş, ILO'nun temel ilkelerine karşılık gelen, çalışanların korunması ve hakları hususunda gereken tamamlayıcılık ve karşılıklı bağımlılığın altını çizen bir yaklaşımdır (Maupain, 2005, s. 462).

İnsana yakışır işi insan hakları temelinde ele alan bir diğer görüşe göre, Ekonomik, Sosyal ve Kültürel Haklar Sözleşmesi m.6'daki insana yakışır iş tanımı ile ILO belgelerindeki insana yakışır iş kavramı arasında fark vardır. Zira ILO temel ilkeleri doğrultusunda yukarıda değindiğimiz 4 temel alana odaklanırken ESKHS'nin daha geniş bir insana yakışır iş tanımı ve kapsamı olduğu, ILO'nun ESKHS'de belirtilen tüm hakları kapsayamadığı belirtilmektedir (MacNaughton & Frey, 2011, s. 466). Yine aynı yazarlara göre ILO, tam istihdam ve insana yakışır iş, yoksulluğu ortadan kaldırmada Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinde kilit bir rol üstlenerek merkezi öneme sahip konuma gelmiştir (MacNaughton & Frey, 2016, s. 662).

4. Sonuç Yerine: İnsana Yakışır ve Sürdürülebilir İşin Hayata Geçirilmesi Yakın Geleceğimiz İçin Mümkün müdür?

İnsana yakışır iş kavramı temel insan haklarından olan çalışma hakkının anlamı olarak karşımıza çıkmaktadır. Çalışma hakkı "insana yakışır iş" olduğu müddetçe bir anlam ifade etmektedir. Günümüzün değişen koşullarında hem ILO hem de BM'nin dikkat çektiği bir politika "insana yakışır ve sürdürülebilir işlere" yatırım yapılmasıdır. SKH 8 hem insana yakışır iş kavramına hem de ILO'nun temel ilke ve haklar olarak benimsediği zorla çalıştırma ve çocuk işçiliğinin yasaklanması, ayrımcılık yasağı ve eşit muamele ile örgütlenme özgürlüğü ve toplu pazarlık haklarına atıf yapmaktadır. İnsana yakışır iş sadece ücret elde etme anlamını taşımamaktadır. Sürdürülebilirlik anlayışı ile geleneksel "çalışma" anlamı genişletilmektedir. Sürdürülebilir kalkınmanın temel hedefleri olan "insan, gezegen ve refah" çerçevesinde insana yakışır iş yeni bir anlam kazanmaktadır. Dolayısıyla insana yakışır iş eşitliği bozmaz, dünyanın neresinde olursa olsun yoksulluk halini sürdürmeye yönelik olmaz. İnsana yakışır iş su yollarını kirleten veya çevre kirliliğine katkıda bulunan işlerden değildir (Rombouts & Zekić, 2020, s. 355-357).

Bununla birlikte günümüzde herkes için insana yakışır iş hedefinin uygulanmasına yönelik endişeler bulunmaktadır. Endişelerin en önemli sebebi sürdürülebilir bir ekonominin yerleşmesinin teknolojik, ekonomik ve ekolojik zorluklarla dolu bir yoldan geçiyor olmasıdır. Bu zorlukların yanı sıra Dünyada halihazırda küresel işsizliğin yaklaşık 201 milyona ulaşması ve kırılgan istihdam biçimlerinin 1,4 milyar insanı kapsaması beklenmektedir. Hal böyle iken insanların klasik anlamda çalışma hakkına yani ücretli bir işe erişimi uzak bir ihtimal olup çalışmanın insana yakışır iş niteliğinde olması ikinci planda kalabilecektir. Sonuç olarak pek çok devletin insana yakışır ve sürdürülebilir iş yerine sadece "istihdamı" teşvik etmeye ve işsizliği azaltmaya yönelik çalışmalar yapması kaçınılmazdır (Rombouts & Zekić, 2020, s. 358).

Küresel işsizliğin yanı sıra iş hukukunda yaşanan teknolojik değişimin yansıması olan dijital platform çalışmalarının güvencesiz ve görünürde bağımsız çalışma yaratması, kayıt dışı istihdamda çalışanlar, göçmen işçiler, bakım yükümlülüğü altındaki aile üyelerinin görünmez emeği ve buna benzer pek çok insan insana yakışır iş kavramının sunduğu haklardan yararlanamamaktadır. İnsana yakışır işin hayata geçirilebilmesi hiçbir dezavantajlı grubun kapsam dışı bırakılmaması ve insan merkezli bir anlayışla evrenselci ve küresel bakış açısıyla mümkündür (Rombouts & Zekić, 2020, s. 358). Sonuç olarak insana yakışır ve sürdürülebilir işin yakın gelecekte hayata geçirilmesinin mümkün olmadığı yönünde endişeler mevcuttur.

Kaynakça

Committee on Economic, Social and Cultural Rights. (2005). *The Right to Work: General Comment No. 18.* United Nations Economic and Social Council. https://digitallibrary.un.org/record/566942?ln=en&v=pdf

Dharam, G. H. A. I. (2003). Decent work: Concept and indicators. *International Labour Review*, *142*(2), 113-145.

Halonen, T., & Liukkunen, U. (Ed.). (2021). *International Labour Organization and Global Social Governance*. Springer.

International Labour Organization. (1998). *ILO Declaration On Fundamental Principles And Rights At Work And Its Follow-Up*. International Labour Organization. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@ed_norm/@declaration/documents/publication/wcms_467653.pdf

International Labour Organization. (1999). *Report of the Director-General: Decent Work*. International Labour Organization. https://webapps.ilo.org/public/english/standards/relm/ilc/ilc87/rep-i.htm

International Labour Organization. (2008). *Toolkit for mainstreaming employment and decent work*. International Labour Organization. https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@dgreports/@exrel/documents/publication/wcms_172612.pdf

International Labour Organization. (2013). *Decent work indicators: Guidelines for producers and users of statistical and legal framework indicators*. International Labour Organization. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@dgreports/@integration/documents/publication/wcms_229374.pdf

International Labour Organization. (2015). *The Future of Work Centenary Initiative* [Report of The Director-General]. International Labour Office. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@ed_norm/@relconf/documents/meetingdocument/wcms_369026.pdf

International Labour Organization. (2017). *Decent Work And The 2030 Agenda For Sustainable Development*. International Labour Organization.

https://ilo.primo.exlibrisgroup.com/discovery/delivery/41ILO_INST:41ILO_V2/1246589040002676

International Labour Organization. (2019a). *ILO Centenary Declaration for the Future of Work*. International Labour Organization. https://www.ilo.org/media/217791/download

International Labour Organization. (2019b). *ILO Centenary Declaration for the Future of Work*. International Labour Organization. https://www.ilo.org/media/217791/download

Kumar Sharma, B., & Kaur, K. (2021). Sustainability and labour laws: A mutually benefitting paradigm. *International Journal of Civil Law and Legal Research*, *1*(2), s.48-52.

MacNaughton, G., & Frey, D. F. (2011). Decent Work for All: A Holistic Human Rights Approach. *American University International Law Review*, *26*(2), 441-483.

MacNaughton, G., & Frey, D. F. (2016). Decent Work, Human Rights And The Sustainable Development Goals. *Georgetown Journal of International Law*, *47*, 607-663.

Maupain, F. (2005). Revitalization Not Retreat: The Real Potential of the 1998 ILO Declaration for the Universal Protection of Workers' Rights. *The European Journal of International Law*, *16*(3), 439-465.

Nizami, N., & Prasad, N. (2017). *Decent Work: Concept, Theory and Measurement*. Palgrave Macmillan.

Novitz, T. (2020). Social Sustainability, Labour and Trade: Forging Connections. İçinde M. Pieraccini & T. Novitz, (Ed.), *Legal Perspectives on Sustainability* (s. s.159-186). Bristol University Press.

Rombouts, S. J., & Zekić, N. (2020). Decent And Sustainable Work For The Future? The ILO Future Of Work Centenary Initiative, The UN 2030 Agenda For Sustainable Development, And The Evolution Of The Meaning Of Work. *UCLA Journal of International Law and Foreign Affairs*, *24*(2), 317-358.

Sen, A. (2000). Work and rights. *International Labour Review*, *139*(2), 119-128.

United Nations. (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda For Sustainable Development, A/RES/70/1*. United Nations. https://sdgs.un.org/sites/default/files/publications/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf

Wrocławska, T. (2024). Decent And Sustainable Work: Around The Discussion On The Importance Of International Law In The Regulation Of Employment Relations. *Acta Universitatis Lodziensis, Folia Iuridica*, *107*, s. 5-20.

CEZA HUKUKU VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KESİŞİMİNDE YENİ BİR EKONOMİK SUÇ KATEGORİSİ OLARAK YEŞİL FİNANSAL SUÇLAR

Özgür TAŞDEMİR

Özet

Günümüzde küresel iklim değişikliği ve çevre sorunlarının artan şiddeti, sürdürülebilirlik kavramını yalnızca çevre politikalarının değil, aynı zamanda ekonomik düzenlerin ve hukuk sistemlerinin de merkezine taşımıştır. Bu dönüşüm, finans piyasalarında yeni araçlar ve yatırım modelleri yaratmış; bununla birlikte, yeşil finansman uygulamalarının kötüye kullanımını da beraberinde getirmiştir. "Yeşil finansal suçlar" olarak adlandırılan bu yeni ekonomik suç kategorisi, çevresel duyarlılık ve sürdürülebilirlik iddialarının kötüye kullanılması suretiyle maddi kazanç elde etmeyi amaçlayan hileli eylemleri ve çevreye karşı suçlardan elde edilen gelirlerin finansal sistem içinde aklanmasını kapsamaktadır. Yeşil finansal suçlar, çevreye karşı suçlar ile ekonomik suçların kesişiminde yer alan, karmaşık, beyaz yakalı faillerce işlenen, hatta çoğu zaman suç örgütlerince gerçekleştirilen, saptanmaları ve soruşturulmaları son derece zor suçlardan oluşur. Bu çalışmanın temel amacı "yeşil finansal suç" kategorisinin teorik ve normatif boyutlarıyla kavramsal çerçevesini çizmektir. Bu doğrultuda, yeşil finansal suçların Türk ceza hukukundaki karşılıkları incelenecektir. Türk ceza hukukundaki düzenlemelerin, yeşil finansal suçların özgün yapısını yeterince kapsayıp kapsamadığı irdelenecektir. Bu bağlamda çalışmada, özel suç tiplerinin oluşturulması savunulmaktadır. Ayrıca, hukuk, finans ve çevre politikalarının kesiştiği, bu yeni suç kategorisiyle mücadelede yalnızca hukukî değil, aynı zamanda kurumsal ve küresel boyutların varlığına dikkat çekilmektedir. Bu suçlarla etkin mücadele edilmek isteniyorsa, ceza hukuku, çevre hukuku ve ticaret hukuku altında yer alan yasal düzenlemelerin birbirleriyle tam bir uyum içinde olması gerekir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Sürdürülebilir Kalkınma, Ekonomik Suçlar, Yeşil Finansal Suçlar, Yeşil Finansman Uygulamaları, Çevreye Karşı Suçlar, Suç Gelirlerinin Aklanması

Dr. Öğretim Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi Hukuk Fakültesi, Ceza ve Ceza Muhakemesi Hukuku Anabilim Dalı, (okucuktasdemir@gmail.com), Orcid Id: https://orcid.org/0000-0001-5327-1822.

1. Giriş

İçinde bulunduğumuz yüzyılın, görece yeni ancak önemli kavramlardan biri olan "sürdürülebilirlik", bir terim olarak, Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından hazırlanan "Ortak Geleceğimiz" başlıklı Brundtland Raporu ile ilk kez dilimize girmiş ve raporun kalkınma odaklı olması nedeniyle "sürdürülebilir kalkınma" olarak yer edinmiştir[3]. Bu raporda sürdürülebilir kalkınma, "gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama kudretlerinden ödün vermeden günümüzün ihtiyaçlarını karşılayan kalkınma" olarak açıklanmıştır[4]. Doğal kaynakların dinamik bir dengeyle, günümüz gereksinimlerini karşılarken gelecek kuşaklara da bırakılacak biçimde kullanılması sürecini ifade eden sürdürülebilir kalkınma, biyosferin ve barındırdığı doğal kaynakların korunmasıyla ekolojik sürdürülebilirlik, kıt doğal kaynakların akılcı kullanımı ve kalkınmayla olan ilişkisiyle ekonomik sürdürülebilirlik, bu sayede adil paylaşımın sağlanarak toplumsal ve kuşaklararası adaletsizliklerin giderilmesiyle olan yakın ilgisiyle de sosyal sürdürülebilirlik türevleriyle bir çatkı oluşturur[5]. Görülebileceği üzere sürdürülebilir kalkınmanın merkezinde insanın çevresiyle, toplumla ve devletle ilişkileri bulunur[6]. Şüphesiz bu ilişkiler bütünü, doğrudan hukukla ve ekonomiyle ilgilidir.

İklim değişikliği, biyoçeşitlilik kaybı ve doğal kaynakların tükenmesi gibi çevresel sorunların kamuyu ve özel sektörü sürdürülebilir iş modelleri ile yatırım türleri geliştirmeye itmesi, yeşil finansman araçlarının türlerini ve kullanım sıklığını arttırmakta, yükselen yatırımcı sayısı, bu piyasalarda büyüyen bir sermaye akışına yol açmaktadır. Bu özellikleriyle, sürdürülebilirlik odaklı finansal piyasalar, ekonomik suçların işlenebilmesi için yeni olanaklar yaratmaktadır[7]. "Yeşil finansal suçlar" (*green financial crimes*) olarak adlandırılan ve çalışmanın devamında ele alınacak olan bu yeni suç kategorisi, maddi kazanç güdüsüyle, sürdürülebilirlik iddialarının kötüye kullanıldığı, yatırımcıları aldatan hileli eylemlerden oluşur. Bu eylemler, karbon piyasası manipülasyonlarından, sürdürülebilirlik muhasebesi hilelerinden, karbon kredisi dolandırıcılığına, çevreye karşı suçlardan elde edilen suç gelirlerinin aklanması[8] gibi çevreye karşı işlenen suçlardan finansal suçlara kadar, geniş bir yelpazedeki suç konusu eylemleri içerir[9]. Yeşil finansal suçların dünya genelinde yol açtıkları zararın küresel ekonomi ölçeğinde 91 ila 259 milyar dolar arasında olduğu ve her yıl bu miktarın yükseldiği tahmin edilmektedir[10]. Bu suçların oluşumu, sürdürülebilir kalkınmanın önünde ciddi bir engel oluşturduğu gibi, ilgili ülkenin

---

[3] Şen, H., Kaya, A., C Alpaslan, B. (2018). *Sürdürülebilirlik üzerine tarihsel ve Güncel Bir Perspektif*. Ekonomik Yaklaşım, 29(107), 25–56, (s.3) https://www.ekonomikyaklasim.org/fulltext/94-1522600271.pdf.

[4] United Nations. (1987). *Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development* (s.37). https://www.are.admin.ch/are/en/home/media/publications/sustainable-development/brundtland-report.html.

[5] Yeni, O. (2014). Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Kalkınma: Bir Yazın Taraması. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 1c*(3), 181–208, s.185 vd.

[6] Boyar, O, (2020). Anayasa ve Sürdürülebilir Kalkınma, *İstanbul Hukuk Mecmuası*, 78 (4), 1921-1957, s.1930.

[7] Ruggiero V. (2022). Sustainability and Financial Crime, *International Criminology* 2, 143–151, s.150.

[8] Bkz. Finance for Biodiversity Initiative. (2022). Breaking the Environmental Crimes-Finance Connection, Creative Commons Attribution, (https://www.naturefinance.net/wp-content/uploads/2022/08/BreakingEnvironmentalCrimesFinanceConnection.pdf), s.11.

[9] Bkz. Endriana, M. S., Yusriadi, Silviana, A., C Fernando, Z. J. (2023). Green Financial Crime: Expose About Financial Crime In The Environment And Renewable Energy World. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1270*(1), s.2.

[10] Konuyla ilgili olarak bkz. Integrity Risk International. (2020). *The Growing Focus on Green Financial Crimes*. Retrieved March 21, 2025, from https://www.integrityriskintl.com/green-financial-crime/; Financial Crime Academy. (2025). *Financial Crimes in Environmental Crimes*. Retrieved March 21, 2025, from https://financialcrimeacademy.org/financial-crimes-in-environmental-crimes/.

yozlaşmasına da neden olmaktadır[11]. Bu çalışmanın temel amacı, sürdürülebilir kalkınma, kriminoloji ve ceza hukuku ışığında yeşil finanslar suçları değerlendirmek ve yeşil finansal suçlar kategorisinin kavramsal çerçevesini çizmektir. Çalşıma konusunun somutlaştırılması adına bu kategori altında yer alan eylemler Türk ceza hukuku bağlamında da değerlendirilecek ve hukuk sistemimiz için kimi önerilere de yer verilecektir.

2. Yöntem

"Ceza Hukuku ve Sürdürülebilirlik Kesişiminde Yeni Bir Ekonomik Suç Kategorisi Olarak Yeşil Finansal Suçlar" başlıklı bu çalışmada ceza hukuku öğretisindeki görüşler araştırılmıştır. Bu çalışma, mevzuatı, kavramsal çerçeveyi ve tarihsel gelişimi temel alarak yapılandırılmıştır. Çalışma, "yeşil finansal suçlar" kategorisinin kavramsal çerçevesini tanımladığı ve açıkladığı için betimleyici (deskriptif), yürürlükteki hukuku tartıştığı için önerici (preskriptif) bir yaklaşımla kaleme alınmıştır.

3. Sürdürülebilir Kalkınma ve Ceza Hukuku Bağlamında Yeşil Finanslar Suçlar Kategorisinin Kavramsal Çerçevesi

Sürdürülebilir küresel kalkınma hedeflerinin yaşama geçirilebilmesi için en önemli ayaklardan birini yeşil finansman uygulamaları oluşturur. Yeşil finansman terimi, doğa dostu ürünlerin üretilip kullanılması, çevreci projelerin uygulanması ve bunların teşvik edilmesi amacıyla ilgililere, finans kuruluşları tarafından uygun fırsatlarla finansman sağlanmasını ifade eder[12]. Yeşil finansman uygulamaları, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi için ticari yaşamdaki aktörleri teşvik edecek, piyasa odaklı çözümleri içerir. Bu uygulamalar arasında, yeşil enerji sertifikaları, sürdürülebilirlik odaklı projelerin finansmanı, emisyon ticareti, yeşil fonlar, karbon fonları yer alır. Yeşil finansman uygulamalarının artışı, piyasadaki aktörlerin kazanç güdüsüyle, bilgi asimetrisi yaratmalarına, faaliyetlerini, ürün ve hizmetlerini "yeşil" olmadığı halde, doğa dostuymuş gibi göstererek haksız bir biçimde bu uygulamalardan yararlanmalarına da zemin hazırlamaktadır.

Yeşil finansal suçlar (*green financial crimes*) ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliğin, hukuk ile finans dünyasının kesişiminde yer alırlar. Bu doğrultuda yeşil finansal suçlar iki küme olarak düşünülebilir. İlk kümeyi, yeşil finansman uygulamalarından, suç konusu hileli eylemlerle haksız menfaat edilmesi ve piyasa suistimalleri yaratır. Diğer kümeyi ise doğal kaynakların hukuka aykırı, ölçüsüz kullanımıyla ekolojik zarara yol açan eylemlerden haksız maddi kazanç elde edimi ve bunların aklanmasıyla oluşturur[13]. Burada, çevreye karşı suçlardan elde edilen suç gelirlerinin aklanması söz konusudur. Her iki kümeyi de yeşil finansman uygulamalarından oluşan veya çevreye karşı suçlarla bağlantılı olarak gerçekleştirilen, suç olarak tanımlanan finansal faaliyetler kapsamına alır[14]. Bu özellikleriyle yeşil finansal suçlar çevreye karşı suçlar ile ekonomik suçların kesişiminde yer alırlar.

---

[11] Finansal suçlar ve sürdürülebilir kalkınma ilişkisi için bkz. Achim, M. V., Vaidean, V. L., C Mirza, N. (2024). The Moderating Role of Governance on the Nexus of Financial Crime and Sustainable Development. *International Journal of Finance & Economics*. https://doi.org/10.1002/ijfe.3043, s. 3 ve 19.
[12] Kuloğlu, E., C Öncel, M. (2015). Yeşil Finansman Uygulaması ve Türkiye'de Uygulanabilirliği. *Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 2*(2), 2–19, s.3.
[13] Ayrıntılı bilgi için bkz. Akkaya, H., C Yüce, M. (2023). Çevre Suçları Üzerinden Kara Para Aklama Suçuna Yönelik Bir İnceleme. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 15*(3), 778–794, s.782 vd.
[14] Bkz. Krambia-Kapardis, M., Stylianou, I., C Savva, C. S. (2023). Ethical Leadership as a Prerequisite for Sustainable Development, Sustainable Finance, and ESG Reporting. In M. Dion (Ed.), *Sustainable finance and financial crime* (pp. 107–126). Springer.

Yeşil finansal suçlar, ticari yaşam içinde gerçekleştirilen maddi kazanç güdüsüyle işlenen hileli eylemlerden meydana geldiklerinden ekonomik suçların bir alt kümesi olarak ekonomi ceza hukuku içinde değerlendirilebilirler. Zira, ekonomik suçların genel bir özelliği, geniş anlamıyla sahtekarlık oluşturan ve beyaz yakalı faillerce gerçekleştirilen eylemlerden oluşmalarıdır[15]. Bu nitelikleri, sürdürülebilirlik ilkelerini, çevre dostu yatırımları, tüketicilerin iyi niyetini çevreye zarar verebilecek nitelikteki hukuka aykırı eylemlerini gizlemek için kullanmalarından ileri gelir. Örneğin, karbon ticareti dolandırıcılığı, karbon emisyon verilerinin çeşitli yollarla maniple edilerek yanlış bir biçimde sunulması ve çalışmanın devamında ele alınacak yeşil yıkama (*greenwashing*)[16] olarak nitelenebilecek kimi suç konusu eylemler, bu suç kategorisinin içinde değerlendirilebilirler[17]. Bu bağlamda yeşil finansal suçlar başlığı altında sınıflandırılabilecek eylemler, her ülkenin hukuk sistemine göre, aynı zamanda yeşil yıkama olarak nitelendirilen kimi suç konusu eylemler, ESG (çevresel, sosyal, yönetişim kriterleri) dolandırıcılığı, yeşil fonlar üzerinden gerçekleştirilen kredi dolandırıcılığı, karbon piyasasında gerçekleştirilebilecek sermaye piyasası suçları ve çevreye karşı suçlardan elde edilen suç gelirlerinin aklanması olmak üzere alt kategorilere ayrılabilirler[18].

4. Yeşil Finansal Suç Türleri ve Türk Ceza Hukuku Bağlamında Değerlendirilmesi

Yeşil finanslar suçlar dendiğinde, bu kategoriyle bağlantılı olarak akla gelebilecek ilk kavramlardan biri "yeşil yıkama" kavramıdır. Yeşil yıkama, sürdürülebilirlik hassasiyetlerinin kötü niyetle ve ticari amaçlarla kullanıldığı, şirketlerin çevresel faaliyetlerinin yanıltıcı şekilde sunulduğu eylemleri niteler[19]. Bu tür eylemler çeşitli biçimlerde karşımıza çıkabilir. Günümüzde en fazla rastlanan biçimi, şirketlerin doğa dostu proje, ürün ve hizmetlerinin fonlanması için kullanılan yeşil tahvillerden elde edilen sermayenin, yeşil olmayan alanlarda kullanımıyla karşımıza çıkar[20]. Yeşil yıkama olarak değerlendirilebilecek, yakın zamanda dünya kamuoyunun gündemine gelmiş en önemli örneklerden biriyse, ABD'li yetkililerce, Volkswagen'in bir yazılımla emisyon testlerini yanılttığının ortaya çıkarıldığı *Dieselgate* skandalıdır. Öğretideki bir görüşe göre, *Dieselgate* örneğindeki gibi emisyon manipülasyonları Türk hukuku açısından, haksız rekabet suçları kapsamında değerlendirilmelidir[21].

Yeşil yıkamanın öğretice uzlaşılmış bir tanımı bulunmamaktadır. Kasten yanıltıcı ya da yanlış bilgilerin sunulması, bu sayede müşterilerin ve yatırımcıların yanıltılarak ürün veya hizmetlerin çevre dostuymuş gibi gösterilmesi suretiyle haksız menfaat temini, yeşil yıkama kavramının genel kabul gören

---

[15]Ekonomik suçlarla çevreye karşı suçların kesiştiği ve benzeştiği yönler hakkında ayrıntılı bilgi için bkz. Alshible, M., Abu Hamzeh, I., C Al-Billeh, T. (2023). The Extent of Considering Environmental Crimes as a Manifestation of Economic Crimes. *Journal of Environmental Management and Tourism, 14*(1), 23–34. https://doi.org/10.14505/jemt.v14.1(65).03.

[16] Coşkun, Y. (2023, Aralık). Yeşil Yıkama. *Bilim ve Teknik*, (Aralık 2023), 45–53, s.46 vd.

[17] Dempere, J., Alamash, E., C Mattos, P. (2024). Unveiling the truth: Greenwashing in Sustainable Finance. *Frontiers in Sustainability, 5*, Article 1362051. https://doi.org/10.3389/frsus.2024.1362051, (s. 6); ayrıca bkz. Coşkun, 2023, s.48 ve 49.

[18]Bkz. Stikeman Elliott. (2025, January 10). *Carbon Credits Manipulation: An Increased Scrutiny Over Fraud in a Booming Industry Could Cross the Canadian Border*. Securities Litigation Blog. https://www.securitieslitigation.blog/2025/01/carbon-credits-manipulation-an-increased-scrutiny-over-fraud-in-a-booming-industry-could-cross-the-canadian-border/.

[19] Coşkun, 2023, s.48

[20] Dempere et. al., 2024, s.2

[21] Pınar, H. (2016). Volkswagen (VW) Grubunun Dizel Arabalarındaki Emisyon Manipülasyonu ve Hukuki Sonuçları. *İstanbul Üniversitesi Hukuk Fakültesi Mecmuası*, 74(2), 843-878, (s.16). https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/292468, s.858.

unsurlarıdır[22]. Örneğin bir şirket, tükettiği enerjinin çok az bir bölümünün yenilebilir enerjiden oluştuğu, buna çok az yatırım yaptığı halde, büyük bütçeli reklam kampanyalarıyla gerçeğin tam aksini iddia ederek hissedarları ile müşterilerini yanıltabilir[23].

Yeşil finansal suçlar, aynı zamanda yeşil yıkama kavramının içinde değerlendirilebilir. Buna karşın, her yeşil finansal suçun yeşil yıkma kavramına dahil edilemeyeceğini, her yeşil yıkama eyleminin de yasalarca adli para cezasıyla veya hapis cezasıyla yaptırım altına alınmadıkça suç oluşturmayacağını belirtmek gerekir. Türk hukuku bağlamında, yeşil yıkama kavramını genel olarak ele aldığımızda, bu geniş kapsamlı başlık altında yer alan eylemlerin başka bir suç oluşturmuyorlarsa, Türk Ticaret Kanunu'nun 562'nci maddesinde düzenlenen, haksız rekabet suçlarına yol açabilecekleri öngörülebilir ve şirket yöneticilerinin cezai sorumluluğuna gidilebilir. Ek olarak, yeşil yıkama oluşturan eylemlerin saptanmasında Çevre Etiketi Yönetmeliğinden yararlanılabilir.

Yeşil finansal suçların başka bir görünümünü, biraz önce de belirtildiği üzere, çevreye karşı suçlardan gelir elde edildiği durumlarda, bu gelirlerin aklanması oluşturur. Örnek olarak, yasak avlanma ve kaçak balıkçılık, izinsiz ağaç kesme ve madencilik, yasa dışı atık ticareti, hayvan kaçakçılığı ile çevre mevzuatına uymayarak karlarını artıran işletmelerin yol açtığı sanayi kaynaklı çevre kirliliğinden elde edilen gelirlerin aklanması verilebilir[24]. Çevreye karşı suçların işlenmesiyle, dünya genelinde yıllık 200 milyar dolarlık hacme sahip bir yeraltı ekonomisinin meydana geldiği belirtilmektedir[25]. Bu bağlamda Türk hukuku değerlendirildiğinde, Türk Ceza Kanunu'nun 282'nci maddesinde düzenlenen suçtan kaynaklanan malvarlığı değerlerini aklama suçu göz önüne alınabilir.

Sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma bağlamındaki en önemli uygulamalardan biri karbon kredileri ve bunların alım satımının yapıldığı karbon ticareti piyasalarıdır. Karbon ticareti piyasaları devletler tarafından yasal olarak düzenlenmiş zorunlu piyasalar ve gönüllü piyasalar olarak ikiye ayrılırlar. Bu piyasalarda şirketler karbon salınımları, belirlenen kotalardan yüksek çıktığında salınan karbona karşılık karbon kredisi satın alırlar. Böylelikle, dolaylı yoldan başka bir yerdeki karbon salınımını azaltan çevreci bir projeye yatırım yapmış olurlar ya da birbirlerine artan karbon kotalarını satabilirler. Karbon kredisi geliştiricileri karbon salınımı rakamları üzerinde gerçekleştirdikleri hilelerle, fazladan karbon kredileri satabilmektedirler. Bunun için karbon kredisi ticaretinde daha fazla kredi elde edebilmek, uluslararası ya da ulusal düzenlemelerdeki sınırlara uyuyormuş gibi kendilerini göstermek ve bu sayede yaptırımlardan kaçınmak için şirketler, sera gazı emisyonlarını olduğundan daha düşük göstermek uğruna salınım verilerini hileli davranışlarla maniple edebilirler. Türkiye'de henüz, gönüllü karbon ticareti piyasaları bulunmaktadır. Emisyon ticaret sistemi ve karbon fiyatlandırma mekanizmaları kurmaya yönelik çalışmalar bulunduğu belirtilmektedir[26]. Özetle bu alanda Türkiye'de henüz yeterli hukuksal düzenleme bulunmamaktadır. Taslak halinde bulunan İklim Değişikliği

---

[22] De Freitas Netto, S. V., Sobral, M. F. F., Ribeiro, A. R. B., C Soares, G. R. D. (2020). Concepts and forms of Greenwashing: A Systematic Review. *Environmental Sciences Europe, 32*(19), 1–12. https://doi.org/10.1186/s12302-020-0300-3, s.10.
[23] Coşkun, 2023, s.49.
[24] Bergenas, J., C Knight, A. (2015). Green terror: Environmental Crime and Illicit Financing. *The SAIS Review of International Affairs, 35*(1), 119–131, (s.124-126); ayrıca bkz. Financial Action Task Force (FATF). (2021). *Money Laundering From Environmental Crime*. FATF. https://www.fatf-gafi.org, s.3.
[25] Bergenas, 2015, s.120.
[26] Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2024, 30 Nisan). *Türkiye Karbon Piyasası Geliştirme Projesi Açılışı T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanı Mehmet Özhaseki tarafından gerçekleştirildi*. https://iklim.gov.tr/turkiye-karbon-piyasasi-gelistirme-projesi-acilisi-t.c.-cevre-sehircilik-ve-iklim-degisikligi-bakani-mehmet-ozhaseki-tarafindan-gerceklestirildi-haber-4258

Kanununun yürürlüğe girmesi beklenmektedir. İklim değişikliğiyle mücadelede, şeffaf ve net kıstaslara sahip, karbon salınımı kontrol ve raporlama sistemlerinin varlığı gereklidir.

İklim Değişikliği Kanunu Tasarısının 14'üncü maddesinde, 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun 20'nci maddesine ek bentler eklenerek, sera gazı emisyonu izni bulunmaksızın faaliyette bulunanlara, denkleştirme projelerini kaydettirmeyenlere, Emisyon Ticaret Sistemine ilişkin yasaklara veya sınırlamalara uymayanlara idari para cezası verileceği öngörülmüştür. Karbon piyasalarındaki piyasa bozucu eylem ve piyasa dolandırıcılıkları içinse İklim Değişikliği Kanununun 7/5-c maddesinde 6362 sayılı Sermaye Piyasası Kanununun hükümlerinin uygulanacağı belirtilmiş ve bu eylemlere karşı idari kolluk görevi Sermaye Piyasası Kuruluna bırakılmıştır. Öte taraftan, Sermaye Piyasası Kanununun 101'inci maddesinde, SPK tarafından, piyasa bozucu eylemler, bilgi suistimali ve piyasa dolandırıcılığı incelemelerinde uygulanacak tedbirler belirlenmiş, aynı Kanunun 106'ncı maddesinde bilgi suistimali ve 107'nci maddesiyle de piyasa dolandırıcılığı suç olarak düzenlenmiştir. Bu her iki düzenlemenin de sermaye piyasası araçları için verilen emirleri odağa aldığı ve bu nedenle karbon piyasasındaki suç konusu eylemleri önlemede zayıf kalacakları öngörülebilir.

Sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin her geçen yıl daha fazla odağa alınması, yeşil finansal ürün ve hizmetlerin artmasına yol açmış, bunlar arasında, varlık yönetimine ilişkin olarak, yeşil kamu fonları, yatırım fonları, karbon fonları ortaya çıkmıştır[27]. Bu fonlarla, işletmelere ve girişimcilere çevreci projelerin finansmanı için düşük maliyetli krediler sunulabilmektedir. Bu bağlamda şirketler sürdürülebilirlik fonları üzerinden kaynak elde etmek hedefiyle faaliyetlerini, bu faaliyetlerde kullandıkları ekipman ve yöntemleri yanıltıcı bir biçimde çevreci olarak gösterebilmektedirler[28]. Örneğin bu bağlamda, yeşil finansal suçlar başlığı altında değerlendirilebilecek başka bir eylem de sahte çevre projelerinin yürütülmesidir. Sürdürülebilirlik ilkelerini hayata geçirdiği iddiasıyla girişilen ama bu ilkeleri hiç karşılamayan veya çok az karşılayan, hatta tam tersine çevreye zarar veren projelerdir[29]. Hileli davranışlarla bir proje, ek çevresel faydalara sahipmiş gibi gösterilir ve "yeşil" olarak nitelendirilmesi sağlanır. Bu tür projelere, hayali ağaçlandırma projeleri, sahte karbon salınımı dengeleme ve yenilenebilir enerji projeleri örnek olarak gösterilebilir. Türk hukuku bağlamında, yeşil fonların suistimal edilmesi açısından, Türk Ceza Kanunu'nun 158/1-f maddesinde yer alan "banka veya kredi kurumlarının araç olarak kullanılması suretiyle" gerçekleştirilen nitelikli dolandırıcılık suçunun uygulama alanı bulabileceği düşünülebilir.

Son olarak Çevre Kanunu'nun 26'ncı maddesine de değinmek gerekir. Bu maddede, Çevre Kanunun 12'nci maddesinde öngörülen bildirim ve bilgi verme yükümlülüğüne aykırı olarak, yanlış ve yanıltıcı bilgi verenlerin altı aydan bir yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılacağı hükme bağlanmıştır. Kanunda, denetim, bilgi verme ve bildirim yükümlülüğüne ilişkin usûl ve esasların Bakanlıkça çıkarılacak yönetmelikle düzenleneceği öngörülmüştür (Çevre Kanunu md.12). Ayrıca Çevre Kanunu'nun uygulanmasında yanlış ve yanıltıcı belge düzenleyenler ve kullananlar hakkında Türk Ceza Kanunu'nun

[27] Kuloğlu C Öncel, 2015, s.9 vd.
[28] European Public Prosecutor's Office (EPPO). (16 January 2025). Lithuania: EPPO Uncovers €6 Million EU Subsidy Fraud Involving Organised Crime. *European Public Prosecutor's Office*. https://www.eppo.europa.eu/en/media/news/lithuania-eppo-uncovers-eu6-million-eu-subsidy-fraud-involving-organised-crime.
[29] Bkz. Yousfi, O., C El Katep, M. (2023, May 25). Greenwashing: Energy Companies Make False Claims About Sustainability – They Should be Held to Account. *The Conversation*. https://theconversation.com/greenwashing-energy-companies-make-false-claims-about-sustainability-they-should-be-held-to-account-202995.

belgede sahtecilik suçuna ilişkin hükümlerin uygulanacağı da hükme bağlanmıştır (Çevre Kanunu md.12).

5. Sonuç ve Öneriler

Yeşil finansal suçlar içerisinde yer alan eylemler, işlenmelerindeki karmaşıklık ve saptanmalarındaki güçlükle, doğa için, küresel çevresel sürdürülebilirlik için ve de finansal sistemin bütünlüğüne karşı, her geçen gün büyüyen ciddi bir tehdittirler. Yeşil finansal suçların gerek hukuk disiplini içinde gerekse de bu disiplinin dışında birden çok alanı ve alt disiplini ilgilendirmesi, işlenmelerindeki karmaşıklık ve hatta kimi zaman beyaz yakalı faillerin yanı sıra organize suç örgütlerinin de bu suçlara dahil olması, onlarla çok boyutlu ve kapsamlı bir mücadeleyi gerektirir. Bu mücadelede sadece başarılı bir biçimde kaleme alınmış, çok sayıda hukuksal düzenlemenin varlığıyla yetinilemez. Tüm bunlara ek olarak uluslararası ve ulusal düzeyde kamu ve özel sektör arasında çeşitli iş birliklerine gidilmesi, akıllı sözleşmeler, blok zincir, büyük veri gibi teknolojik yeniliklerden yararlanılması gerekir. Açık, ayrıntılı ve net yasal düzenlemelerle denetim ve raporlama kıstaslarının belirlenmesi, kamu veya özel sektör ayırt etmeden şeffaflığın sağlanması önerilmektedir.

Türk ceza hukuku bağlamında, yeşil finansal suçlar kategorisi değerlendirildiğinde, her ne kadar mevcut yasal düzenlemeler belirli bir temel çerçeveyi oluştursa da yeşil finansal suçlara özgü özel düzenlemelerin yaratılması önerilebilir veya en azından bu tür eylemlere, bir önceki bölümde sözü edilen ilgili cezai hükümlerde nitelikli hali olarak yer verilmesi düşünülebilir. Öte taraftan, İklim Değişikliği Kanununda ve Sermaye Piyasası Kanununda yer alan düzenlemelerle, karbon piyasalarında gerçekleştirilebilecek yukarıda sözü edilen eylemlerle mücadele edilebilmesi son derece güçtür. Son olarak belirtmek gerekir ki Türk hukuk sistemi, mevcut yapısıyla kimi yeşil finansal suç eylemlerine karşılık gelebilecek düzenlemeler içerse de yeşil finansman uygulamalarında ortaya çıkabilecek yeşil yıkama eylemleri için özel düzenlemelerin ve suç tiplerinin öngörülmesi, sürdürülebilir kalkınma politikalarının yaşama geçirilmesi için önemlidir. Sürdürülebilirlik hedefli suç politikalarının geliştirilmesi düşünülmelidir.

KAYNAKÇA

Achim, M. V., Vaidean, V. L., & Mirza, N. (2024). The Moderating Role of Governance on the Nexus of Financial Crime and Sustainable Development. *International Journal of Finance & Economics*. https://doi.org/10.1002/ijfe.3043.

Akkaya, H., & Yüce, M. (2023). Çevre Suçları Üzerinden Kara Para Aklama Suçuna Yönelik bir inceleme. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 15*(3), 778–794

Alshible, M., Abu Hamzeh, I., & Al-Billeh, T. (2023). The Extent of Considering Environmental Crimes as a Manifestation of Economic Crimes. *Journal of Environmental Management and Tourism, 14*(1), 23–34. https://doi.org/10.14505/jemt.v14.1(65).03.

Bergenas, J., & Knight, A. (2015). Green Terror: Environmental Crime and Illicit Financing. *The SAIS Review of International Affairs, 35*(1), 119–131.

Boyar, O, (2020). Anayasa ve Sürdürülebilir Kalkınma, *İstanbul Hukuk Mecmuası*, 78 (4), 1921-1957.

Coşkun, Y. (2023). Yeşil Yıkama. *Bilim ve Teknik*, (Aralık 2023), 45–53.

De Freitas Netto, S. V., Sobral, M. F. F., Ribeiro, A. R. B., & Soares, G. R. D. (2020). Concepts and Forms of Greenwashing: A Systematic Review. *Environmental Sciences Europe, 32*(19), 1–12. https://doi.org/10.1186/s12302-020-0300-3, (s.10).

Dempere, J., Alamash, E., & Mattos, P. (2024). Unveiling the Truth: Greenwashing in Sustainable Finance. *Frontiers in Sustainability, 5*, Article 1362051. https://doi.org/10.3389/frsus.2024.1362051.

Endriana, M. S., Yusriadi, Silviana, A., & Fernando, Z. J. (2023). Green Financial Crime: Expose About Financial Crime In The Environment And Renewable Energy World. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1270*(1).

Krambia-Kapardis, M., Stylianou, I., & Savva, C. S. (2023). Ethical Leadership as a Prerequisite for Sustainable Development, Sustainable Finance, and ESG Reporting. In M. Dion (Ed.), *Sustainable finance and financial crime* (ss. 107–126). Springer.

Kuloğlu, E., & Öncel, M. (2015). Yeşil Finansman Uygulaması ve Türkiye'de Uygulanabilirliği. *Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *2*(2).

Pınar, H. (2016). Volkswagen (VW) Grubunun Dizel Arabalarındaki Emisyon Manipülasyonu ve Hukuki Sonuçları. *İstanbul Üniversitesi Hukuk Fakültesi Mecmuası*, 74(2), 843-878, (s.16). https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/292468.

Ruggiero V. (2022). Sustainability and Financial Crime, *International Criminology* 2, 143–151.

Şen, H., Kaya, A., & Alpaslan, B. (2018). *Sürdürülebilirlik Üzerine Tarihsel ve Güncel Bir Perspektif*. Ekonomik Yaklaşım, 29(107), 25–56. https://www.ekonomikyaklasim.org/fulltext/94-1522600271.pdf.

Yeni, O. (2014). Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Kalkınma: Bir Yazın Taraması. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 16*(3), 181–208.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2024, 30 Nisan). *Türkiye Karbon Piyasası Geliştirme Projesi Açılışı T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanı Mehmet Özhaseki tarafından gerçekleştirildi*. https://iklim.gov.tr/turkiye-karbon-piyasasi-gelistirme-projesi-acilisi-t.c.-cevre-sehircilik-ve-iklim-degisikligi-bakani-mehmet-ozhaseki-tarafindan-gerceklestirildi-haber-4258.

European Public Prosecutor's Office (EPPO). (16 January 2025). Lithuania: EPPO uncovers €6 million EU Subsidy Fraud Involving Organised crime. *European Public Prosecutor's Office*. https://www.eppo.europa.eu/en/media/news/lithuania-eppo-uncovers-eu6-million-eu-subsidy-fraud-involving-organised-crime.

Financial Action Task Force (FATF). (2021). *Money Laundering from Environmental Crime*. FATF. https://www.fatf-gafi.org.

Financial Crime Academy. (2025). *Financial Crimes in Environmental Crimes*. Retrieved March 21, 2025, from https://financialcrimeacademy.org/financial-crimes-in-environmental-crimes/

Integrity Risk International. (2020). *The Growing Focus on Green Financial Crimes*. Retrieved March 21, 2025, from https://www.integrityriskintl.com/green-financial-crime/

Stikeman Elliott. (2025). *Carbon Credits Manipulation: An Increased Scrutiny over Fraud in a Booming Industry Could Cross the Canadian Border*. Securities Litigation Blog. https://www.securitieslitigation.blog/2025/01/carbon-credits-manipulation-an-increased-scrutiny-over-fraud-in-a-booming-industry-could-cross-the-canadian-border/.

United Nations. (1987). *Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development*, s.37. https://www.are.admin.ch/are/en/home/media/publications/sustainable-development/brundtland-report.html

Yousfi, O., & El Katep, M. (2023). Greenwashing: Energy Companies Make False Claims About Sustainability – They Should Be Held to Account. *The Conversation*. https://theconversation.com/greenwashing-energy-companies-make-false-claims-about-sustainability-they-should-be-held-to-account-202995.

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK İLKESİNİN DEVLET KUDRETİ VE İNSAN HAKLARINA ETKİSİ ÜZERİNE BİR TARTIŞMA

A. Aslı ŞİMŞEK ÖNER

Özet

Küresel çevresel değişimlerin, biyoçeşitliliğin, iklim krizinin, insanların haklarının yanı sıra insan dışı varlıkların haklarının ve bunları kapsayan şemsiye bir ilke olarak sürdürülebilirlik gibi siyasal ekolojiye ilişkin kavramların siyasal ve hukukî rejimlere yeni giren kavramlar olduğu görülmektedir. Bu çalışma kapsamında kamu hukuku perspektifinden yeryüzünün karşı karşıya olduğu çevresel, hukukî, toplumsal ve siyasal zorluklara ilişkin devletlerin hukuk aracılığıyla çare arayışında mevcut siyasal ve hukukî rejimlerin yerleşik yapıları içinde sürdürülebilirliğin işlevi, önemi ve rolünün tartışılması amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda sürdürülebilirlik kavramı ekseninde bir ilke olarak sürdürülebilirliğin hukuk devleti ya da sosyal devlet gibi devletin niteliğini teşkil eden bir hukuk ilkesine dönüşme potansiyeli değerlendirilmektedir. Böyle bir değerlendirme yapılırken normatif-teorik çerçevesi uluslararası ve ulusal hukuklar ile doktrin tarafından oluşturulan ekolojik hukuk ve insan haklarına ekolojik yaklaşım bağlamında devlet kudretinin sınırlanması, bu sınırlamanın anayasalara yansıması ve kamu hukuku kuramında sürdürülebilirliğin bir ilke olarak tanınması hususları incelenmektedir. Nitekim kavramın hem ilkesel hem düşünsel hem de normatif düzeyde içeriğindeki belirsizlikler hukukî bir ilke olarak devletler tarafından benimsenmesinin önünde bir engel oluşturmaktadır. Buna karşılık insan haklarındaki ve yargı kararlarındaki "yeşilleşme" eğilimi, ekolojik hukuk ve insan hakları yaklaşımının mevcut hukuk sistemlerinde etkili olmaya başladığını göstermektedir. Yine de devletler, klasik egemenlik yetkilerinden taviz verme anlamına gelen uluslararası hukuk ilkelerinde sürdürülebilirlik bağlamında bir dönüşüme şüpheyle yaklaşmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, devlet kudreti, ekolojik insan hakları, iklim davaları, ekolojik hukuk, siyasal ekoloji.

Abstract

It is evident that concepts related to political ecology, such as global environmental change, biodiversity, climate crisis, rights of humans and non-humans, and sustainability as an umbrella principle encompassing these, are new concepts entering political and legal regimes. Within the scope of this study, it is aimed to discuss the function, importance, and role of sustainability within the permanent structures of existing political and legal regimes. This is because it is important to search for solutions to the environmental, legal, social, and political challenges that the earth is facing through a public law perspective. In line with this objective, the potential for sustainability to become a legal principle constituting the nature of the state, such as the rule of law or the welfare state, is evaluated. In making such an assessment, the normative-theoretical framework established by international and national law and doctrine is examined in the context of ecological law and the ecological approach to human rights, focusing on the limitation of state power, the reflection of this limitation in constitutions, and the recognition of sustainability as a principle in public law theory. Indeed, the conceptual and normative vagueness in the concept's content is an obstacle to its adoption by states as a legal principle. On the other hand, the trend toward "greening" in human rights and jurisprudence indicates that the ecological approach to law and human rights is beginning to have an impact on existing legal systems. Nevertheless, states are skeptical of a transformation in international law principles in the context of sustainability, as it would imply a compromise of the classical understanding of states' sovereignity.

Keywords: Sustainability, state power, ecological human rights, climate litigation, ecological law, political ecology.

Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi Hukuk Fakültesi, Genel Kamu Hukuku ABD, a.asli.oner@bozok.edu.tr, ORCID 0000-0001-7743-0509.

Giriş

Toplumların ve doğanın devamlılığı olarak anlaşılan sürdürülebilirlik düşüncesinin tarihsel kökeni antik kültürlere kadar uzanmaktadır. Gerçekten de Hinduizm, Taoizm ve Budizm gibi Doğu inanç sistemlerinin (Heywood, 2021) yanı sıra pagan dinlerdeki *Pacha Mama* (Toprak Ana) kavramının, And ve Ekvador yerli kültürlerinin (Álvarez, 2015), Avustralyalı Aborjinlerin yeryüzünün esenliğine, dirliğine ve birliğine yönelik inanışları (Bosselmann, 2018) gibi antik kültürlerdeki çeşitli kavramların modern dönemde yeniden ele alınmasına dayalı olarak sürdürülebilirlik kavramının düşünsel anlamda ön plana çıktığı görülmektedir.

Tarihsel olarak ise Avrupa'da 17. ve 18. yüzyıllarda gemi ve ev yapımının yol açtığı ormansızlaşmayla meydana gelen ekolojik krizin önlenmesi amacıyla çalışmalar yapan ve kısa vadeli kâr odaklı ormancılığı ve doğal çevrenin körü körüne sömürülmesini eleştiren Alman mühendis ve orman bilimci *Hans Carl von Carlowitz, "Sylvicultura oeconomica"* (Ormancılık ekonomisi) (1713) adlı eserinde Almanca *"Nachhaltigkeit"* (sürdürülebilirlik) kavramını ilk kez kullanan bilim insanı (Bosselmann, 2018; Grober, 2007) olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu noktada 19. yüzyılda orman biliminde sürdürülebilirliğin, orman ekosisteminin konum, toprak verimliliği, biyoçeşitlilik, su rezervi gibi "sürdürülmesi" gereken çeşitli yönlerini kapsayan merkezî önemde bir kavram olduğu görülmektedir. Keza sürdürülebilirlik ilkesi, 1852 tarihli Bavyera Orman Yasası'nda görüldüğü üzere (Bosselmann, 2018) 19. yüzyıl mevzuatına da hukukî bir kavram olarak girmiştir. Dolayısıyla doğa bilimlerinde uygulanması önerilen bir ilke olarak sürdürülebilirliğin temelinde yer alan bakış açısının, toplumların devamlılığının sağlanmasının ekolojik sistemlerin sürdürülmesine bağlı olması biçiminde karşımıza çıktığı belirtilmektedir.

20. yüzyılda ise sürdürülebilirliğe ilişkin tartışmaların, sanayileşme sonrası toplumlarda sanayileşmenin ve dolayısıyla ekonomik kalkınmanın, yeryüzünün devamlılığını tehdit eden çevresel felaketlere yol açtığının anlaşılmasıyla önem kazandığı gözlemlenmektedir. Nitekim 1987 tarihli *Brundtland Raporu*'nda sürdürülebilirlik kavramı, kalkınmayla birlikte düşünülmeye başlanmıştır. *Brundtland Raporu*'na göre sürdürülebilir kalkınma, *"gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama kabiliyetinden ödün vermeksizin bugünün ihtiyaçlarını karşılayan kalkınma"* olarak tanımlamıştır (Birleşmiş Milletler, 1987). *Brundtland Raporu*'yla birlikte popüler hale gelen kavrama kalkınma boyutuyla daha geniş sosyal ve ekonomik hususlar da eklendiği için sürdürülebilirliğin orijinal anlamını ortaya koyan ekolojik yaklaşımdan farklılaştığı ve hatta uzaklaştığı öne sürülmüştür. Nitekim kavramın bu haliyle muğlak hale geldiği ve orijinal anlamının ikinci plana atıldığı yönünde eleştiriler gündeme gelmiştir (Bosselmann, 2018).

Bu çalışma kapsamında sürdürülebilirlik kavramı, sürdürülebilir kalkınma, gelişme ya da sosyoekonomik sürdürülebilirlik gibi kavramlar bağlamında değil, hukukî bir ilkeye ve bu çerçevede devletin bir niteliğine vücut verip vermediği hususlarında ekolojik sürdürülebilirlik kavramı çerçevesinde ele alınmaktadır. Dolayısıyla sürdürülebilir kalkınmaya ilişkin gelişmeler, sürdürülebilirlik ilkesini etkilediği ölçüde bu çalışma içinde yer alacak olup, esasen ekolojik kamu hukuku perspektifinden sürdürülebilirlik ilkesinin bir hukuk ilkesi olarak ele alındığı uluslararası belgeler, ulusal anayasal çerçeveler, sürdürülebilirliğe ilişkin yargısal tutumlar ile doktriner tartışmalar çalışmanın odak noktasında olacaktır.

Bu doğrultuda bilimsel ve etik akıl yürütme yoluyla gelişmeye devam eden sürdürülebilirlik düşüncesi, 1980'li yıllardan itibaren kalkınma bağlamında ele alınmaya başlasa da hukuk düşüncesinde de ekolojik perspektif etkili olmasına yönelik girişimler karşımıza çıkmaktadır. Özellikle Yeryüzü Şartı (*Earth Charter*) (2000) ile birlikte sürdürülebilirlik düşüncesinin hukuken "dünyanın ekolojik sistemlerinin

bütünlüğünün korunması" anlamında kullanılması talebi açıkça ortaya konulmuştur. Ekolojik bütünlüğü temel ilkelerinden biri olarak kabul eden Yeryüzü Şartı, kamuoyunda sürdürülebilir kalkınma için de yol gösterici bir belge olarak kabul görmüştür. Gerçekten de sürdürülebilirlik ilkesi, adalet ve özgürlük gibi hukukun ve yönetimin temel bir ilkesi olarak görülmeye başlanmıştır. O halde bir hukuk ilkesi olarak sürdürülebilirlik kavramına daha yakından bakmaya ihtiyaç vardır.

Bir Hukuk İlkesi Olarak Sürdürülebilirlik

Başta iklim değişikliği olmak üzere küresel çevresel sorunlar karşısında nasıl bir siyasal ve hukukî zemin oluşturulacağı meselesi, modern ulus devletlerin 21. yüzyıl itibariyle ulusal sınırlarını aşarak küresel tehdit haline gelmiş ve ana gündemlerine dönüşmüştür. Bu bağlamda siyasal iktidarın meşruiyeti, insan dışı varlıkların hakları ve iklim adaleti gibi hususlar kamu hukuku kuramında yeni tartışma başlıkları haline gelmektedir. Tarihsel süreçte 18. yüzyılda parlamenter rejimlerin benimsenmesi, devletin hukuk ile sınırlandırılması ve hukukun üstünlüğü ilkesi, ardından 19. ve 20. yüzyıllarda devletin refah politikaları aracılığıyla sosyal bir nitelik kazanması ve insan haklarının geniş ölçüde uluslararası ve ulusal hukuk normları olarak tanınması siyasal iktidarların meşruiyet arayışında hukuk devleti, sosyal devlet, insan haklarının üstünlüğü ve demokrasi ilkelerine dayanmaları ile sonuçlanmıştır. Aynı zamanda bu ilkeler modern anayasacılık hareketiyle birer hukuk ilkesine dönüşmüştür. Buna karşılık 21. yüzyıl itibariyle Sanayi Devrimi'nin insan eylemi kaynaklı ortaya çıkmış ve fakat istenmeyen temel sonucu olan ve küresel çapta etkisini gösteren küresel ısınma ve buna bağlı iklim değişikliğine karşı siyasal iktidarın mevcut meşruiyet dayanakları yeterli gelmemektedir. Bu bağlamda sürdürülebilirlik ilkesinin yeni bir hukuk ilkesi olarak ele alınması hususu tartışılmaktadır. Bu anlamda çeşitli hukukî girişimler karşımıza çıkmaktadır. Bunlardan en önemlisinin Yeryüzü Şartı olduğu söylenebilir.

Uluslararası hukuk çerçevesinde Birleşmiş Milletler girişimi olarak başlatılan ve sivil toplum girişimi olarak küresel bir konsensüs ile tamamlanan ve Yeryüzü Şartları Komisyonu tarafından 29 Haziran 2000 tarihinde Lahey'de ilan edilen Yeryüzü Şartı, hukuken devletleri bağlayıcı niteliği haiz olmamakla birlikte İnsan Hakları Evrensel Beyannamesi (İHEB) gibi yumuşak hukuk belgesi olarak kabul edilmektedir. Tarihsel örneklerde görüldüğü gibi bir haklar bildirisi olarak ele alındığında Yeryüzü Şartı, hukukun ekolojik perspektiften haklar ve ödevlere bakışındaki paradigma değişimini açıkça yansıtmaktadır. Nitekim Yeryüzü Şartı'nın Önsöz'ünde *"doğaya, evrensel insan haklarına, ekonomik adalete ve barış kültürüne saygı üzerinde kurulmuş sürdürülebilir küresel bir toplum meydana getirmek için bir araya gelmek zorundayız. Bu gaye ile bizim, yeryüzü halkları olarak; birbirimize, daha geniş bir toplum hayatına ve gelecek nesillere karşı sorumluluğumuzu açıklamamız gerekmektedir."* şeklinde belirtilen yaklaşım (Earth Charter, 2000), insan toplumunun yeryüzünün ekolojik sisteminin merkezi değil, sadece bir parçası olduğu; bu bağlamda insanın ve haklarının insan dışı varlıklar karşısında herhangi bir üstünlük kurmaksızın hem insan dışı varlıkların ve doğanın hem de gelecek nesillerin haklarına karşı sorumluluklar gözetilerek hakların ele alınması gerektiği ve ancak bu yöntemle sürdürülebilirliğin mümkün olacağı özetlenmektedir.

Bu minvalde sürdürülebilir yaşam vizyonu olarak sunulan Şart, bunu gerçekleştirmek üzere belirli ilkeler sunmaktadır. Bunlar (i) toplum hayatına saygı ve özen gösterme; (ii) ekolojik bütünlük; (iii) sosyal ve ekonomik adalet; (iv) demokrasi, şiddetsizlik ve barıştır. Bu ilkeler çerçevesinde Şart'a göre barışçıl ve demokratik toplumların sürdürülebilirliği, kalkınmanın sürdürülebilirliği, yeryüzünün ekolojik sistemlerinin bütünlüğünün sürdürülebilirliği, insan yaşamlarının tekil olarak sürdürülebilirliği tesis edilmelidir (Earth Charter, 2000).

Bu doğrultuda dünya genelinde hukukçular ve teorisyenler bir araya gelerek çevre hukukundan ekolojik hukuka doğru bir geçiş öngören bir hukuk hareketi inisiyatifi oluşturmuşlardır. 2016 yılında Norveç'in

Oslo kentinde düzenlenen Uluslararası Doğa Koruma Birliği (*International Union for Conservation of Nature/IUCN*) Çevre Hukuku Akademisi Kolokyumu'nda bir araya gelen hukukçular ve akademisyenler, "Çevre Hukukundan Ekolojik Hukuka" başlıklı bir manifesto kabul etmiştir (Eco Jurisprudence Monitor, 2016). Oslo Manifestosu olarak bilinen bu belgede hukukçular, yeryüzünün ekolojik sistemlerinin, yapısal bütünlüğünün ve sürdürülebilirliğinin artan bir hızla bozulduğunu tespit etmektedirler. Aynı zamanda hukukun mevcut kavram ve kurumlarının bu bozulmayı durdurmada başarısız olduğunu açıklamaktadırlar. Mevcut siyasal rejimlerin belirtilen bu küresel ekolojik bozulmaya karşı ellerindeki hukukî enstrümanlardan birinin sürdürülebilirlik kavramı olduğunu vurgulayan Manifesto, bu kavramın dayandığı hukukî temellerin ise eko-merkezli hukuk başlığı altında toplanabilecek *Buen Vivir* (iyi yaşam) ilkesinde, *Pachamama* (Doğa Ana) haklarında, *Te Urewera* Yasası'na göre doğaya bütüncül bir bakış sunan doğa haklarında, yeryüzü hukuk teorisinde, eko-anayasacılık ve küresel çevre anayasacılığında; ekolojik hukuk teorisine dayanan yargı kararlarında ifadesini bulduğunu belirtmektedir (Eco Jurisprudence Monitor, 2016).

Oslo Manifestosu'na dayanarak 2017 yılında Ekolojik Hukuk ve Yönetişim Derneği (*Ecological Law and Governance Association/ELGA*) kurulmuştur. *ELGA*, hukuk ve yönetişimi dönüştürmeye yönelik girişimleri koordine eden küresel girişimdir. Bu girişim nezdinde İHEB'in 70. yıldönümünde, 10 Aralık 2018 tarihinde Hollanda'nın Lahey kentinde kurulan Yeryüzü Yasal Temsilciliği İnisiyatifi de Lahey İlkeleri'ni kabul etmiştir (The Hague Principles, 2018). Bu noktada hem Yeryüzü Şartı'nın İHEB gibi evrensel ilkeleri ortaya koyduğunun kabul edilmesi (Engel, 2018) hem de Lahey İlkeleri'nin İHEB'in yıldönümünde ilan edilmesi sembolik olarak haklara yaklaşımda insan-merkezlilikten eko-merkezliliğe geçişi simgelemesi bakımından dikkat çekicidir.

Lahey İlkeleri'nin çıkış noktasını birey-devlet ilişkilerinde bireyin hakları ile devletin yükümlülükleri şeklindeki klasik kabul yerine insan dışı ve devlet dışı hangi varlık ve toplulukların hukuken ve siyaseten muhatap alınması gerektiğine ilişkin etik bir soru oluşturmaktadır. Gerçekten de Lahey İlkeleri'ne göre *"tüm insanların eşit ve devredilemez haklarının tanınması, adil ve sürdürülebilir toplumlara ulaşmak için vazgeçilmez bir ön koşuldur. Ancak küreselleşmiş dünyamız bu beklentiye yeni zorluklar getirmektedir. Hepimiz yaşam topluluğuna, yeryüzü topluluğuna aitiz. Bu aidiyet ise topluluk, birbirimiz, gelecek nesiller, tüm canlılar ve evimiz yeryüzü için hangi hak ve sorumlulukları tanımamız ve bunlara sadık kalmamız gerektiğini gösterir."* (The Hague Principles, 2018). Görüldüğü üzere İHEB'in esaslarını reddetmeyen ve fakat ona ekolojik hukuk teorisi çerçevesinde yeni bir bakış açısı getiren Lahey İlkeri'nin sürdürülebilirliğin bir hukuk ilkesi olarak ele alınmasında öncü rol oynadığını söylemek mümkündür. O halde sürdürülebilirliğin bir hukuk ilkesi haline gelmesi hususunda kavramsal çerçevesine daha yakından bakmakta fayda vardır.

ELGA'nın kurucularından *Bosselman'a* göre (2008) sürdürülebilirlik kavramının özü ne ekonomik sürdürülebilirlik ne sosyal sürdürülebilirlik ne de sürdürülebilir her şey olarak görülebilir; sürdürülebilirliğin özü ancak "ekolojik sürdürülebilirlik"tir. Dolayısıyla sürdürülebilirlik ilkesi ekonomik kalkınmaya indirgenemeyeceği gibi mevcut toplumsal sorunların tamamını kapsayacak şekilde de genişletilemez. Bu nedenle ekonomik, sosyal ve ekolojik sürdürülebilirlik birbirine indirgenemez. Bunu belirtmek, ekonomik ve sosyal hedeflerin daha az önemli olduğu anlamına da gelmemektedir. Aksine her ikisi de sürdürülebilir kalkınma kavramının ayrılmaz bir parçasıdır, buna karşılık sürdürülebilirlik ilkesinin ayrılmaz bir parçası değildir. Nitekim sürdürülebilirlik ilkesinin yüzyıllardır kökeni doğal kaynak argümanına dayanmaktadır. Zamanla bu argüman, yerel kaynaklara ve günümüzde ekosistemlere ve gezegensel ekosistemlere kadar genişlemiştir. Buna karşılık ekolojik sürdürülebilirlik ilkesinin özü hiçbir zaman değişmemiştir. Sürdürülebilirliğin doğaya dayanan özü, kalkınma bağlamında sürdürülebilir olandan da bu anlamda bağımsız düşünülemez. Zira sosyal ve

ekonomik yönlerin sürdürülebilir kalkınma kavramına dahil edilmesi, ekolojik özden herhangi bir sapmayı gerektirmemektedir (Bosselmann, 2008). Aksine yalnızca bu öz sayesinde sürdürülebilir kalkınmanın sosyal ve ekonomik bileşenleri bakımından merkezî referans noktası yine doğal kaynak argümanı olacaktır. Böylece kalkınma, ekolojik sistemlerin bütünlüğünü ve sürekli varlığını koruma eğilimindeyse sürdürülebilirdir; aksi yönde bir eğilim varsa bu kalkınmanın sürdürülemez olduğu, diğer bir ifadeyle sürdürülebilirlik ilkesine uygun tasarlanmadığı anlamına gelecektir (Bosselmann, 2008).

Bu noktada sürdürülebilirlikten bir hukuk ilkesi olarak söz edeceksek hukuk sistemlerinin daha fazla hukuk reformuna ya da yeni düzenlemelere değil, bir paradigma değişimine ihtiyaç duyduğu görülmektedir. Gerçekten de hukuka ekolojik yaklaşım, eko-merkezliliğe, bütüncüllüğe ve nesil içi/nesiller arası ve türler arası adalete dayanmaktadır. Bu durumda insanı ve insan-merkezli (antroposentrik) bakış açısını (*anthropocentrism*) ve bundan kaynağını alan insan haklarının salt insanlara özgü haklar olarak tanımlanmasını, insanlar arası eşitlik ilkesini, devlet egemenliğine karşı insana özgülenmiş doğal haklar tezini eleştirilmektedir (Baxter, 2008; Capra & Mattei, 2021). Gerçekten de hukuka ekolojik yaklaşıma göre hukuk ekolojik karşılıklı bağımlılıkları tanıyacak ve artık doğadan ziyade insanlardan ve kolektif sorumluluklardan ziyade bireysel haklardan yana olmayacaktır.

Karşılaştırmalı Hukuk Işığında Ekolojik İnsan Hakları ve Sürdürülebilirlik İlkesi

Esasen ekolojik hukuk, insan varoluşunun doğal yaşam koşullarıyla bütünlüğünü içselleştirir ve bunları anayasalar, insan hakları, yurttaş hakları ve devlet egemenliği dahil olmak üzere tüm hukukun temeli haline getirir. Günümüzde henüz ekolojik hukukun, yerleşik hukuk düzeninin klasik varsayımları yerine geçtiğini söylemek mümkün görünmemektedir. Buna karşılık dünya genelinde çeşitli anayasalarda, anayasacılık hareketlerinde, yargı kararlarında ekolojik hukukun ve bu bağlamda sürdürülebilirliğin hukuktaki izdüşümünü görmek mümkündür.

Gerçekten de son yıllarda sürdürülebilirlik ilkesi, insan hakları anlayışını ve gelişimini önemli ölçüde şekillendirmektedir. Sürdürülebilirlik perspektifinden bakıldığında, insan haklarının çevreye yönelik sorumluluklarla tamamlanması gerektiğini savunulmaktadır. Bu anlamda insanlara haklar yanında sorumluluklar getirmek suretiyle salt devletlere getirilen hakların yükümlüsü olma esası dönüşüme uğramaktadır. Bu açıdan ekolojik sisteme karşı sorumluluk kişiselden, topluluk sorumluluğuna, şirketler gibi tüzel kişilerin sorumluluğuna ve oradan devletler arası düzene ve devletlerin birbirine karşı sorumluluğuna kadar uzanmakta ve sürdürülebilir bir hak ve sorumluluk dengesinin kurulması için küresel bir yönetişim anlayışına ihtiyaç duyulduğu vurgulanmaktadır (Venton, 2018).

Ulusal hukuklarda da gittikçe gelişen şekilde sürdürülebilirlik ilkesinin tanınması yolunda bir yaklaşım benimsendiği söylenebilir. Gerçekten de 2008 tarihli Ekvador Anayasası'nın 71. maddesinde "Pacha Mama veya Doğa" nın *"varlığına ve yaşam döngülerinin, yapısının, işlevlerinin ve evrimsel süreçlerinin sürdürülmesine ve yenilenmesine bütüncül saygı gösterilmesi hakkını"* tanıdığı ve böylece dünyada doğanın haklarını tanıyan ilk anayasa olarak tarihsel bir momenti simgelediği görülmektedir. Başka bir anlatımla anayasal bir ilke olarak sürdürülebilirliğin ve ekolojik insan hakları yaklaşımının pozitif hukukça tanınması ve koruma altına alınması yolunda bir anayasacılık hareketi gelişmektedir. Bu gelişmeye koşut olarak Ekvador Anayasa Mahkemesi, *Los Cedros* yağmur ormanı kararı olarak da bilinen 2021 tarihli ve 1149-19-JP/21 sayılı kararında Doğa Ana haklarını güvence altına alan bir karara imza atmıştır (García Ruales, 2025; Prieto, 2021).

Anayasalarında açıkça Doğa Ana haklarını tanınmayan hukuk sistemlerinde ise mahkemeler yorum yoluyla anayasal haklardan ekolojik hakları çıkarsayabilmektedir. Söz gelimi 2016 yılında Kolombiya Anayasa Mahkemesi, 1991 tarihli Kolombiya Anayasası'nın ekolojik karakterine ilişkin yorumdan yola

çıkarak *Atrato Nehri*'nin hakları için öznel bir gerekçe türetmiştir (Challe, 2021). Maori halkı tarafından uzun zamandır savunulan *Whanganui* nehrinin hakları ise nehre tüzel kişilik tanınmasını sağlayan düzenlemenin Yeni Zelanda Parlamentosu tarafından 2017 yılında *Te Awa Tupua* Yasası'nın kabul edilmesiyle yürürlüğe girmiştir. Bu şekilde bir nehir, bir insanla aynı haklara sahip olabilecek ve dava ehliyetini gerçek kişiler aracılığıyla kullanabilecektir (Te Awa Tupua (Whanganui River Claims Settlement) Act, 2017). Sadece Küresel Güney'de değil, Küresel Kuzey'de de yargı organlarının benzer içtihatlar geliştirme yolunda adımlar attığı görülmektedir. Örneğin Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi, 2024 tarihli Verein KlimaSeniorinnen Schweiz ve Diğerleri v. İsviçre kararında iklim değişikliği yargılaması aracılığıyla ekolojik hukuk perspektifinin Avrupa insan hakları rejiminde ne şekilde uygulanabileceğinin göstergelerini ortaya koymuştur. Yine AİHM'in G. ve E. v. Norveç ile OB ve Diğerleri v. Norveç kararlarında yerli halkların ve yaşam şekillerinin korunmasına ilişkin bir içtihadının oluştuğunu görmek mümkündür. Yine de AİHM'in insan merkezli liberal haklar tezine dayalı bakış açısını genel olarak koruduğunu ve örneğin yerli halklara ilişkin içtihadında özel mülkiyet hakkı temelli bir yaklaşımla meseleyi ele aldığının altını çizmek gerekir. Dolayısıyla insan hakları denetimi yapan mahkemelerin henüz yeryüzünün birliği, esenliği, ortak iyi gibi sürdürülebilirliğe atıf yapan kavramlara dayalı gelişmiş bir içtihadının olduğunu söylemek mümkün görünmemektedir. Aynı zamanda ulusal ve uluslararası hukuktaki bu gelişmeler göstermektedir ki sürdürülebilirlik çerçevesinde ekosistemin sürdürülebilirliğinin insan hakları ile ilişkisi ve bu noktada devletin yeni işlevi ve rolü tartışmaları karşımıza çıkmaktadır.

Sonuç Yerine Bir Değerlendirme: Sürdürülebilirlik İlkesi Devletin Bir Niteliği Olabilir Mi?

Günümüzde mevcut hukuk kavram ve kurumlarının iklim krizi karşısında yetersiz geldiği noktada hukuk teorisi ve pratiğinden örnekler göstermektedir ki ekosistem düşüncesine dayanan bütünsel yaklaşım (holism) aracılığıyla hukuk ve politikada insan-merkezlilikten daha bütüncül, yeryüzü merkezli bir yaklaşıma doğru bir geçiş yaşanmaktadır. Bu bağlamda sürdürülebilirlik ilkesinin devletin rolünü nasıl yeniden tanımlayabileceği üzerinde durulmaktadır.

Literatürde sürdürülebilirlik ve devletin bir arada düşünüldüğü normatif-teorik çerçeveyi çizen birtakım kavramlar olduğu görülmektedir. Bunlar çevre devleti (*environmental state*) (Duit vd., 2015), yeşil devlet (*green state*) (Eckersley, 2004) ve sürdürülebilir devlet (*sustainable state*) (Bornemann vd., 2025) kavramları olarak özetlenebilir. Literatürde şimdiye kadar derin ekoloji ve sığ ekoloji farkından hareketle çevre devleti ile yeşil devlet arasında en azından teorik düzeyde bir ayrım yapılmak istendiği görülmektedir. Zaman zaman da herhangi bir belirgin ayrım gözetilmeksizin bu iki kavram birbirinin yerine kullanılmaktadır. Buna karşılık henüz birkaç yıldır kavramsal bir çerçeveye yerleştirilmeye çalışılan sürdürülebilir devlet kavramı, bu ikisinden ayrıştırılarak tanımlanmaya çalışılmaktadır.

Sürdürülebilir devlet, yeşil devlet ya da çevre devleti kavramlarının dayandığı esaslara dayanmakla birlikte, birkaç açıdan bunların ötesine geçer. Gerçekten de sürdürülebilir devlet, ekolojik sınırların dikkate alınması noktasında aynı esasa dayanırken, normatif adalet talepleriyle (yaşam kalitesi), açıklık ve muhalefetin dikkate alınmasıyla (müzakere) ve yapısal, mekânsal ve zamansal karşılıklı bağımlılıkların hesaba katılması talebiyle iç içe geçer. Böyle bir sürdürülebilir devlet kavramı, çok kapsamlıdır ve devletlerin normatif, kurumsal ve pratik olarak yerleşik işleyişlerine meydan okuyarak dayandığı temellerin yeniden belirlenmesini öngörür (Bornemann vd., 2025).

Yeşil devlet ya da çevre devleti literatürünün büyük bir kısmının çevrenin korunması veya ekolojik modernleşme paradigmasına dayandığı ve sürdürülebilirliğin ekolojinin ötesindeki daha geniş anlamlarını genellikle ihmal ettiği görülmektedir. Bu bağlamda devletin "ekolojik bilincine" ve ekolojik sınırları korumak için "ekolojik vasi" rolüne vurgu yapıldığı görülmektedir. Bu noktada yeşil devlet, var

olan devlet yapısına eklenmiş bir ekolojik perpektif izlenimi sunmaktadır. Buna karşılık sürdürülebilir devlet, ekolojik sınırların yanı sıra adalet ve refahı da kapsayan, toplumsal-ekolojik bir dönüşüm için birbirine bağlı kapsamlı bir dizi hedef öngören sürdürülebilirlik düşüncesinde dayanmaktadır (Bornemann vd., 2025).

Her ne kadar literatürde ve yargı kararlarında sürdürülebilirlik ilkesinden ve bunun devlet kudretine işlev, rol ve yükümlülük olarak yansımalarından söz edilse de sürdürülebilirliğin bir hukuk ilkesi temelinde devlete bir nitelik olarak eklendiğinden söz etmek mümkün görünmemektedir. Bunun çeşitli nedenleri vardır. Bu nedenler şöyle özetlenebilir: (i) Sürdürülebilirlik ilkesinin hukuk ve yönetişimde tam olarak tanınmaması ve bununla bağlantılı olarak kavramın içeriğindeki belirsizlikler olduğu; (ii) hem ulusal hem de uluslararası mahkemelerin sürdürülebilirlik meselesini giderek daha fazla dikkate aldığı görülmekle birlikte yargılamada ve insan haklarındaki bu "yeşilleşme"nin, sürdürülebilirliği hukukun temel bir ilkesi olarak tam anlamıyla tanımaktan hala oldukça uzak olduğu; (iii) devletin egemenliğine ilişkin klasik yaklaşıma göre şekillenmiş dünya düzeninde uluslararası hukuk, sürdürülebilirlik gibi devletlerin kaynaklarını ve çevrelerini nasıl yönetecekleri konusunda sınırlamalar gerektirebilecek ilkelere halen şüpheyle yaklaşmakta olduğu; (iv) ulusal egemenlik anlamında devletlerin de iç hukuklarında kendilerini bu şekilde bağlayıcı ve egemenlik yetkilerini ulus altı ve ulus üstü aktörlerle paylaşmayı gerektiren bir siyasî çerçeveye hazır olmadığı gözlemlenmektedir (Bosselmann, 2018; Bornemann vd., 2025).

KAYNAKÇA

AİHM, Verein KlimaSeniorinnen Schweiz ve Diğerleri v. isviçre, Başvuru No. 53600/20. 09.04.2024.

AİHM, G. ve E. v. Norveç, Başvuru No. 9278/81; 9415/81. 03.10.1983.

AİHM, OB ve Diğerleri v. Norveç, Başvuru No. 15997/90. 08.01.1993.

ÁLVAREZ Santiago García. (2015). "Environmental Policies and Pachamama in Ecuador: Theory and Practice in Rafael Correa's Government (2007–2013), *International Journal of Environmental Policy and Decision Making*. 1(3), ss. 227-239.

BAXTER Brian. (2008). *Ecologism: An Introduction*, Edinburgh University Press, Edinburg. Birleşmiş Milletler. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf

BORNEMANN Basil, Marius Christen & Paul Burger. (2025). "The Sustainable State: A Meta-governance Framework", *Environmental Politics*, 34(2), ss. 344-366.

BOSSELMANN Klaus. (2018). *The Principle of Sustainability*: Transforming Law and Governance, Ashgate, Hampshire.

CAPRA Fritjof & MATTEI Ugo. (2021). (Çev. Ebru Kılıç), *Hukukun Ekolojisi: Doğa ve Toplumla Uyumlu Bir Hukuk Sistemine Doğru*, Koç Üniversitesi Yayınları, 3. Bası, İstanbul.

CHALLE Tiffany. (2021). "The Rights of Nature — Can an Ecosystem Bear Legal Rights?", *State of the Planet (Columbia Climate School)*, https://news.climate.columbia.edu/2021/04/22/rights-of-nature-lawsuits/

DUIT Andreas, FEINDT Peter H. & MEADOWCROFT James. (2015). "Greening Leviathan: The Rise of the Environmental State?", *Environmental Politics*, 25(1), ss. 1-23.

Earth Charter. 2000. https://earthcharter.org/about-the-earth-charter/history/

ECKERSLEY Robyn. (2004). *The Green State: Rethinking Democracy and Sovereignty*, The MIT Press, Cambridge-Massachusetts-London.

Eco Jurisprudence Monitor. (2016). Oslo Charter. https://ecojurisprudence.org/initiatives/olso-manifesto-for-ecological-law-and-governance/

ENGEL J. Ronald. (2018). "Can the Earth Charter movement be renewed?: The covenantal promise of the Earth Charter movement", *Ecological Integrity, Law and Governance*, Ed. Laura Westra, Klaus Bosselmann, Janice Gray & Kathryn Gwiazdon, Routledge, Oxon, s. 215-225.

GARCÍA RUALES Jenny, ESLAVA Luis & MORALES NARANJO Viviana. (2025). "Legal "heartfelt thinking": How "Mingas" Help Evolving the Law", *VerfBlog*, https://verfassungsblog.de/mingas-rights-of-nature/

GROBER Ulrich. (2007). Deep roots – A Conceptual History of 'Sustainable Development' (Nachhaltigkeit), https://bibliothek.wzb.eu/pdf/2007/p07-002.pdf

HEYWOOD Andrew. (2021). *Political Ideologies: An Introduction*, 7. Bası, Red Globe Press, Londra.

PRIETO Gustavo. (2021). "The Los Cedros Forest has Rights: The Ecuadorian Constitutional Court Affirms the Rights of Nature", *VerfBlog*, https://verfassungsblog.de/the-los-cedros-forest-has-rights/

Te Awa Tupua (Whanganui River Claims Settlement) Act. (2017). https://www.legislation.govt.nz/act/public/2017/0007/latest/whole.html

The Hague Principles. (2018). https://www.earthtrusteeship.world/the-hague-principles-for-a-universal-declaration-on-human-responsibilities-and-earth-trusteeship/

VENTON Peter. (2018). "Towards World Federalism for International Peace and a Sustainable Environment", *Ecological Integrity, Law and Governance*, Ed. Laura Westra/Klaus Bosselmann/Janice Gray/Kathryn Gwiazdon, Routledge, Oxon, s. 173-185.

SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK BAĞLAMINDA GELENEKSEL KONUT YAPILARININ İRDELENMESİ; YOZGAT ÖRNEĞİ

Merve Güler

Özet

Binaların enerji tüketimi toplam enerji tüketimi içinde önemli bir paya sahiptir. İklimlendirme, aydınlatma gibi temel gereksinimlerinin karşılanması ve kullanılan yapı malzemelerinin üretimi, büyük miktarda enerji harcanmasına yol açmaktadır. Sürdürülebilir tasarım anlayışı, bina yapım sürecinde tercih edilen malzemelerden başlayarak, binanın kullanım aşaması ve yeniden işlevlendirilmesi sürecine kadar harcanan enerji miktarını azaltmayı hedeflemektedir. Bu yaklaşım, enerji tüketimini minimize ederek çevresel etkilerin en aza indirilmesine olanak tanımaktadır. Bu bağlamda çalışma kapsamında; Yozgat il sınırlarında yer alan geleneksel konut örnekleri üzerinden sürdürülebilir mimarlık ilkelerini inceleyerek, bu yapıları modern sürdürülebilir tasarım anlayışları doğrultusunda değerlendirilmektir. Yozgat'taki geleneksel konutlar, bölgesel iklim koşullarına, yerel malzeme kullanımına ve kültürel değerlere dayalı olarak şekillenmiş olup, bu yapıların sürdürülebilirlik açısından önemli potansiyeller taşıdığı öngörülmektedir. Çalışmanın temel hedefi, bu potansiyelin ortaya konması ve geleneksel yapıların sürdürülebilirlik açısından iyileştirilmesi için öneriler geliştirmektir. Çalışma, nitel bir araştırma yöntemi ile gerçekleştirilmiş olup, Yozgat'taki çeşitli geleneksel konut örnekleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. İlk olarak, bu yapılar iklimsel, kültürel ve ekonomik bağlamda analiz edilerek sürdürülebilirlik parametreleri açısından değerlendirilmiştir. Daha sonra, modern sürdürülebilir tasarım ilkeleri doğrultusunda bu yapılar üzerinde iyileştirme potansiyelleri tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında, enerji verimliliği, su yönetimi, malzeme seçimi ve çevre dostu inşaat teknikleri gibi unsurlar üzerinde durulmuştur. Sonuç olarak, geleneksel konutların tasarım ilkelerinin, modern sürdürülebilir mimarlık anlayışlarıyla uyumlu hale getirilebileceği ve bu yapıların çevresel etkilerinin azaltılabileceği ortaya konmuştur. Yozgat'taki geleneksel konutların, yerel malzeme kullanımı ve doğal enerji kaynaklarına dayalı çözümlerle daha sürdürülebilir hale getirilebileceği; ayrıca, bu yapıların modern inşaat teknikleriyle birleşerek çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirliği artırabileceği önerilmiştir. Çalışma, sürdürülebilir tasarımın yerel bağlamda nasıl etkin bir şekilde uygulanabileceği konusunda somut öneriler sunarak bölgesel veriler ve sürdürülebilir mimari alanında literatüre katkı sağlamaktadır.

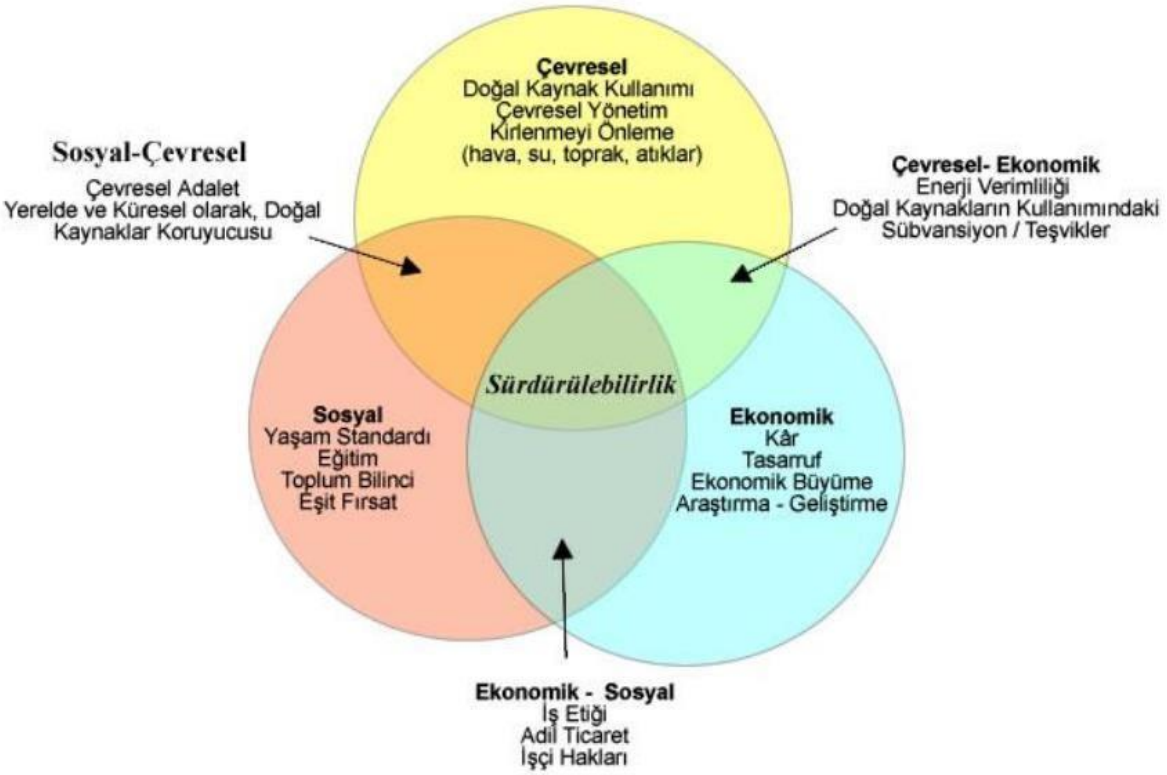
Anahtar Kelimeler: mimarlık, sürdürülebilirlik, ekolojik mimari, geleneksel konut, kırsal mimari

Merve Güler, Öğr. Gör. Dr., Yozgat Bozok Üniversitesi, merve.guler@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7271-7524

1. Giriş

Sürdürülebilirlik, mevcut değerlerin ve kaynakların, gelecek nesillere aktarılmasını sağlayan bir eylem sürecidir. Bu hedefin gerçekleştirilmesi için toplumların sorumluluk ve bilinç düzeylerini artırması gerekmektedir. Küresel dayanışma, çevresel sorunlara etkili ve ortak çözümler geliştirilmesini mümkün kılacaktır. Dünyamız, hepimizin ortak paydasıdır; dolayısıyla her toplum ve her birey, bulunduğu çevreye karşı sorumluluk taşımaktadır. Bu sorumluluk, çevresel dengeyi koruma ve sürdürülebilir bir gelecek için katkı sağlama bilincini içermelidir.

Sürdürülebilirlik kavramının hayata geçirilebilmesi için sosyal, çevresel ve ekonomik faktörlerin birbirleriyle uyum içinde çalışması gerekmektedir (Çelebi vd,2007). Bu üç unsur, sürdürülebilirliğin temel bileşenleri olarak kabul edilmektedir. Şekil.1'de bu bileşenlerin birbirleriyle etkileşimleri gösterilmektedir. Teorik olarak, sürdürülebilir kalkınma anlayışında bu üç bileşenin eşit bir şekilde etkili olduğu bir dağılım ideal kabul edilse de, ekonomik kaygılar, sosyal koşullardaki yerel farklılıklar ve çevreye ilişkin dikkat edilmesi gereken unsurlar üzerine tartışmalar devam etmektedir. Bu bağlamda, henüz üzerinde tam bir fikir birliğine varılmış bir model geliştirilmemiştir (Sırkıntı, 2012).



Şekil.1: Sürdürülebilirlik Açısından Çevresel, Sosyal ve Ekonomik Bileşenlerin İlişkilendirilmesi (Sırkıntı, 2012).

Yaşam döngüsü tasarımı, yapının yaşam sürecinin her aşamasını ve çevre üzerindeki etkilerini değerlendirir. Bu tasarım yaklaşımı, yapım öncesi, yapım süreci ve yapım sonrasındaki dönemi kapsamaktadır. İnsan için tasarım, insan ve çevre arasındaki ilişkiyi göz önünde bulundurarak, doğal ve kültürel değerlerin korunmasına, şantiye planlamasına, kent tasarımına ve konforlu bina tasarımına yönelik kriterleri içerir. Bu yaklaşım, insanların yaşam kalitesini artırmayı amaçlayan tasarım öğelerini ön plana çıkarır (Güler,2016).

Yozgat geleneksel konut mimarisi bağlamında sürdürülebilirlik anlayışının ele alınması, hem yerel kültürün hem de çevresel faktörlerin nasıl uyum içinde gelişebileceğine dair önemli ipuçları sunmaktadır (Işıksoy,2010). Geleneksel Yozgat konutları, sürdürülebilirlik ilkelerinin çok erken bir dönemde, endüstriyel üretim süreçlerinin ve modern tasarım anlayışlarının henüz gelişmediği zamanlarda benimsenmiş örnekleridir. Bu bağlamda, sürdürülebilirlik ilkelerinin ve 5R (Refuse, Reduce, Reuse, Recycle, Recover) yaklaşımının Yozgat geleneksel mimarisindeki yeri ve önemi, özellikle kaynak kullanımı, çevre dostu malzeme seçimi ve enerji verimliliği açısından değerlendirilebilir..

1. **Refuse (Reddet):** Yozgat geleneksel konutlarında, gereksiz malzeme kullanımı yerine, yerel koşullara uygun, yalnızca gerekli malzemeler kullanılmıştır. Ayrıca, geleneksel yapılar, gereksiz tüketimi engelleyen bir tasarım anlayışına sahiptir. Bu, malzeme israfını önlerken aynı zamanda yapının uzun ömürlü olmasını sağlar.

2. **Reduce (Azalt):** Geleneksel yapılar, kaynak kullanımını minimize eden yaklaşımla inşa edildiği söylenebilir. Yozgat'taki konutlar, çoğunlukla yerel taş ve kerpiç gibi malzemelerle yapılmış olup, bu malzemelerin üretimi ve taşınması esnasında enerji ve kaynak kullanımı düşük seviyelerde tutulmuştur. Ayrıca, yerel malzeme kullanımı, taşınma ve işçilik maliyetlerini de azaltarak çevresel etkiyi minimize etmiştir.

3. **Reuse (Tekrar Kullan):** Geleneksel konutlarda, kullanılan malzemelerin çoğu zaman yeniden kullanılabilir olması, sürdürülebilirlik ilkelerinin benimsenmesine yardımcı olmuştur. Yozgat'taki bazı konutlar, eski yapıları yeniden değerlendirerek inşa edilmiş ve bu sayede yeni malzeme ihtiyacı azaltılmıştır. Böylece, yapılar daha az enerji harcayarak inşa edilmiştir ve geri dönüşüm düşünülerek tasarlanmıştır.

4. **Recycle (Dönüştür):** Yozgat geleneksel yapılarında, zamanla eskiyen malzemeler geri dönüştürülerek yeniden kullanılmıştır. Özellikle kerpiç duvarlar, uzun yıllar sonra bile yeniden kullanılabilir hale getirilerek, yapının ömrü uzatılmış ve çevreye olan etkisi azaltılmıştır.

5. **Recover (Enerji Değerini Geri Kazan):** Geleneksel Yozgat evleri, doğal ısınma ve soğutma teknikleriyle tasarlanmış, böylece enerji tasarrufu sağlanmıştır. Evlerin inşasında kullanılan kerpiç ve taş gibi malzemeler, hem iç mekanın ısısını tutarak soğuk kış aylarında enerji ihtiyacını azaltmış, hem de yazın serin kalmasını sağlayarak doğrudan enerji kullanımını engellemiştir. Ayrıca, bazı geleneksel yapılar, güneş ışığından maksimum düzeyde faydalanacak şekilde konumlandırılmıştır, bu da enerji tasarrufu sağlamada önemli bir rol oynamaktadır.

2. Yöntem

Bu araştırma, Yozgat geleneksel konut mimarisinin sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Araştırma, literatür taraması ve saha çalışması yöntemleriyle gerçekleştirilmiştir. İlk olarak, Yozgat bölgesindeki geleneksel konut yapılarının inşa malzemeleri, yapım teknikleri ve çevresel faktörlerle olan ilişkileri üzerine mevcut akademik kaynaklar taranmıştır. Ardından, Yozgat'ta yerinde yapılan gözlemler ve yapıların incelenmesiyle, bu yapıların sürdürülebilirlik ilkeleri açısından nasıl şekillendiği ve bu yapıların 5R (Refuse, Reduce, Reuse, Recycle, Recover) prensiplerine nasıl uyum sağladığı tespit edilmiştir. Araştırmanın genel tasarımı ve metodolojisi, konutların yapısal, çevresel ve kültürel özelliklerinin derinlemesine analizi üzerine kuruludur. Gözlem yapılan yapılar arasında kerpiç, taş ve ahşap kullanımı, enerji verimliliği gibi faktörler detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Yozgat'taki geleneksel konut yapıları yerinde incelenmiş, yapısal ve çevresel özellikler gözlemlenmiştir. Bu gözlemler, her bir konutun enerji verimliliği, doğal malzeme kullanımı ve çevresel faktörler açısından değerlendirilmesine olanak sağlamıştır. Yerel halk ve konut yapımında uzmanlaşmış kişilerle derinlemesine mülakatlar yapılmıştır. Bu mülakatlarda, geleneksel yapıların inşası, kullanılan malzemeler ve yaşam tarzları hakkında bilgiler toplanmıştır. Ayrıca, sürdürülebilirlik konusunda halkın algıları ve uygulamalarına dair veriler elde edilmiştir. Konutların fiziksel özelliklerini daha iyi analiz edebilmek amacıyla fotoğraflar çekilmiş ve mimari planlar toplanmıştır. Bu dokümanlar, yapısal analizde ve karşılaştırmalarda kullanılmıştır. Yozgat'taki geleneksel konutlar üzerine daha önce yapılmış

araştırmalar, akademik yayınlar ve yerel tarih araştırmaları taranmış ve ikincil veri olarak kullanılmıştır. Toplanan veriler, hem nitel hem de görsel analiz teknikleriyle işlenmiş ve değerlendirilmiştir. Konutların sürdürülebilirlik yönleri, modern sürdürülebilir tasarım ilkeleriyle karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalar sonucunda, geleneksel konutların modern tasarımlar ile nasıl daha sürdürülebilir hale getirilebileceği ve hangi alanlarda iyileştirmeler yapılabileceği üzerine öneriler geliştirilmiştir.

3. Bulgular

Araştırma, Yozgat geleneksel konutlarının sürdürülebilirlik açısından önemli özellikler taşıdığını göstermiştir. Yozgat'taki konutların çoğu yerel malzemelerle inşa edilmiştir; kerpiç ve taş gibi malzemeler, doğal kaynakların verimli kullanılmasını sağlamaktadır. Bu malzemeler, hem üretim süreçlerinde düşük enerji gereksinimi duyarken, hem de yapıların iç mekan iklimini düzenleyerek enerji tüketimini azaltmaktadır (İlgün,2023). Konutların enerji verimliliği, genellikle doğal ısınma ve soğutma yöntemleriyle sağlanmıştır; evler, yerel iklim koşullarına uygun olarak konumlandırılmış ve yapılar arasındaki düzenlemeler, doğrudan güneş ışığından faydalanacak şekilde optimize edilmiştir. 5R prensiplerine dair yapılan gözlemler, gereksiz malzeme kullanımının reddedilmesi, kaynakların minimum düzeyde kullanılması ve geri dönüşüm uygulamalarının geleneksel yapılar içinde önemli yer tuttuğunu ortaya koymuştur.

4. Tartışma

Araştırmanın bulgularına dayanarak, geleneksel konutların modern sürdürülebilirlik ilkeleriyle nasıl uyumlu hale getirilebileceği konusunda bazı önemli tartışmalar yapılabilir. Geleneksel konutlar, sürdürülebilirlik açısından önemli avantajlar sunmakta olup, 5R prensiplerine dayalı olarak modern tasarım anlayışına entegre edilebilir. Ancak, bu yapılar bazı modern iyileştirmelere ihtiyaç duyabilir.

1. **Refuse (Reddet) – Gereksiz Tüketimin Engellenmesi**: Geleneksel konutlar, gereksiz malzeme kullanımını reddederek yerel ve doğal kaynaklarla inşa edilmiştir. Bu yaklaşım, sadece gerçekten ihtiyaç duyulan malzemelerin kullanılmasına dayanır. Ancak, modern yapıların inşasında kullanılan bazı malzemeler, çevresel etkiler açısından olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir. Bu nedenle, geleneksel yapıların modern ihtiyaçlarla güçlendirilmesi sürecinde, gereksiz malzeme tüketiminin engellenmesine dikkat edilmelidir.

2. **Reduce (Azalt) – Kaynak Kullanımının Minimize Edilmesi**: Geleneksel konutların yerel malzeme kullanımı, kaynak tüketimini önemli ölçüde azaltmaktadır. Bununla birlikte, modern tasarımlar ve malzemeler, bu yapıları daha verimli hale getirebilir. Örneğin, gelişmiş pencere sistemleri, duvar yalıtımları ve modern ısıtma sistemleri, enerji tüketimini daha da azaltarak, sürdürülebilirlik anlayışına katkı sağlayabilir. Kaynakların daha verimli kullanılabilmesi için, bu iyileştirmeler geleneksel yapılarla entegre edilmelidir.

3. **Reuse (Tekrar Kullan) – Malzeme Geri Dönüşümü ve Yeniden Kullanımı**: Geleneksel yapılar, zamanla eskiyen malzemeleri geri kullanma eğilimindedir. Bu yaklaşım, malzemelerin ömrünü uzatmakta ve yeni yapıların inşasında atık oluşumunu engellemektedir. Bununla birlikte, modern inşaat süreçlerinde geri dönüştürülebilir malzemelerin daha fazla kullanılması gerekmektedir. Ayrıca, su yönetimi gibi modern sürdürülebilirlik uygulamaları, geleneksel yapılarla entegre edilerek, kaynakların daha verimli kullanılması sağlanabilir. Su geri dönüşümü ve atık su yönetimi gibi sistemler, geleneksel yapılarla uyumlu hale getirilerek, çevresel etki daha da azaltılabilir.

4. **Recycle (Dönüştür) – Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanılabilir Malzeme Kullanımı**: Geleneksel yapılar, kullanılan malzemelerin yeniden kullanılabilir olmasına olanak tanır. Ancak, modern sürdürülebilirlik uygulamaları, kullanılan malzemelerin geri dönüştürülmesini ve dönüştürülerek yeniden kullanılabilir hale gelmesini teşvik eder. Yozgat'taki geleneksel konutlar, çevresel etkiyi azaltma ve geri dönüşüm süreçlerine uyum sağlama konusunda önemli bir potansiyele sahiptir. Yapıların modernize edilmesi sırasında, geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanımına öncelik verilmesi, sürdürülebilirliği artıracaktır.

5. **Recover (Enerji Değerini Geri Kazan) – Enerji Verimliliği**: Geleneksel konutlar, yerel malzemeler ve doğal iklim koşullarına uygun tasarımlarıyla enerji verimliliği sağlar. Ancak, bu yapılar, modern enerji sistemleriyle daha verimli hale getirilebilir. Gelişmiş ısıtma sistemleri ve duvar yalıtımları, geleneksel yapıları daha sürdürülebilir kılabilir. Aynı zamanda, güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonu, enerji verimliliğini daha da artıracaktır.

Sonuç olarak, geleneksel konutlar, sürdürülebilirlik açısından önemli avantajlar sunmakla birlikte, modern ihtiyaçlar doğrultusunda yapılan iyileştirmelerle daha verimli hale getirilebilir. 5R prensiplerinin bu yapılarla entegrasyonu, geleneksel mimarinin çevresel etkilerini azaltırken, modern sürdürülebilirlik anlayışına uygun hale getirilmesine olanak tanır. Bu süreç, yerel kültür ve yaşam biçimleriyle uyumlu bir şekilde sürdürülebilir tasarımlar yaratma fırsatları sunmaktadır.

5. Sonuç

Yozgat geleneksel konutları, sürdürülebilirlik ilkelerinin erken bir örneği olarak değerlendirilebilir. Geleneksel yapılar, yerel malzeme kullanımı ve çevre dostu tasarımlar ile çevresel etkileri en aza indirgemektedir. 5R prensiplerine uygun olarak, bu yapılar sadece doğal kaynakları verimli kullanmakla kalmaz, aynı zamanda çevresel etkileri azaltarak uzun ömürlü yaşam alanları sunar. Bu bulgular, geleneksel mimarinin modern sürdürülebilirlik anlayışına uygunluğunu gösterirken, günümüz inşaat süreçlerinde de geleneksel yöntemlerin nasıl entegre edilebileceğine dair önemli dersler sunmaktadır. Yozgat geleneksel konutları, hem tarihsel hem de çevresel açıdan önemli bir model teşkil etmektedir. Yerel taş, kerpiç ve ahşap gibi malzemeler, yapının çevresel etkilerini en aza indirirken, aynı zamanda yapısal dayanıklılığı da arttırmaktadır. Geleneksel yapılar, yerel iklim ve coğrafi koşullara göre tasarlanmış olup, doğrudan güneş ışığından yararlanarak iç mekanların ısısını optimize etmektedir (Kılıç,2021). Enerji verimliliği, günümüzde sürdürülebilirlik için kritik bir faktör haline gelmiştir. Geleneksel konutlar, kalın taş duvarlar ve iç mekan düzenlemeleri sayesinde yazın serin, kışın ise sıcak kalabilmektedir. Ancak, bu yapılar modern ısıtma sistemlerine, pencere yalıtımına ve iklimlendirme teknolojilerine uyum sağlamamıştır. Bu bağlamda, modern ısıtma sistemlerinin ve yalıtım teknolojilerinin geleneksel yapılarla uyumu, enerji tüketimini azaltarak sürdürülebilirliği artırabilir. Bu tür iyileştirmeler, hem enerji tasarrufu sağlayacak hem de modern yaşamın gereksinimlerini karşılayacaktır. Bir diğer önemli bulgu, su yönetimi konusundadır. Geleneksel yapılar, yerel su kaynaklarından ve yağmur suyundan yararlanarak suyu verimli bir şekilde kullanmaktadır. Bununla birlikte, bu sistemler, modern su yönetim sistemleriyle karşılaştırıldığında daha az verimli olabilmektedir. Su geri dönüşüm sistemleri, yağmur suyu toplama sistemleri ve atık suyun arıtılması gibi uygulamalar, geleneksel yapıları daha sürdürülebilir hale getirebilir. Geleneksel su yönetim tekniklerinin modern teknolojilerle güçlendirilmesi, su tasarrufunu artıracak ve çevresel sürdürülebilirliği sağlayacaktır.

Kültürel sürdürülebilirlik, geleneksel konutların önemli bir yönüdür. Yozgat'taki geleneksel yapılar, halkın kültürel ve sosyal yaşam tarzını yansıtan bir düzen içinde inşa edilmiştir. Bu yapılar, büyük ailelerin bir arada yaşamasına olanak tanıyacak şekilde düzenlenmiş ve sosyal etkileşimi teşvik etmiştir (İlgün,2007). Ancak, modern yaşamın getirdiği bireyselleşme ve hızlı değişim, bu yapıların iç mekan düzenlemelerinde bazı değişikliklere yol açmıştır. Kültürel değişim ve modern yaşamın gereksinimleri göz önünde bulundurulduğunda, geleneksel yapıları modern yaşam koşullarına uyumlu hale getirmek gerekebilmektedir (Sümengen vd 2021), Ancak, bu dönüşüm sırasında yerel halkın kültürel kimliğine zarar verilmemeli, toplumsal yapıyı bozmadan yenilikçi çözümler getirilmelidir. Bu çalışmanın bulguları, Yozgat'taki geleneksel konutların yalnızca tarihsel ve kültürel miras olarak değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik açısından da önemli birer örnek teşkil ettiğini ortaya koymaktadır. Ancak, bu yapılar, modern ihtiyaçlar ve sürdürülebilirlik kriterleri ile uyumlu hale getirilmelidir. Gelecek çalışmalar, bu tür yapıların dönüştürülmesi sürecinde, yerel halkın ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak, kültürel ve çevresel sürdürülebilirliği bir arada sağlayacak çözümler geliştirmeye odaklanabilir. Ayrıca, bu yapıları modern tasarımlarla uyumlu hale getirirken, yerel malzeme kullanımının arttırılması ve çevresel etkilerin azaltılması gibi temel unsurlar ön planda tutulmalıdır. Sonuç olarak, geleneksel konutlar, sürdürülebilir mimarlık anlayışının modern gereksinimlerle uyumu için önemli bir temel sunmaktadır. Bu yapıları modern sürdürülebilirlik kriterlerine göre iyileştirerek,

daha verimli, dayanıklı ve çevre dostu yaşam alanları yaratmak mümkündür. Bu süreçte, kültürel değerlerin korunması, toplumsal sürdürülebilirlik ve çevresel faktörlerin dengeli bir şekilde birleştirilmesi gerekmektedir. Çalışma bu bağlamda, geleneksel yapıları modern sürdürülebilir tasarımlarla entegre etme sürecine dair önemli bilgiler sunmakta ve bu alandaki yeni araştırmalara veri oluşturabileceği düşünülmektedir.

Kaynakça

Çelebi, G. ve Gültekin AB (2007), Sürdürülebilir Mimarlığın Kapsamı, Kavramsal Bir Çerçeveden Bakış,Mimaran Dergisi Sayı:2, Konya Mimarlar Odası Yayını, Konya

Güler, M., (2016). Sürdürülebilir Tasarım Ölçütleri Bağlamında Yeşil Ofis Binalarının Analiz ve Karşılaştırması. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi-Hacettepe Üniversitesi, Konya-Ankara.

Işıksoy S., (2010), Geleneksel Yozgat Evlerinde Yaşam ve Anlam: Evin Sözlü Tarihi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.

İlgün, Ş. (2007). Geleneksel Yozgat evleri. Selçuk Üniversitesi, Yayımlanmış yüksek lisans tezi, Konya.

İlgün Ş., Ulusoy M. (2023), Geleneksel Türk Evinden Apartman Tipi Konutlara Geçiş Sürecinde Konut Kültürünün Gelişimi; Yozgat Örneği, Taras Shevchenko 9. Uluslararası Sosyal Bilimler Kongresi, Ukrayna.

Kılıç M., Özdemir D. (2021), Geleneksel Türk Konaklarının İncelenmesi, Yozgat Konakları, Online Journal of Art and Design. V: 9-4, S: 1-13.

Sırkıntı, H. (2012), Sürdürülebilirlik Kapsamında Yeşil Yapım Uygulamaları Ve Leed Sertifika Sistemine Öneriler, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Sümengen Ö., Eğridağ A. (2021), Geleneksel Yerleşimlerin Sürdürülebilirliği ve Eko-Köy Yaklaşımı; Kayseri-Erkilet Örneği Üzerinden Bir Araştırma, Şehir Sağlığı Dergisi , cilt.2, ss.110-123.

SÜRDÜRÜLEBİLİR İLETİŞİMDE CHATBOTLARIN MÜŞTERİ DENEYİMİ ÜZERİNE ETKİSİ: TRENDYOL ÖRNEĞİ

THE EFFECT OF CHATBOTS ON CUSTOMER EXPERİENCE İN SUSTAİNABLE COMMUNİCATİON: TRENDYOL CASE

Zehra Baykal

Özet

Bu çalışmada, Trendyol'un yapay zeka destekli chatbot'unun kullanıcı deneyimi üzerindeki etkisini nitel araştırma metodolojisi ile incelemektedir. On katılımcı ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış yüz yüze görüşmeler, chatbot'un özellikle rutin işlemlerde (sipariş takibi, kargo sorgulama, iade) sağladığı verimlilik artışının kullanıcı memnuniyetine olumlu katkı sağladığını ortaya koymaktadır. Ancak, veri gizliliği ve insan-bilgisayar etkileşimindeki duygusal boşluk, önemli kullanıcı endişeleri olarak belirlenmiştir. Bulgular, chatbot'un gelecekteki gelişiminin, kişiselleştirme algoritmalarının hassasiyeti ve doğal dil işleme yeteneklerinin iyileştirilmesi ile doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, gelecekteki araştırmaların, sürdürülebilir bir müşteri deneyimi için kullanıcı güvenini artıracak şeffaf veri yönetimi politikaları ve empati odaklı yapay zeka tasarımına yoğunlaşması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Chatbot, Yapay Zekâ, Müşteri Deneyimi, Sürdürülebilir İletişim

Abstract

This study examines the impact of Trendyol's AI-powered chatbot on user experience through qualitative research methodology. Semi-structured face-to-face interviews with ten participants reveal that the chatbot's increased efficiency, especially in routine transactions (order tracking, shipping inquiries, returns), contributes positively to user satisfaction. However, data privacy and the emotional gap in human-computer interaction were identified as important user concerns. The findings suggest that the future development of the chatbot is directly related to improving the accuracy of personalization algorithms and natural language processing capabilities. In this context, it is suggested that future research should focus on transparent data management policies and empathy-oriented AI design to increase user trust for a sustainable customer experience.

Keywords: Chatbot, Artificial Intelligence, Customer Experience, Sustainable Communication

Yüksek Lisans Öğrencisi, Yozgat Bozok Üniversitesi, baykalzehra38@gmail.com, ORCID NO: https://orcid.org/0009-0006-0708-8414

1. Giriş

Günümüz iş dünyasında, müşteri deneyimi, şirketlerin başarısında giderek daha kritik bir faktör haline gelmiştir. Bu bağlamda, chatbotlar, işletmelerin müşteri etkileşimini dönüştürme potansiyeline sahip önemli bir teknoloji olarak ortaya çıkmıştır. Özellikle yapay zeka (YZ) teknolojilerindeki hızlı gelişmeler, chatbotların yeteneklerini önemli ölçüde artırmıştır. Yapay zeka destekli chatbotlar, sürdürülebilir iletişim kapsamında bir yandan müşteri hizmetlerini daha verimli ve erişilebilir hale getirirken, diğer yandan müşteri deneyimi üzerinde bazı potansiyel riskler ve zorluklar da yaratmaktadır. Bu çalışmada, yapay zekanın chatbotlar aracılığıyla müşteri deneyimi üzerindeki derinlemesine etkisi incelenecektir.

Yapay zekanın müşteri deneyimi ve chatbotlar üzerindeki birtakım alanlarda etkili olduğunu çalışmalar göstermektedir. Bunları şu şekilde özetleyebiliriz.

Gelişmiş Müşteri Memnuniyeti ve Sadakati: Yapay zekâ sohbet robotları, kullanıcı memnuniyetini ve sadakatini olumlu yönde etkileyen faydacı (bilgi), hedonik (eğlence) ve sosyal tatminler sağlayarak müşteri memnuniyetini artırır (Cheng & Jiang, 2020; Ramki vd. ,2024). Ayrıca kişiselleştirilmiş ve zamanında destek sunarak müşteri bağlılığını ve marka sadakatini artırırlar (Ramki vd. 2024; Ghosh, Ness & Salunkhe, 2024).

Geliştirilmiş Kullanılabilirlik ve Duyarlılık: Sohbet robotlarının kullanılabilirliği ve duyarlılığı, müşteri deneyiminin hem dışsal hem de içsel değerlerini olumlu yönde etkileyerek e-perakendecilikte daha yüksek müşteri memnuniyetine yol açmaktadır (Chen & Florence, 2021). Chatbot'ların ilgili yanıtlar sağlama ve sorunları etkili bir şekilde çözme becerisi, olumlu müşteri algılarına ve sürekli kullanıma katkıda bulunur (Nicolescu &Tudorache, 2022).

Chatbot Özelliklerinin Etkisi: Antropomorfizm ve kişiselleştirme gibi özellikler, özellikle bankacılık gibi sektörlerde müşteri memnuniyetini ve chatbot kullanma niyetini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu özellikler, sohbet robotlarının kullanım kolaylığını ve faydasını algılanan düzeyde artırır (Park vd. 2024).

Güven ve Gizlilik Endişeleri: Sohbet robotları müşteri güvenini ve katılımını artırabilirken, algılanan gizlilik riskleri kullanıcı memnuniyetini azaltabilmektedir (Cheng & Jiang , 2020 , Lay vd.2024). Olumlu müşteri deneyimlerini sürdürmek için bu endişelerin giderilmesi büyük önem taşımaktadır.

Çok Kanallı Hizmetteki Rolü: Yapay zekâ sohbet robotları, müşteri hizmetlerinde verimliliği ve kişiselleştirmeyi optimize ederek birden fazla kanalda sorunsuz etkileşimleri kolaylaştırır ve bu da genel müşteri memnuniyetini ve sadakatini artırmaktadır (Ghosh, Ness & Salunkhe 2024).

2. Yöntem

Bu çalışmada, Trendyol'un yapay zekâ destekli chatbot'unun sürdürülebilir kullanıcı deneyimi üzerindeki etkilerini nitel bir yaklaşımla incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmada, yüz yüze görüşmeler ile nitel veriler toplanmıştır.

Çalışmaya, Trendyol platformunu aktif olarak kullanan ve chatbot ile etkileşimde bulunmuş 10 gönüllü katılımcı dâhil edilmiştir. Katılımcıların demografik dağılımı, farklı kullanıcı gruplarının deneyimlerini karşılaştırmak amacıyla çeşitlendirilmiştir. Katılımcıların 6'sı kadın, 4'ü erkektir. Yaş aralıkları 18-54 arasında değişmekte olup, 18-24 yaş aralığında üç, 25-34 yaş aralığında dört, 35-44 yaş aralığında iki

ve 45-54 yaş aralığında bir katılımcı bulunmaktadır. Veri toplama sürecinde kolayda veri (convenience sampling) toplama yöntemi tercih edilmiştir. Görüşme yapılan kişiler evrenden rastgele olarak seçilmiştir. Verilerin analizi sürecinde Maxqda programından yararlanılmıştır.

Tablo 1. Demografik Bilgiler

Cinsiyet	**18-24 Yaş**	**25-34 Yaş**	**35-44 Yaş**	**45-54 Yaş**	**Toplam**
Kadın	2	2	1	1	6
Erkek	1	2	1	0	4
Gelir Seviyesi	**Çok Kötü**	**Kötü**	**Orta**	**İyi**	**Çok iyi**
	1	2	3	4	0
Eğitim Seviyesi	**Orta Okul**	**Lise**	**Ön Lisans**	**Lisans**	**Lisansüstü**
	1	1	2	5	1
Toplam	3	4	2	1	10

3. Bulgular

3.1. Nitel Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Bu nitel analiz çalışmasında, katılımcı cevapları belirli başlıklar altında kategorize edilerek incelenmiş ve ana temalar oluşturulmuştur. Verilerin analizi sürecinde Maxqda programından yararlanılmış ve veriler belirli temalara göre kategorize edilmiştir. Analiz sonucunda, chatbot kullanımına ilişkin öne çıkan temalar ve katılımcı profil bazlı önemli çıkarımlar elde edilmiştir.

3.2. Öne Çıkan Temalar

Analiz sonucunda chatbot deneyimlerine dair dört ana tema belirginleşmiştir. İlk olarak, katılımcılar olumlu deneyimler bağlamında chatbot'un sunduğu hız ve erişilebilirliği önemli avantajlar olarak vurgulamışlardır. Chatbot'un anında yanıt verme ve 7/24 ulaşılabilir olma özellikleri, kullanıcılar tarafından takdir edilmektedir.

Bununla birlikte, geliştirilmesi gereken alanlar da katılımcılar tarafından dile getirilmiştir. Özellikle kişiselleştirme ve doğal dil işleme (DDİ) konularında chatbot'un potansiyelini tam olarak yansıtamadığı düşünülmektedir. Katılımcılar, chatbot etkileşimlerinin daha kişisel ve insan benzeri olmasını beklemektedirler.

Güvenlik endişeleri, analizde öne çıkan bir diğer önemli temadır. Veri güvenliği, katılımcılar tarafından en çok dile getirilen olumsuzluklardan biri olarak belirlenmiştir. Chatbotlar aracılığıyla paylaşılan kişisel verilerin gizliliği ve güvenliği konusunda kullanıcılar kaygılıdır.

Son olarak, chatbot'un geleceği teması altında, katılımcıların beklentileri ve öngörüleri değerlendirilmiştir. Bu bağlamda, kişiselleştirilmiş öneriler, daha fazla entegrasyon (farklı platformlarla ve sistemlerle) ve doğal etkileşim gibi beklentiler ön plana çıkmıştır. Kullanıcılar, chatbotların gelecekte daha akıllı, kişisel ve entegre çözümler sunmasını ummaktadırlar.

3.3. Katılımcı Profili Bazlı Çıkarımlar

Katılımcı profili bazında yapılan analizler, farklı demografik grupların chatbot deneyimlerine yönelik farklı vurgular yaptığını ortaya koymuştur. Yaş gruplarına göre incelendiğinde, genç katılımcılar (18-24 yaş) chatbot'un hız ve kolaylığını daha çok ön plana çıkarmışlardır. Bu yaş grubu, pratiklik ve verimlilik odaklı bir chatbot kullanımına işaret etmektedir. Diğer yandan, daha yaşlı katılımcılar (35-54 yaş) ise veri güvenliği ve insan desteği eksikliği gibi konulara daha fazla odaklanmışlardır. Bu yaş grubu, güven ve kişisel etkileşim beklentisini daha yüksek tutmaktadır.

Cinsiyete göre değerlendirildiğinde, kadın katılımcılar özellikle sipariş takibi ve kargo süreçlerinde chatbot'u olumlu bulmuşlardır. Bu durum, kadın kullanıcıların chatbot'ları pratik ve işlevsel görevler için faydalı gördüğünü göstermektedir. Erkek katılımcılar ise daha çok bilgi erişimi ve entegrasyon konuları üzerinde yorum yapmışlardır. Erkek kullanıcıların, chatbot'ları daha geniş kapsamlı bilgi kaynaklarına erişim ve sistemler arası bağlantı aracı olarak algıladığı söylenebilmektedir.

Araştırma kapsamında katılımcıların verdiği cevaplar temel kategorilere ayrılmış ve her bir yanıt belirli bir kod ile etiketlenlenmiştir. Bu kategoriler Tablo 2'de açıklanmaktadır.

Tablo 2. Kategoriler

Ana Tema	**Alt Tema**	**Kodlar**	**Örnek Yanıtlar**
Olumlu Deneyimler	Hizmet Hızı	Hızlı işlem, Anında yanıt	Sipariş takibi anında yapılıyor.
Olumlu Deneyimler	Erişilebilirlik	7/24 destek, Kolay erişim	Geceleri bile destek alabiliyorum.
Olumlu Deneyimler	Kullanım Kolaylığı	Basit arayüz, Zahmetsiz kullanım	Chatbot'un kullanımı çok kolay.
Geliştirilmesi Gereken Alanlar	Doğal Dil İşleme	Doğal dil, Konuşma akıcılığı	Bazı yanıtlar çok yapay geliyor.
Geliştirilmesi Gereken Alanlar	Kişiselleştirme	Bireysel öneriler, Özel hizmet	Bana özel kampanyaları göstermeli.
Geliştirilmesi Gereken Alanlar	Şeffaflık	Açık veri politikası	Veri güvenliği hakkında endişeliyim.

Güvenlik Endişeleri	Veri Güvenliği	Gizlilik, Kişisel veriler	Kişisel verilerimi koruyup korumadığı belli değil.
Güvenlik Endişeleri	İnsan Destek Eksikliği	Canlı destek ihtiyacı	Bazen bir insanla konuşmak istiyorum.
Gelecekteki Beklentiler	Kişiselleştirilmiş Deneyim	Bireysel öneriler, Özel çözümler	Daha kişisel cevaplar vermeli.
Gelecekteki Beklentiler	Entegrasyon Gelişimi	Daha fazla platform entegrasyonu	Mobil uygulamalarla daha iyi entegre olmalı.
Gelecekteki Beklentiler	Doğal Etkileşim	İnsan gibi konuşma	Daha doğal bir sohbet ortamı sunmalı.

4. Tartışma

Bu çalışma, yapay zekâ destekli chatbotların müşteri deneyimi üzerindeki etkilerini sürdürülebilir iletişim perspektifinden ele alarak bilimsel bir katkı sunmaktadır. Sürdürülebilirlik kavramının çevresel, toplumsal ve ekonomik boyutlarını dikkate alarak, chatbotların müşteri hizmetlerindeki rolünü çok yönlü bir şekilde değerlendirmiştir.

Bu çalışmanın sonuçları, chatbot geliştiricileri ve işletmeler için önemli uygulamaya yönelik çıkarımlar sunmaktadır. Veri güvenliği ve şeffaflık, kullanıcı güvenini sağlamak için kritik öneme sahiptir. Empati odaklı yapay zekâ geliştirme, müşteri memnuniyetini artırabilmektedir. Hibrit müşteri hizmetleri modelleri ve çok kanallı entegrasyon, kullanıcı deneyimini iyileştirebilmektedir.

Gelecekteki araştırmalar, daha geniş kapsamlı katılımcı profilleri, farklı sektörlerdeki chatbot uygulamaları ve uzun dönemli etkilerin incelenmesi gibi konulara odaklanabilecektir.

5. Sonuç ve Öneriler

Günümüzde chatbotlar, müşteri deneyimini dijitalleştirme ve işletmelere operasyonel verimlilik sağlama konusunda önemli bir rol oynamaktadır. Ancak, sürdürülebilir bir müşteri deneyimi yaratmak için yalnızca teknik gelişmeler değil, aynı zamanda güven, şeffaflık ve empati odaklı tasarım ilkeleri de dikkate alınmalıdır. Chatbotların gelecekte müşteri hizmetlerinde daha yaygın ve etkili kullanılabilmesi, kullanıcı odaklı geliştirmeler ile mümkündür. İşletmelerin, chatbotları müşteri ilişkilerinde yalnızca operasyonel bir araç olarak değil, aynı zamanda uzun vadeli müşteri bağlılığı ve sürdürülebilir marka değeri yaratmada stratejik bir unsur olarak konumlandırmaları gerekmektedir.

Bu çalışma, yapay zekâ destekli chatbotların müşteri deneyimine olan etkilerini sürdürülebilir iletişim perspektifinden ele alarak, Trendyol örneği üzerinden nitel bir değerlendirme sunmuştur. Bulgular, chatbotların müşteri hizmetlerinde hız, erişilebilirlik ve operasyonel verimlilik açısından önemli

avantajlar sunduğunu göstermektedir. Ancak, veri güvenliği, kişiselleştirme eksiklikleri ve insan-bilgisayar etkileşimindeki duygusal boşluklar, sürdürülebilir müşteri deneyimi açısından kritik iyileştirme alanları olarak öne çıkmaktadır.

Sürdürülebilirlik, yalnızca çevresel faktörlerle sınırlı kalmayıp, toplumsal ve ekonomik boyutları da içeren çok yönlü bir kavramdır. Bu doğrultuda, chatbotların sürdürülebilir müşteri deneyimi yaratmadaki rolü üç temel bileşen üzerinden değerlendirilebilir:

Çevresel Sürdürülebilirlik: Chatbotların, müşteri hizmetlerini dijitalleştirerek kağıt kullanımını azaltması, doğrudan çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır. Fiziksel müşteri hizmetlerine duyulan ihtiyacın azalması, karbon ayak izini düşürmekte ve enerji verimliliğini artırmaktadır.

Toplumsal Sürdürülebilirlik: 7/24 erişilebilir hizmet sunarak, özellikle engelli bireyler veya kırsal bölgelerde yaşayan kullanıcılar için müşteri hizmetlerine erişimi kolaylaştırmaktadır. Kişiselleştirilmiş yanıtlar ve empati odaklı yapay zeka geliştirme çalışmaları, kullanıcı deneyimini daha kapsayıcı hale getirebilir. Ancak, insan destekli etkileşim eksikliği, bazı kullanıcılar açısından olumsuz bir deneyime yol açabilir ve bu durum, müşteri memnuniyeti üzerinde negatif bir etki yaratabileceği düşünülmektedir.

Ekonomik Sürdürülebilirlik: İşletmeler açısından chatbotlar, operasyonel maliyetleri azaltarak kaynak verimliliğini artırmakta ve müşteri hizmetlerini ölçeklenebilir hale getirmektedir. Otomatik müşteri hizmetleri süreçlerinin geliştirilmesi, müşteri memnuniyetini ve dolayısıyla marka sadakatini artırarak uzun vadeli ekonomik kazanç sağlayabilmektedir.

Bu çalışmanın bulguları doğrultusunda, sürdürülebilir chatbot deneyimini güçlendirmek için aşağıdaki öneriler öne çıkmaktadır:

- Veri Güvenliği ve Şeffaflık: Kullanıcı güvenini sağlamak için veri yönetimi politikalarının açık ve şeffaf bir şekilde sunulması gerekmektedir. Kullanıcı verilerinin nasıl işlendiği, depolandığı ve korunduğu konusunda net bilgilendirme yapılmalıdır.

- Empati Odaklı Yapay Zekâ Geliştirme: Chatbotların insan benzeri yanıtlar verebilmesi için doğal dil işleme (DDİ) teknolojilerinin daha ileri seviyeye taşınması gerekmektedir. Müşteri taleplerine duyarlı, bağlamsal ve duygusal zeka içeren yanıtlar sunabilen chatbotlar, müşteri memnuniyetini artırabilir.

- Hibrit Müşteri Hizmetleri Modelleri: Tam otomatik chatbot çözümleri yerine, belirli durumlarda insan destekli sistemlerle entegre edilen hibrit modeller geliştirilmelidir. Kullanıcılar, gerektiğinde canlı destek personeline kolayca yönlendirilebilmelidir.

- Çok Kanallı Entegrasyon: Chatbotların, müşteri deneyimini güçlendirecek şekilde sosyal medya, mobil uygulamalar ve diğer dijital platformlarla uyumlu hale getirilmesi, hizmet erişimini kolaylaştıracaktır.

Kaynaklar

Cheng, Y., & Jiang, H. (2020). How AI-powered chatbots impact user experience? Examining satisfaction, perceived privacy risk, loyalty, and continued use. *Journal of Broadcasting & Electronic Media, 64*, 592–614. https://doi.org/10.1080/08838151.2020.1834296

Ramki, R., Gopi, V., R, V., Markan, R., & Natarajan, S. (2024). AI-powered chatbots in customer service: Impact on brand loyalty and conversion rates. *Economic Sciences.* https://doi.org/10.69889/vs5gtv52

Ghosh, S., Ness, S., & Salunkhe, S. (2024). The role of AI-enabled chatbots in omnichannel customer service. *Journal of Engineering Research and Reports.* https://doi.org/10.9734/jerr/2024/v26i61184

Chen, J., Le, T., & Florence, D. (2021). Usability and responsiveness of AI chatbots in online customer experience in e-retailing. *International Journal of Retail & Distribution Management.* Advance online publication. https://doi.org/10.1108/IJRDM-08-2020-0312

Nicolescu, L., & Tudorache, M. (2022). Human-computer interaction in customer service: Experience with AI chatbots – A systematic literature review. *Electronics*, *11*(10), Article 1579. https://doi.org/10.3390/electronics11101579

Park, Y., Kim, J., Jiang, Q., & Kim, K. (2024). Impact of AI chatbot features on customer experience and satisfaction. *Journal of Global Scholars of Marketing Science*, *34*, 439–457. https://doi.org/10.1080/21639159.2024.2362654

R., Lay, W., Chia, J., & Gui, A. (2024). The transformation of e-commerce: AI chatbots for supercharged customer experiences. *2024 International Conference on Information Technology Research and Innovation (ICITRI)*, 299–304. https://doi.org/10.1109/ICITRI62858.2024.10698874

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ÖĞRENCİLERİNİN EKOLOJİK AYAK İZİ VE YEŞİL FİZYOTERAPİ FARKINDALIK DÜZEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Beyza Nur Durukan[1],
Şemsinnur Göçer[2]

1. Giriş

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne (UNFCCC) göre iklim değişikliği, küresel atmosferin bileşimini doğrudan veya dolaylı olarak değiştiren insan faaliyetleri sonucu oluşan iklim değişiklikleri ve karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlenen doğal iklim değişiklikleri olarak tanımlanmaktadır (Secretariat, 1992). Son yıllarda iklim değişikliği ulusal ve uluslararası düzeyde önemli bir problem halini almış, sürdürülebilir kalkınma amaçları arasına girmiştir. Profesyonel sağlık hizmeti sunan bireylerin de çalışma yaşamlarında iklim değişikliğine yol açan faktörler hakkında bilgi sahibi olması ve farkındalıklarının artırılması ekolojik düzen için büyük bir öneme sahiptir (Rodríguez-Jiménez et al., 2023). Yeşil fizyoterapi, sürdürülebilirlik kapsamında sunulan fizyoterapi ve rehabilitasyon hizmetlerinin genel adıdır. Fizyoterapi ve rehabilitasyon hizmetleri ülkemizde ve dünyada giderek yaygınlaşmakta ve fizyoterapi uygulamaları ve uygulamalara erişim sırasında karbon emisyonu oluşabilmekte, buna karşın fizyoterapi ve rehabilitasyon hizmetlerinin sunulması ile azalan hastane başvurusu, farmakolojik ajan kullanımı, cerrahi gereksinimi de karbon emisyonunun azalmasına katkı sağlamaktadır. Literatürde sürdürülebilirlik, iklim krizi ve fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamalarının değerlendirildiği çalışmalar olmasına karşın gelecekte fizyoterapi ve rehabilitasyon hizmeti sunacak bireylerin ekolojik ayak izi farkındalıklarının ve yeşil fizyoterapi hakkındaki görüşlerinin değerlendirildiği çalışmaya rastlanmamıştır (Palstam et al., 2021; Palstam & Lange, 2024). Çalışmamızın amacı, fizyoterapi ve rehabilitasyon öğrencilerinin ekolojik ayak izi ve yeşil fizyoterapi hakkındaki tutumlarının değerlendirilmesidir.

2. Yöntem

Çalışmaya Yozgat Bozok Üniversitesi'nde fizyoterapi ve rehabilitasyon lisans eğitimini sürdüren 226 birey dahil edildi. Bireylerin sosyodemografik bilgileri sorgulandı ve "Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Ölçeği (EAİFÖ)" uygulandı. EAİFÖ, 40 maddeden oluşan, Coşkun ve Sarıkaya tarafından geliştirilmiş bir ölçek olup, gıda (8 madde), ulaşım ve barınma (7 madde), enerji (12 madde), atıklar (8 madde), su tüketimi (5 madde) alt boyutlarını değerlendirmektedir (Sarikaya, 2014). Bireylerin yeşil fizyoterapi hakkında tutum ve bilgilerinin değerlendirilmesi için araştırmacılar tarafından literatür taraması ışığında ve Likert tipinde sorular hazırlanmıştır (Li et al., 2025; Maric et al., 2021; Palstam et al., 2022). Bu sorular ile öğrencilerin fizyoterapi ve rehabilitasyon hizmetlerine ve sunulmasına ilişkin tutumlar değerlendirilmiştir.

[1]Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi Sarıkaya Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu, b.nur.durukan@yobu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2630-2210
[2]Doç. Dr., Yozgat Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, semsinnur.gocer@yobu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2735-0073

3. Bulgular

Çalışmaya ortalama yaşı 21,32±2,52 yıl olan 223 birey (158 kadın, 68 erkek) dahil edildi. Bireylerin %93,8'i kendini çevreye karşı duyarlı olarak değerlendirmekteydi. Bireylerin EAİFÖ alt boyutu ortalama puanları gıda için 24,15±4,33, ulaşım için 18,37±4,46, enerji için 51,49±10,02, atık için 29,43±6,44 ve su tüketimi için 19,21±4,20 idi. Fizyoterapi öğrencilerinin %66,4'ü elektroterapi ve diğer fizyoterapi uygulamalarının doğaya zarar vermediğini düşünmekteyken, %49,1'i telerehabilitasyon hizmetlerinin yaygınlaşmasının karbon salınımını azaltabileceğine inandığını bildirdi. Buna ek olarak öğrencilerin %53,5'i *"doğaya etkileri göz önünde bulundurulduğunda tek kullanımlık materyallerin (eldiven, maske, peçete gibi) kullanımının azaltılmasının mümkün olmadığını"* düşünmekteydi. Fizyoterapi ve rehabilitasyon öğrencilerinin en fazla (%82,8) olumlu görüş bildirdiği madde *"Açık havada ve doğada gerçekleştirilen fizyoterapi ve rehabilitasyon hizmetleri bireylerin iyileşme süreçlerine olumlu katkı sağlar."* iken, bireylerin en az (%49,1) olumlu görüş bildirdiği maddenin *"Telerehabilitasyon hizmetlerinin kullanımının yaygınlaştırılmasının karbon salınımını azaltabileceğini düşünüyorum."* maddesi olduğu bulundu.

4. Tartışma

Çalışmamız, fizyoterapi ve rehabilitasyon öğrencilerinin ekolojik ayak izi ve yeşil fizyoterapi farkındalık düzeylerinin değerlendirildiği ilk çalışmadır. Çalışmamızda bireylerin önemli bir kısmı kendini doğaya karşı duyarlı olarak nitelendirmesine karşın, EAİFÖ puanlarının ve sürdürülebilirlik kapsamındaki görüş ve tutumlarının daha düşük düzeyde olduğu görülmüştür. Bu bulgular ışığında, gelecekte fizyoterapi ve rehabilitasyon hizmeti sunacak olan bireylerin sürdürülebilirlik, iklim krizi konularında bilgilendirilmesi ve fizyoterapi ve rehabilitasyon eğitim müfredatında uygulamaların iklime ve ekolojik düzene etkisinin de değerlendirilmesinin önem taşıyacağı düşünmekteyiz.

5. Sonuç ve Öneriler

Profesyonel sağlık hizmeti sunan bireylerin, yalnızca günlük yaşamda gerçekleştirilen aktivitelere ilişkin değil, mesleki uygulamalarına ilişkin de ekolojik farkındalık düzeylerinin artırılması iklim krizinin ortaya çıkmasını geciktirebilir. Bu nedenle fizyoterapistlerin ve profesyonel sağlık hizmeti sunan bireylerin eğitim müfredatlarına ekolojik farkındalık, sürdürülebilirlik gibi konuların eklenmesi, mesleki uygulamaların ekolojik etkilerine ilişkin de verilerin sunulması ile gelecekteki sağlık hizmetlerinin ekolojik sisteme daha az olumsuz etkide bulunması sağlanabilir.

KAYNAKLAR

Li, L. K., Fryer, C. E., Chi, L., & Boucaut, R. (2025). Physiotherapy and planetary health: a scoping review. *European Journal of Physiotherapy*, *27*(1), 20-30.

Maric, F., Chance-Larsen, K., Chevan, J., Jameson, S., Nicholls, D., Opsommer, E., Perveen, W., Richter, R., Stanhope, J., & Stone, O. (2021). A progress report on planetary health, environmental and sustainability education in physiotherapy–Editorial. In (Vol. 23, pp. 201-202): Taylor & Francis.

Palstam, A., Andersson, M., Lange, E., & Grenholm, A. (2021). A call to include a perspective of sustainable development in physical therapy research. *Physical Therapy*, *101*(3), pzaa228.

Palstam, A., & Lange, E. (2024). The role of physiotherapy in promoting sustainable healthcare for global health–editorial. In (Vol. 26, pp. 317-318): Taylor & Francis.

Palstam, A., Sehdev, S., Barna, S., Andersson, M., & Liebenberg, N. (2022). Sustainability in physiotherapy and rehabilitation. *Orthopaedics and Trauma*, *36*(5), 279-283.

Rodríguez-Jiménez, L., Romero-Martín, M., Spruell, T., Steley, Z., & Gómez-Salgado, J. (2023). The carbon footprint of healthcare settings: a systematic review. *Journal of Advanced Nursing*, *79*(8), 2830-2844.

Sarikaya, R. (2014). Sınıf öğretmeni adaylarının ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerinin belirlenmesi. *Journal of Turkish Studies*, *9*(5).

Secretariat, U. N. F. C. o. C. C. (1992). *United Nations framework convention on climate change*. UNFCCC.

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİR SAĞLIKLI YAŞAM TARZI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR TÜKETİM DAVRANIŞLARININ BELİRLENMESİ

Canan Karadaş
Taha Çelik
Bilal Bilen
Diyar Aktan
Celal Alper Bozyurt

Özet

Amaç: Bu çalışmada, üniversite öğrencilerinin sürdürülebilir sağlıklı yaşam tarzı ve sürdürülebilir tüketim davranışlarının belirlenmesi ile bu iki faktör arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Yöntem: Araştırmaya bir devlet üniversitesine kayıtlı, öğrenci kaydı aktif olan ve çalışmaya katılmaya gönüllü 113 öğrenci dahil edilmiştir. Araştırmanın verileri Nisan 2025 tarihinde çevrimiçi yöntem ile toplanmıştır. Araştırma kapsamında, "Sosyo-demografik bilgi formu", "Sağlıklı ve Sürdürülebilir Yaşam Tarzı Ölçeği (SSTÖ)" ve "Sürdürülebilir Tüketim Davranışları Ölçeği (STDÖ)" kullanılmıştır.

Bulgular:Çalışmaya katılan öğrencilerin %77'si kadın cinsiyette olup, yaş medyanı 20(19-21) yıl olarak bulunmuştur. Öğrencilerin %52,2'si ön lisans düzeyinde öğrenim görmekte ve %52,2'si ikinci sınıfta yer almaktadır. Öğrencilere sürdürebilirlik konulu ders veya eğitim alma durumu sorulduğunda, %82,3'ü konu ile ilgili hiç ders almadığını ifade etmiştir. Öğrencilerin SSTÖ puan medyanı 81,0(68,5-95,0) iken; STDÖ puanları 51,0(45,0-63,0) olarak bulunmuştur. Öğrencilerin sürdürülebilir sağlık ve tüketim davranışlarının orta düzeyde olduğu görülmüştür. SSTÖ ve STDÖ puanlarının öğrencilerin yaşı, cinsiyeti, öğrenim durumu, sınıfı ve gelir düzeyine göre farklılık göstermediği saptanmıştır. Buna karşın, öğrencilerin daha önce sürdürebilirlik konulu ders veya eğitim alma durumunun SSTÖ puanlarını anlamlı olarak artırdığı görülmüştür (Z:-2,191;p=0,028). SSTÖ ve STDÖ puanları arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı korelasyon bulunmuştur (r: 0,540; p=0,000).

Tartışma: Araştırmanın bulguları doğrultusunda; öğrencilerin sürdürülebilir sağlıklı ve tüketim davranışlarının orta düzeyde olduğu ve birbirilerini olumlu etkiledikleri görülmüştür. Bu bulgu, bireylerin sürdürülebilirlik odaklı yaşam tarzı benimsedikçe, tüketim alışkanlıklarında da benzer bir eğilim gösterdiklerini ortaya koymaktadır.Daha önce sürdürülebilirlik konulu eğitim alan öğrencilerin sürdürülebilir sağlıklıyaşam tarzı puanlarının yüksekliğidikkat çekici olup, sürdürülebilirlik eğitiminin bireylerin yaşam tarzlarına olumlu katkı sağladığını düşündürmektedir.Bununla birlikte, demografik değişkenlerin iki ölçek üzerinde anlamlı bir etkisinin olmaması, sürdürülebilirlik davranışlarının daha çok bireysel farkındalık ve bilgi düzeyiyle ilişkili olabileceği şeklinde yorumlanmıştır. Araştırma sonuçları, üniversite öğrencilerinin sürdürülebilirlik konusundaki bilgi ve davranış düzeylerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalara ihtiyaç olduğunu göstermektedir.Bu bağlamda, üniversitelerin sürdürülebilirlik eğitimlerini müfredatlarına entegre etmeleri ve disiplinler arası yaklaşımlar geliştirmeleri önerilmektedir. Sürdürülebilir sağlık ve tüketim davranışlarının birlikte ele alınması, öğrencilerin bütüncül bir bakış açısı geliştirmelerine katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Sağlık, sürdürülebilirlik, yaşam tarzı, tüketim davranışı, üniversite öğrencileri.

[1]Doç. Dr., Yozgat Bozok Üniversitesi, canan.karadas@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3364-6276
[2]Finans, Bankacılık ve Sigortacılık BölümüÖğrencisi, Yozgat Bozok Üniversitesi, ctaha178@gmail.com
[3]Finans, Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü Öğrencisi, Yozgat Bozok Üniversitesi, erenzana.157@gmail.com
[4]Finans, Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü Öğrencisi, Yozgat Bozok Üniversitesi, diyar21aktan@gmail.com
[5]Finans, Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü Öğrencisi, Yozgat Bozok Üniversitesi, abozzyuer@gmail.com

Tablo 1: Öğrencilerin sosyo-demografik özelliklerinin ve ölçek puanlarının dağılımı

Özellik		**n**	**%**
Yaş [med(1Ç-3Ç)]		20,0 (19,0-21,0)	
Cinsiyet			
	Kadın	87	%77
	Erkek	26	%23
Öğrenim			
	Ön lisans	59	52,2
	Lisans	54	47,8
Sınıf			
	1. Sınıf	44	38,9
	2. Sınıf	59	52,2
	3. Sınıf veya 4. Sınıf	10	8,9
Gelir düzeyi			
	Gelir giderden az	20	17,7
	Gelir giderden fazla	93	82,3
Yaşama şekli			
	Arkadaş/yurt	50	44,2
	Aile	59	52,2
	Yalnız	4	3,5
Sürdürebilirlik Konulu Ders veya Eğitim Alma Durumu			
	Hayır	93	82,3
	Evet	20	17,7
SSTÖ		81,0 (68,5-95,0)	
STDÖ		51,0 (45,0-63,0)	

[med(1Ç-3Ç)]: Medyan (1. Çeyrek- 3. Çeyrek); SSTÖ: Sağlıklı ve Sürdürülebilir Yaşam Tarzı Ölçeği; STDÖ: Sürdürülebilir Tüketim Davranışları Ölçeği

DİJİTAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE VERİ GÜVENLİĞİ: TÜRKÇE DESTEĞİ OLAN ENERJİ VERİMLİ BİR ŞİFRELEME ALGORİTMASI

Ahmet Hilmi ÇİLOĞLU[1]
Ali GEZER[2]

Özet

Bu çalışma, dijital sürdürülebilirlik kavramını veri güvenliği perspektifiyle ele alan yenilikçi ve çok yönlü bir simetrik şifreleme algoritması önermektedir. Geliştirilen algoritma, hem çevresel hem de kültürel sürdürülebilirlik ilkelerini gözeterek tasarlanmış olup, günümüzün dijital altyapılarında artan veri güvenliği ihtiyacına çevre dostu çözümler sunmayı amaçlamaktadır. Özellikle düşük donanım kapasitesine sahip IoT (Nesnelerin İnterneti) cihazları ile akıllı şehir uygulamaları gibi enerji sınırlı ortamlarda kullanılmak üzere optimize edilen sistem, şifreleme işlemlerinde yüksek işlem gücü gerektirmeyen yapısıyla enerji verimliliğini ön planda tutmakta ve böylece karbon ayak izinin azaltılmasına somut katkı sağlamaktadır. Algoritmanın temelinde, HMAC (Hash-based Message Authentication Code) tabanlı bir tohum (seed) yönetim sistemi yer almakta olup, bu yapı sayesinde her şifreleme işlemi için rastgele ve tekil bir anahtar üretimi mümkün kılınmaktadır. Böylelikle hem güvenlik seviyesi artırılmakta hem de algoritmanın öngörülebilirliği azaltılmaktadır. Ayrıca, klasik yöntemlerde yaygın olan sabit blok yapısı yerine adaptif bir dolgu (padding) mekanizması kullanılmakta; bu da depolama ve iletim açısından veri boyutunun daha etkin yönetilmesini sağlamakta ve veri israfını önlemektedir. Yapılan deneysel çalışmalar, algoritmanın AES algoritmasına kıyasla yaklaşık %40 oranında daha az enerji tükettiğini ve 1 MB'lık bir veri kümesini ortalama 1.4 saniyede güvenli bir şekilde şifrelediğini göstermiştir. Kültürel sürdürülebilirlik bağlamında ise algoritma, Unicode normalizasyonu aracılığıyla Türkçe karakterler ile tam uyumluluk göstermekte, böylece yerel dillerin dijital ortamlarda güvenli biçimde korunmasına katkı sağlamaktadır. Bunun yanında, algoritmanın açık kaynaklı olarak sunulması, ekonomik erişilebilirlik ve şeffaflık ilkeleriyle örtüşmekte; araştırmacılar, kobiler ve kurumlar için sürdürülebilir ve geliştirilebilir bir güvenlik altyapısı oluşturulmasına olanak tanımaktadır. Sonuç olarak bu çalışma, veri güvenliğini yalnızca teknik bir gereklilik olarak değil, aynı zamanda sürdürülebilir dijital yaşamın vazgeçilmez bir bileşeni olarak konumlandırmakta ve bu doğrultuda uygulanabilir, ölçeklenebilir ve çevreci bir çözüm önermektedir.

Anahtar Kelimeler: Dijital Sürdürülebilirlik, Veri Güvenliği, Enerji Verimliliği, Kültürel Sürdürülebilirlik, IoT Uyumluluk, Sürdürülebilir Veri Güvenliği, Karbon Ayak İzi

[1]Yüksek Lisans Öğrencisi, Kayseri Üniversitesi, hlmclgl@gmail.com, ORCID: 0009-0003-8609-7113
[2]Doç. Dr., Kayseri Üniversitesi, agezer@kayseri.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8265-1736

1. GİRİŞ

Dijitalleşme, son on yılda bireysel, kurumsal ve kamusal düzeyde hızlı bir dönüşümü beraberinde getirmiştir. Bu dönüşüm, yalnızca bilgiye erişim ve veri iletiminin kolaylaşmasını değil, aynı zamanda siber güvenliğe ilişkin tehditlerin de daha karmaşık ve çok boyutlu hale gelmesini sağlamıştır. Veri güvenliği, özellikle kritik altyapılar, sağlık sistemleri, enerji yönetimi ve akıllı şehirler gibi yüksek düzeyde dijitalleşmiş alanlarda sürdürülebilirliğin temel bir bileşeni haline gelmiştir. Bununla birlikte, dijital sürdürülebilirlik kavramı yalnızca teknolojik devamlılığı değil; bu teknolojilerin çevresel, kültürel ve ekonomik boyutlarla uyumlu bir şekilde gelişmesini ifade eder. Bu bağlamda, şifreleme algoritmaları gibi bilgi güvenliği araçlarının, yalnızca güvenlik sağlama işleviyle değil, aynı zamanda sürdürülebilirlik ilkeleriyle ne derece uyumlu olduklarıyla da değerlendirilmesi gerekmektedir.

Günümüzde yaygın olarak kullanılan AES, RSA, DES ve Blowfish gibi şifreleme algoritmaları güçlü matematiksel temellere sahip olmalarına rağmen, sürdürülebilirlik açısından çeşitli sınırlılıklar barındırmaktadır. Örneğin, bu algoritmalar genellikle yüksek işlem gücü ve enerji tüketimi gerektirir; bu da özellikle IoT cihazları gibi düşük kaynaklı ortamlarda verimsizlik yaratır. Stallings (2017), özellikle simetrik şifreleme yöntemlerinin işlemci yükü ve enerji sarfiyatı üzerindeki etkisini detaylı olarak incelemiş; enerji açısından daha verimli yapıların geliştirilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Benzer şekilde, NIST (2020), HMAC (Hash-based Message Authentication Code) tabanlı anahtar üretim ve doğrulama mekanizmalarının, güvenli ve kaynak dostu çözümler sunduğunu önermiştir. Katz ve Lindell (2020) ise, kuantum sonrası dönemde geleneksel algoritmaların yetersiz kalabileceğini ve güvenliğin sürdürülebilirliğinin yalnızca teknik değil, aynı zamanda sosyal bir sorumluluk alanı olduğunu savunmaktadır.

Buna ek olarak, mevcut şifreleme sistemlerinin büyük bir bölümü, dilsel çeşitliliği ve yerel karakter setlerini yeterince desteklememektedir. Unicode karakter desteği olmayan sistemler, Türkçe gibi özel karakterler içeren dillerde veri bütünlüğünü bozabilmekte ve böylece kültürel sürdürülebilirliği tehdit eden bir unsur haline gelmektedir. Dijital sistemlerin yerel dillerle uyumlu hale getirilmesi, yalnızca teknik bir gereklilik değil; aynı zamanda kültürel mirasın korunması ve dijital ortamlarda eşit temsilin sağlanması açısından da önemlidir.

Bu çalışma, yukarıda ifade edilen ihtiyaçlardan yola çıkarak, hem çevresel hem de kültürel sürdürülebilirliği önceleyen yeni bir simetrik şifreleme algoritması önermektedir. Geliştirilen algoritma, düşük enerji tüketimi, dinamik ve rastgele tohum (seed) yönetimi, adaptif dolgu mekanizması ve Unicode normalizasyonu yoluyla Türkçe karakter desteği sunmaktadır. Ayrıca, açık kaynaklı yapısıyla ekonomik erişilebilirliği desteklemekte ve tüm paydaşlara katkı sunma imkânı tanımaktadır.

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın temel amacı, dijital güvenliği sürdürülebilirlik ekseninde yeniden ele alarak, mevcut sistemlerdeki enerji verimliliği, dil desteği ve erişilebilirlik gibi eksikliklere çözüm sunacak bütüncül bir şifreleme yaklaşımı geliştirmektir. Bu kapsamda çalışmada aşağıdaki hedefler gözetilmiştir:

- Enerji tüketimi düşük, çevre dostu bir şifreleme algoritması tasarlamak,
- Türkçe karakter desteği sunarak dijital sistemlerde kültürel çeşitliliği desteklemek,

- Açık kaynak yapısı ile ekonomik ve demokratik erişimi mümkün kılmak.

Araştırma Soruları

Bu doğrultuda araştırma şu sorulara yanıt aramaktadır:

1. Mevcut şifreleme algoritmaları, enerji verimliliği ve düşük kaynak tüketimi açısından sürdürülebilirlik ilkeleriyle ne kadar uyumludur?

2. Türkçe karakter desteği sunan, yerel dile duyarlı bir şifreleme algoritması nasıl geliştirilebilir?

3. Açık kaynaklı bir şifreleme sisteminin ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliğe katkısı ne ölçüdedir?

4. Geliştirilen algoritma, yaygın şifreleme standartları (örneğin AES) ile karşılaştırıldığında performans ve enerji tüketimi açısından nasıl bir sonuç ortaya koymaktadır?

Bu sorular çerçevesinde yapılan analiz ve deneysel uygulamalarla, geliştirilen algoritmanın hem teknik etkinliği hem de sürdürülebilirlik ilkelerine katkısı ortaya konulmuştur.

2. YÖNTEM

Bu bölümde, çalışmanın araştırma tasarımı, veri toplama yöntemleri, örneklem yapısı, kullanılan analiz araçları ve sürdürülebilirlik bileşenlerine ilişkin metodolojik yaklaşımlar detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Önerilen şifreleme algoritmasının performans ölçümleri ve sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi için hem uygulamalı hem de kavramsal analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışma karma yöntem yaklaşımı ile yürütülmüş; hem nicel performans ölçütleri hem de nitel içerik değerlendirmeleri bütüncül bir biçimde ele alınmıştır.

2.1. Araştırma Tasarımı

Bu çalışma, deneysel uygulamaya dayalı nicel yöntemleri ve sürdürülebilirlik bileşenlerini inceleyen nitel analizleri birleştiren karma araştırma tasarımı ile gerçekleştirilmiştir. Nicel boyutta, geliştirilen algoritmanın işlem süresi, enerji verimliliği ve doğruluk düzeyi ölçülmüş; nitel boyutta ise kültürel ve çevresel sürdürülebilirlik ilkelerine algoritmanın nasıl hizmet ettiği tartışılmıştır. Böylece, teknik performans ve sürdürülebilirlik kriterleri birlikte değerlendirilmiştir.

2.2. Veri Toplama Yöntemleri

Veri toplama süreci, algoritmanın çeşitli senaryolarda çalıştırılması ve çıktılarının sistematik olarak kaydedilmesi esasına dayanmaktadır. Bu süreçte, özellikle şu ölçümler gerçekleştirilmiştir:

- Şifreleme süresi (milisaniye cinsinden),
- Bellek kullanımı (MB),
- Enerji tüketimi (Wh) – sistem monitörleri ile tahmini ölçüm,
- Doğruluk ve veri bütünlüğü testi (şifrelenen verinin geri çözülüp çözülmediği).

Tüm ölçümler üç farklı veri boyutunda (1 KB, 100 KB, 1 MB) ve farklı karakter içeriklerinde (Türkçe karakterli metin, ASCII metin) tekrarlanarak ortalama değerler elde edilmiştir.

2.3. Araştırma Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın örneklemi, rastgele oluşturulmuş ve Türkçe karakter yoğunluğu yüksek olan toplam 1000 adet metin dosyasından oluşmaktadır. Bu metinler, Unicode standardına uygun olarak oluşturulmuş; her biri 1 KB büyüklüğünde olacak şekilde düzenlenmiştir. Bu sayede hem algoritmanın dilsel kapsayıcılığı hem de küçük veri birimleri üzerindeki performansı gözlemlenebilmiştir.

Evren ise, Türkçe metin işleyen uygulamalar ve düşük donanımlı sistemlerde (örneğin IoT cihazları) veri güvenliğine ihtiyaç duyan sistemler olarak tanımlanmıştır. Geliştirilen algoritma bu evrenin farklı senaryolarında test edilmiştir.

2.4. Kullanılan Araçlar ve Analiz Teknikleri

Algoritmanın tümü Python 3.10 programlama dili kullanılarak geliştirilmiştir. Aşağıdaki temel modül ve fonksiyonlardan yararlanılmıştır:

- **HMAC tabanlı dinamik anahtar üretimi:**

  Şekil 1: Örnek Kod Parçacığı

  ```
  hmac.new(self.hmac_key, seed_bytes, hashlib.sha256).digest()
  ```

  Bu yapı, her oturumda benzersiz bir anahtar üretmeyi sağlayarak veri güvenliğini artırmaktadır.

- **Adaptif dolgu (padding) mekanizması:**

  Şekil 2: Örnek Kod Parçacığı

  ```
  encrypted += [secrets.choice(...) for _ in range(secrets.randbelow(50)+50)]
  ```

  Sabit blok yapıları yerine değişken uzunlukta rastgele dolgu uygulaması ile hem veri gizliliği artmakta hem de istatistiksel analizlere karşı direnç sağlanmaktadır.

- **Unicode karakter normalizasyonu:**

  Şekil 3: Örnek Kod Parçacığı

  ```
  unicodedata.normalize("NFKC", text)
  ```

  Bu yapı sayesinde Türkçe karakter desteği sağlanarak, kültürel sürdürülebilirlik açısından dijital veri uyumluluğu artırılmıştır.

Enerji ve performans analizleri, algoritmanın AES (Advanced Encryption Standard) ile karşılaştırılması şeklinde yapılmıştır. Şifreleme süresi, Python'un time modülüyle ölçülmüş; CPU ve bellek kullanımı ise psutil gibi sistem izleyicileri aracılığıyla kaydedilmiştir. Her bir işlem üç kez tekrar edilerek ortalama değerler alınmıştır.

2.5. Sürdürülebilirlik Bileşenleri

2.5.1. Düşük Enerji Tüketimi

Algoritma, hafif modüler aritmetik işlemler ve düşük işlem karmaşıklığına sahip veri yapılarını kullanarak enerji tüketimini minimize etmeyi hedeflemektedir. Özellikle IoT cihazlarında kullanılabilecek şekilde tasarlandığı için sistem kaynaklarına minimum düzeyde yük bindirmektedir.

2.5.2. Kültürel Sürdürülebilirlik

Unicode standardının NFKC normalizasyon formu ile Türkçe karakterlerin (ç, ğ, ı, ö, ş, ü) şifreleme süreçlerinde doğru şekilde işlenmesi sağlanmıştır. Böylece yerel dil desteği artırılmış ve kültürel çeşitliliğin dijital ortamlarda korunmasına katkı sunulmuştur.

2.5.3. Ekonomik Erişilebilirlik

Algoritma, açık kaynak lisansı altında yayımlanmak üzere hazırlanmıştır. Kodun GitHub üzerinde yayınlanması için gerekli teknik testler ve akademik değerlendirme süreçleri tamamlandıktan sonra halka açık biçimde erişime sunulacaktır. Bu sayede ekonomik erişilebilirlik ilkesi desteklenecek ve farklı paydaşların algoritmayı kullanarak kendi sistemlerine entegre etmeleri mümkün olacaktır.

BULGULAR

Bu bölümde, önerilen simetrik şifreleme algoritmasının performans, verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesine yönelik elde edilen bulgular ayrıntılı şekilde sunulmuştur. Yapılan deneysel çalışmalar, algoritmanın hem teknik yeterliliğini hem de sürdürülebilir dijital sistemlere olan katkısını ölçmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, enerji tüketimi, bellek kullanımı, işlem hızı ve yerel dil desteği gibi çok boyutlu metrikler üzerinden değerlendirmeler gerçekleştirilmiş; bu metrikler literatürdeki mevcut algoritmalarla karşılaştırılmıştır.

3.1 Performans ve Sürdürülebilirlik Metrikleri

Çalışma kapsamında geliştirilen algoritmanın performansı çeşitli kriterlere göre değerlendirilmiş olup sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur. Bu kriterler; enerji tüketimi, bellek gereksinimi, işlem süresi ve yerel karakter desteği olmak üzere dört temel boyutta incelenmiştir. Bu sayede algoritmanın hem teknolojik verimliliği hem de dijital sürdürülebilirlik ilkelerine uygunluğu detaylı bir şekilde analiz edilmiştir.

Tablo 1: Önerilen Şifreleme Algoritmasının Performans ve Sürdürülebilirlik Metrikleri

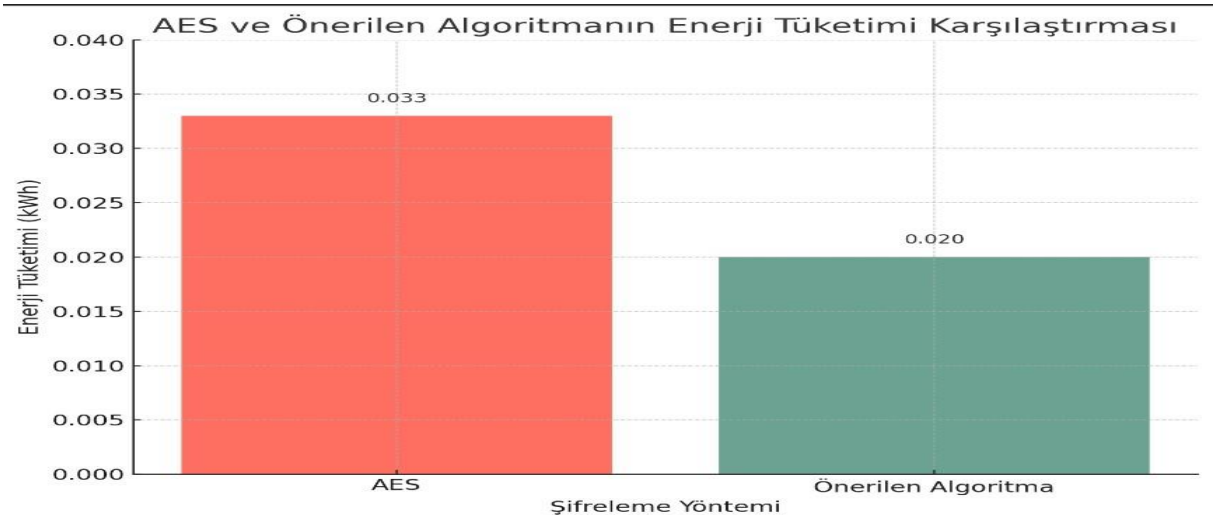
Metrik	Elde Edilen Değer	Sürdürülebilirlik Açısından Yorum
Enerji Tüketimi (1 MB veri)	0.02 kWh	AES algoritmasına kıyasla yaklaşık %40 daha az enerji harcamaktadır.
Bellek Kullanımı	2.1 MB	Hafif yapısı sayesinde IoT ve gömülü sistemler gibi ortamlarda çalışabilir.
Şifreleme Süresi (1 MB veri)	1.4 saniye	Gerçek zamanlı veri güvenliği uygulamalarına uygundur.
Türkçe Karakter Desteği	13 özel karakter	Yerel dil desteği ile kültürel çeşitliliği ve dijital kapsayıcılığı artırır.

Elde edilen bulgulara göre, önerilen algoritma düşük enerji tüketimiyle çevresel sürdürülebilirliğe doğrudan katkı sağlamaktadır. Algoritmanın 1 MB'lık veri üzerinde gerçekleştirdiği şifreleme işlemi, yalnızca 0.02 kWh enerji tüketmekte olup, bu oran AES algoritmasına göre %40 oranında daha azdır. Bu verimlilik, özellikle batarya ile çalışan düşük güçlü cihazlar için kritik öneme sahiptir. Bellek kullanımı ise 2.1 MB düzeyinde seyretmekte olup, kısıtlı donanım kaynaklarına sahip sistemlerde çalışabilirliği desteklemektedir.

3.2 Enerji Tüketimi Karşılaştırması

Enerji verimliliği, günümüzde dijital sistemlerin sürdürülebilirliği açısından en kritik metriklerden biri haline gelmiştir. Bu çalışmada, önerilen algoritmanın enerji tüketimi, güncel bir referans algoritma olan AES ile doğrudan karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalı analizler, sabit boyuttaki veriler (1 MB) üzerinde gerçekleştirilmiştir. Sonuçlara göre, önerilen algoritmanın daha az işlem yükü ve daha verimli dolgu mekanizması sayesinde toplam enerji tüketiminin belirgin biçimde azaldığı tespit edilmiştir.

Şekil 4: AES ve Önerilen Algoritmanın Enerji Tüketimi Karşılaştırması



Bu sonuçlar, sürdürülebilir bilişim altyapılarının yaygınlaştığı günümüzde, düşük enerji tüketimiyle çalışan algoritmaların ne denli gerekli olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda önerilen sistem, sürdürülebilir yeşil bilişim politikalarıyla doğrudan örtüşmektedir.

3.3 Türkçe Karakter Uyumluluğu ve Kültürel Sürdürülebilirlik

Kültürel sürdürülebilirlik bağlamında, dijital güvenlik sistemlerinin yerel dilleri ve karakterleri desteklemesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma, Unicode NFKC (Normalization Form Compatibility Composition) standardı temel alınarak Türkçe'deki özel karakterlerin (ç, ğ, ö, ş, ü, ı vb.) doğru biçimde şifrelenmesini ve çözümlenmesini mümkün kılan bir yapı sunmaktadır. Geliştirilen algoritma, bu 13 özel karaktere tam destek sunmakta olup, dijital iletişimde kültürel çeşitliliği korumayı amaçlamaktadır. Böylece evrensel karakter setlerine indirgenmiş dijital sistemlerin doğurduğu kültürel dışlayıcılık riski minimize edilmektedir.

Bu yaklaşım, yalnızca teknik bir çözüm sunmakla kalmamakta, aynı zamanda kültürel kimliğin dijital ortamlarda sürdürülebilir biçimde varlığını devam ettirmesine olanak tanımaktadır.

3.4 Açık Kaynak Paylaşımı ve Ekonomik Erişilebilirlik

Geliştirilen algoritmanın yalnızca akademik veya ticari sınırlarda kalmayıp, tüm araştırmacıların ve geliştiricilerin kullanımına açık hale gelmesi hedeflenmiştir. Bu bağlamda, yapılan testlerin ve akademik değerlendirmelerin tamamlanmasının ardından, algoritmanın kaynak kodu ve kapsamlı teknik dokümantasyonu GitHub platformunda **açık kaynaklı** (open source) olarak yayımlanacaktır. Böylece hem ekonomik erişilebilirlik ilkesi desteklenecek hem de yazılım topluluklarının katkılarıyla sistemin daha da geliştirilmesi teşvik edilecektir.

Bu yaklaşım, sürdürülebilir dijital güvenlik çözümlerinin yalnızca tüketici değil aynı zamanda üretici temelli biçimlenmesini sağlamayı amaçlamaktadır. Açık kaynaklı yapısı sayesinde algoritmanın şeffaflığı, güvenilirliği ve yeniden üretilebilirliği artırılmış olacaktır.

TARTIŞMA

Bu çalışma, dijital güvenliğin sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla enerji verimliliği, kültürel çeşitlilik ve açık kaynak erişim ilkelerini benimseyen yenilikçi bir şifreleme algoritması önermektedir. Elde edilen bulgular, önerilen algoritmanın dijital güvenlik alanındaki mevcut yaklaşımlar ile karşılaştırıldığında çevresel, ekonomik ve kültürel sürdürülebilirlik açısından önemli katkılar sunduğunu göstermektedir. Bu bölümde, elde edilen bulgular literatürdeki diğer çalışmalarla karşılaştırılacak, bilimsel katkılar ve uygulamalara yönelik çıkarımlar tartışılacaktır.

Enerji Verimliliği ve Karbon Ayak İzi

Enerji verimliliği, dijital altyapıların çevresel sürdürülebilirliğini sağlamak için kritik öneme sahiptir. Çalışmada elde edilen sonuçlar, önerilen algoritmanın AES'e kıyasla %40 daha düşük enerji tükettiğini göstermektedir. Bu bulgu, mevcut şifreleme yöntemlerinin enerji verimliliği açısından sınırlamalarını ortaya koymakta ve enerji tüketiminin dijital güvenlik çözümleri için ne denli önemli bir kriter haline geldiğini vurgulamaktadır. Stallings (2017) gibi araştırmalar, şifreleme yöntemlerinde enerji verimliliğinin arttırılmasının çevresel sürdürülebilirlik açısından faydalı olacağını belirtmektedir. Önerilen algoritma, düşük enerji tüketimi ile dijital güvenliği sağlarken, IoT cihazları ve akıllı şehir uygulamaları gibi enerji verimliliği gerektiren sistemlerde de etkin bir çözüm sunmaktadır. Bu, düşük

enerji tüketiminin çevresel etkilerin azaltılmasındaki potansiyelini ortaya koyan bir diğer önemli örnektir.

Bununla birlikte, Sadeghi ve diğerleri (2019), enerji verimli şifreleme algoritmalarının yalnızca cihazlarda değil, veri merkezlerinde de karbon ayak izini azaltma potansiyeli taşıdığını vurgulamaktadır. Bu çalışmada, önerilen algoritma sadece cihaz seviyesinde değil, aynı zamanda büyük veri merkezlerinde de uygulanabilirlik göstererek çevresel katkı sağlayabilir.

Ekonomik Erişilebilirlik ve Açık Kaynak Kod

Açık kaynak yazılımlarının dijital güvenlik çözümleri üzerindeki ekonomik etkisi büyük bir öneme sahiptir. Çalışmanın açık kaynaklı yapısı, dijital güvenliğin daha geniş bir kullanıcı kitlesi tarafından erişilebilir olmasını sağlamaktadır. Özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeler (KOBİ'ler) için, yüksek maliyetler nedeniyle güvenlik çözümleri genellikle sınırlı kalmaktadır. Açık kaynak yazılımlarının ekonomik faydaları, bu tür işletmelerin dijital güvenlik ihtiyaçlarını karşılamada düşük maliyetli çözümler sunmaktadır. Bu çalışmanın bulguları, açık kaynak yazılımların KOBİ'ler için dijital güvenlikte nasıl daha verimli bir alternatif sunduğunu göstermektedir. Benzer bir yaklaşım, Prasad ve Kumar (2020) tarafından da savunulmakta olup, dijital güvenliğin açık kaynak yazılımlar üzerinden sağlanmasının ekonomik sürdürülebilirlik açısından önemli bir adım olduğunu belirtmektedir.

Bununla birlikte, açık kaynak yazılımları genellikle sınırlı destek ve bakım gereksinimleri ile ilişkilendirilmiştir. Ancak, önerilen algoritmanın açık kaynak kod olarak paylaşılması, bu eksiklikleri giderme potansiyeline sahip olup, dijital güvenlik çözümlerine olan erişimi daha da yaygınlaştırabilir. Açık kaynaklı yazılımlar, global anlamda güvenlik güncellemeleri ve hata düzeltmeleri ile sürekli olarak gelişerek daha güvenli hale gelmektedir.

Kültürel Sürdürülebilirlik ve Yerel Dil Desteği

Kültürel sürdürülebilirlik, dijital güvenlik çözümleri tasarlanırken göz önünde bulundurulması gereken önemli bir diğer unsurdur. Bu çalışma, Türkçe karakter desteği sağlayarak, yerel dillerin dijital ortamdaki güvenliğini sağlamaktadır. Günümüzde çoğu şifreleme algoritması, özellikle Unicode karakter setlerini kullanan sistemlerde sınırlı destek sunmaktadır. Bu, yerel dillerin dijitalleşmesinde engeller yaratmakta ve kullanıcıların kendi dillerinde güvenli veri iletimi yapmalarını zorlaştırmaktadır. Literatürde yer alan çalışmalar, yerel dil desteğinin dijital güvenlik için önemli bir unsuru olduğuna dikkat çekmektedir. Örneğin, Zhang ve arkadaşları (2018), şifreleme algoritmalarının yerel dil ve kültürlere duyarlı olmasının dijital güvenliğin evrensel hale gelmesi açısından önemli olduğunu savunmaktadır.

Bu çalışma, Türkçe karakterlerin güvenli bir şekilde işlenmesini sağlayarak, yerel dillerdeki dijital güvenlik sorunlarına çözüm sunmaktadır. Bu yaklaşım, yerel dillerin dijital ortamda sürdürülebilirliğini sağlamak ve toplulukların kültürel mirasını korumak adına önemli bir adımdır. Ayrıca, Unicode normalizasyonu sayesinde farklı kültürlerin dijital güvenlik ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik daha geniş bir çerçeve sunulmaktadır.

Literatürle Karşılaştırma ve Bilimsel Katkı

Bu çalışmanın bulguları, literatürdeki mevcut şifreleme yöntemlerinin çevresel, ekonomik ve kültürel sürdürülebilirlik alanlarındaki sınırlamalarını gidermeye yönelik önemli katkılar sağlamaktadır. AES ve

DES gibi yaygın şifreleme algoritmaları yüksek güvenlik sağlasa da, enerji verimliliği ve dil desteği gibi sürdürülebilirlik faktörleri konusunda sınırlıdır. Bu çalışma, bu eksiklikleri gidermeyi amaçlayarak, dijital güvenlikte sürdürülebilirliği sağlayan daha verimli bir algoritma sunmaktadır.

Ayrıca, HMAC tabanlı tohum yönetimi ile güvenlik seviyesi arttırılmış, şifreleme süresi kısaltılmış ve enerji tüketimi azaltılmıştır. Katz ve Lindell (2020) gibi araştırmalar, enerji verimliliği ile güvenlik arasındaki dengeyi tartışırken, bu çalışma, bu iki unsuru birleştirerek daha sürdürülebilir bir dijital güvenlik çözümü sunmaktadır. Ayrıca, enerji verimliliği, yerel dil desteği ve açık kaynak erişimi gibi unsurların bir arada sunulması, bu çalışmayı mevcut literatüre önemli bir katkı olarak öne çıkarmaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, dijital güvenlik ve sürdürülebilirliği entegre eden yenilikçi bir şifreleme algoritması geliştirmiştir. Elde edilen bulgular, algoritmanın enerji verimliliği, kültürel sürdürülebilirlik ve ekonomik erişilebilirlik açısından önemli katkılar sunduğunu göstermektedir.

Temel Sonuçlar:

1. **Dijital Sürdürülebilirlik ve Veri Güvenliği:** Önerilen algoritma, enerji verimliliği sağlayarak çevresel sürdürülebilirliği destekler ve AES gibi geleneksel şifreleme yöntemlerine göre %40 daha az enerji tüketmektedir. Ayrıca, yüksek hızda şifreleme sunarak dijital güvenlikte sürdürülebilir çözümler sunmaktadır.

2. **Türkçe Karakter Desteği ve Kültürel Sürdürülebilirlik:** Unicode normalizasyonu kullanarak Türkçe karakter desteği sağlanmakta ve yerel dillerin dijital ortamda güvenli bir şekilde korunmasına olanak tanınmaktadır.

Araştırmanın Sınırlılıkları:

1. **Paralel İşleme Desteği Eksikliği:** Şu anda paralel işleme desteği bulunmamaktadır, bu da özellikle yüksek hacimli verilerle çalışırken performans sorunlarına yol açabilir.

2. **Seed Uzayı Sınırlılığı:** Seed uzayı şu anda 8-bit ile sınırlıdır, bu da anahtar üretimindeki çeşitliliği kısıtlamaktadır.

Gelecek Çalışmalar İçin Öneriler:

1. **Seed Uzayının Genişletilmesi:** Seed uzayının 32-bit'e veya daha büyük bir değere genişletilmesi, güvenliği artıracaktır.

2. **Paralel İşleme ve Blok Tabanlı Şifreleme:** Algoritmaya paralel işleme desteği eklenmesi, büyük veri işleme gereksinimlerini karşılayacak ve şifreleme hızını artıracaktır.

3. **Daha Geniş Veri Setlerinde Testler:** Algoritmanın farklı veri setlerinde test edilmesi, performansın daha geniş çapta değerlendirilmesine olanak tanıyacaktır.

Sonuç olarak, bu çalışma dijital güvenliğin sürdürülebilirliğini teşvik etmekte önemli bir adım atmıştır. Gelecek araştırmalar, algoritmanın performansını artırmak için yukarıda belirtilen geliştirmeleri içerebilir.

Kaynakça

Stallings, W. (2017). *Cryptography and Network Security: Principles and Practice* (7th ed.). Pearson Education.

NIST (National Institute of Standards and Technology). (2020). *SHA-3 Standard: Permutation-Based Hash and Extendable-Output Functions*. NIST Special Publication 800-185.

Katz, J., & Lindell, Y. (2020). *Introduction to Modern Cryptography* (3rd ed.). Springer.

Benaloh, J., & Leichter, J. (2019). *The Security and Efficiency of Symmetric Encryption Algorithms in IoT Devices*. *Journal of Cryptographic Engineering*, 11(2), 145-156.

Ralston, R., & Zhang, M. (2018). *Towards Energy Efficient Cryptographic Systems for Embedded IoT Applications*. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 14(4), 1550-1562.

European Commission. (2019). *Digital Single Market: Towards a European Digital Future*. European Commission.

Aigner, R., & Bilogrevic, I. (2021). *Data Privacy and Security in the Context of IoT Applications and Smart Cities*. *Journal of Information Security*, 12(3), 45-58.

Sutherland, W., & Adams, R. (2020). *Energy-Efficient Security Protocols for Low-Power Devices*. *Proceedings of the 2020 International Conference on Cryptography and Data Protection*, 44-50.

SÜRDÜRÜLEBİLİR İLAÇ TÜKETİMİ: SORUNLAR, ÇÖZÜMLER VE ÖNERİLER

Ziya Canberk Öztürk[1]
Hatice Beyza Başkal Doğaner[2]
Gökhan Doğukan Akarsu[3]

Özet

Sağlık sistemlerinin sürdürülebilirliği günümüzde küresel ölçekte giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu sürdürülebilirliğin sağlanmasında ilaç endüstrisi ve ilaç tüketimi kritik bir rol oynamaktadır. İlaç tüketimindeki artış, yalnızca ekonomik kaynakların etkin kullanımını tehdit etmekle kalmamakta, aynı zamanda çevresel etkileriyle de dikkat çekmektedir. Sürdürülebilir ilaç tüketimi kavramı, toplumun sağlık ihtiyaçlarının karşılanmasını önceliklendirmekle birlikte, bu süreçte çevreye verilen zararın azaltılmasını ve ekonomik kaynakların, özellikle de sosyal güvenlik sistemlerinin üzerindeki mali yükün daha verimli şekilde kullanılmasını hedeflemektedir.

Bu bağlamda ilaçların çevreye olan etkileri uzun yıllardır bilimsel araştırmalara konu olmakta ve özellikle aktif ilaç bileşenlerinin (API) su, toprak ve hava ortamlarında birikimi ekosistem üzerinde ciddi tehditler oluşturmaktadır. İlaç atıkları, düşük konsantrasyonlarda bile canlılar üzerinde böbrek yetmezliği, hormonal bozulmalar ve üreme problemleri gibi zararlı etkilere yol açabilmekte, aynı zamanda antimikrobiyal direnç gibi halk sağlığı açısından kritik bir sorunun gelişimine katkı sağlamaktadır. Bu durum, sürdürülebilirlik perspektifinden hem sağlık hem de çevre politikalarının yeniden şekillendirilmesini gerekli kılmaktadır.

Bu çalışma, sürdürülebilir ilaç tüketimi kavramını çok boyutlu olarak ele almakta ve konuyla ilgili mevcut literatür taraması üzerinden çözüm önerilerini değerlendirmektedir. Araştırmada, ilaçların çevresel etkileri, ilaç atıklarının bertarafı, yeşil kimya yaklaşımları, eczacılık sektörünün ve tedarik zincirinin rolü ile bireylerin ve sağlık çalışanlarının farkındalık düzeylerinin artırılmasına yönelik eğitim stratejileri detaylı olarak incelenmiştir. Ayrıca, ilaç üretimi ve tüketimi sürecinde çevresel etkilerin azaltılması adına uygulanabilecek iyi uygulama örneklerine ve politika önerilerine de yer verilmiştir.

Bu kapsamlı yaklaşım, yalnızca çevre sağlığının korunması açısından değil, aynı zamanda toplum sağlığının sürdürülebilirliği ve sağlık sistemlerinin mali olarak dengelenmesi açısından da stratejik öneme sahiptir. Çalışmanın bulguları, politika yapıcılar, sağlık profesyonelleri ve tüketicilere yönelik olarak sürdürülebilir ilaç tüketimini teşvik edici adımların geliştirilmesine katkı sunmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir ilaç tüketimi, Çevresel etkiler, İlaç atıkları, Yeşil eczacılık, Sağlık politikaları

[1]Öğretim Görevlisi, Yozgat Bozok Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Eczane Hizmetleri Programı, Yozgat, Türkiye, z.canberk.ozturk@yobu.edu.tr, https://orcid.org/0009-0001-8453-1751
[2]Öğretim Görevlisi, Yozgat Bozok Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Eczane Hizmetleri Programı, Yozgat, Türkiye, h.beyza.baskal@yobu.edu.tr, https://orcid.org/0009-0002-6004-7196
[3]PhD Yozgat Bozok Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Eczane Hizmetleri Programı, Yozgat, Türkiye, gokhan_dogukan_akarsu@hotmail.com, https://orcid.org/0000-0002-6586-5748,

1. Giriş

Günümüzde insan faaliyetleri sonucu meydana gelen iklim değişikliği sebebiyle sürdürülebilirlik konusuna karşı farkındalık artmıştır. Sürdürülebilirlik, ekosistemi ve diğer türlerin yaşamlarını ve günümüz bireylerinin ihtiyaçlarını sonraki nesillerin ihtiyaçlarını da göz önünde bulundurarak karşılaması olarak tanımlanabilir. Hem bireylerin hem de işletmelerin sürdürülebilir faaliyetler yürütmesi karbon ayak izini azaltmak için önemli bir husustur (Dönmez ve Taşkın, 2023).

2001'de küresel ilaç pazarı 390 milyar USD iken 2021 yılına gelindiğinde 1.42 trilyon USD'na ulaşmıştır (Mikulıc, 2022). Sürdürülebilirlik, tüm sektörler için önemli olduğu gibi ilaç tüketiminin ve üretiminin çevreye olan etkisini göz önünde bulundurmak açısından ilaç endüstrisi için de önemlidir (Dönmez ve Taşkın, 2023).

İlaçların çevresel risk oluşturduğu 1990'larda tespit edilmiştir ve aktif ilaç bileşenleri (API) toprakta, havada, kanalizasyon, yüzey ve yeraltı suyunda farklı konsantrasyonlarda bulunmaktadır (Küster ve Adler, 2014). İlaç atıkları çok düşük konsantrasyonlarda bile hayvanlar üzerinde böbrek yetmezliği, üreme bozukluğu gibi zararlı etkilere neden olabilmektedir (Swan ve ark., 2006; Nash ve ark., 2004; Ebert ve ark., 2011). Aynı zamanda ilaç atıkları 21. yüzyılın en büyük halk sağlığı sorunlarından biri olarak kabul edilen antimikrobiyal direncin gelişmesiyle de ilişkilendirilmiştir (UN Environment Programme, 2017). İlaçlar atık su arıtma sistemlerinden, su ürünleri yetiştiriciliği tesislerinden, tarlalardan akan sulardan ve biyokatı ve gübre uygulamaları sırasında katı maddelere salınarak çevreye yayılmaktadır (Bexfield ve ark., 2019).

Yıllardır, API'lerin atık su, içme suyu, tatlı su ve deniz suyundaki (Mezzelani ve ark., 2018; Ojemaye ve Petrik, 2019; Larsson, 2014; Fabbri ve Franzellitti, 2016; Fang ve ark., 2019; Kot-Wasik ve ark., 2016; Aydin ve ark., 2019), ve topraktaki (Larsson, 2014) varlığını belirlemek ve çevre üzerindeki etkilerini değerlendirmek için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. API'lerin sudaki varlığı çevre üzerinde daha geniş bir etkiye sahip olabilir (Fang ve ark., 2019). API'lere maruz kalma süresi, deniz ve tatlı sudaki konsantrasyonu düşük de olsa, ekosistem üzerinde ciddi rol oynamaktadır (Mezzelani ve ark., 2018; Gunnarsson ve ark., 2019; Larsson, 2014).

Çevreye yayılan API'ler arasında; antibiyotikler (Fabbri ve Franzellitti, 2016; Fang ve ark., 2019; Kot-Wasik ve ark., 2016) anti-inflamatuar ve analjezikler (Mezzelani ve ark., 2018; Fabbri ve Franzellitti, 2016; Fang ve ark., 2019; Kot-Wasik ve ark., 2016; Aydin ve ark., 2019) hormonlar (Gyllenhammar ve ark., 2009), antihipertansifler (Mezzelani ve ark., 2018; Fabbri ve Franzellitti, 2016; Kot-Wasik ve ark., 2016) ve antikonvülzanlar (Mezzelani ve ark., 2018; Fabbri ve Franzellitti, 2016; Fang ve ark., 2019; Kot-Wasik ve ark., 2016) yer almaktadır.

30 yıldır ilaç endüstrisi, ilaç ürünlerinin çevre üzerindeki etkisini gözlemlemektedir (Nawrat, 2018). Bu duruma artan farkındalık, yeşil sentetik yöntemlerin ortaya çıkmasına yol açmıştır (Gernaey ve ark., 2012; Braun ve ark., 2018; Braun ve ark., 2019; Braun ve ark., 2020). Paul Anastas tarafından 1991'de tanıtılan Yeşil Kimya, " kimyasal ürünlerin tasarımında , üretiminde ve uygulamasında tehlikeli maddelerin kullanımını veya üretimini azaltan veya ortadan kaldıran bir dizi ilkenin kullanımı" olarak tanımlanmaktadır (Anastas ve Warner, 1998; Tundo ve ark., 2000; Walley ve Whitehead, 1994). Atık su ve kanalizasyonun arıtılması ve uygun paket boyutunun üretilmesi de ilaç üretiminin çevresel etkisini azaltmak için uygulanabilecek önlemlerdendir.

İlaçların çevre üzerindeki etkisini azaltmak için eczacılar ve ilaç depoları da ciddi rol oynamaktadır. İlaç depolarının alabileceği önlemler arasında uygun ilaç depolama, stok sayımı ve ilaç israfını önlemek

için rotasyon yer almaktadır (Xie ve Breen, 2012). Eczacılarının çevre korumadaki rolü ise ilaçların son kullanma tarihi geçerek israf olmasını önlemek için ilk giren ilk çıkar uygulamasını kullanarak stok rotasyonunu sağlamasıdır. Ayrıca stok sayımı ile son kullanma tarihi geçen ilaçlar belirlenerek kaynakların israfına yol açabilecek gereksiz ilaç siparişlerinin önlenmesi de eczacıların kendi işletmelerinde alabileceği önlemler arasındadır (Bartolo ve ark., 2021).

Hem eczacılar hem de tüketiciler olmak üzere toplumun bilinçlendirilmesi de ilaçların çevresel etkisini azaltmak için önemli bir husustur. Eczacılık sektörleri içinde yeşil uygulamaların hayata geçirilmesi halihazırda farklı üniversitelerin müfredatına dahil edilmiştir (Gruenberg, ve ark., 2017; Sammut Bartolo ve ark., 2017). Tüketiciler, ilaç israfını önlemek için, ilaçların kullanılmadığı taktirde istiflemesinden caydırılmalıdır (Xie ve Breen, 2012). Ayrıca, kullanılmayan ve son kullanma tarihi geçmiş ilaçların doğru şekilde saklanması ve atılması konusunda da eğitilmelidirler (Bartolo ve ark., 2021).

Bu bağlamda, sürdürülebilir ilaç tüketiminin teşvik edilmesi, yalnızca çevresel kirliliğin azaltılması açısından değil, aynı zamanda toplum sağlığının korunması ve ekonomik kaynakların daha verimli kullanılması açısından da büyük önem taşımaktadır. Ancak, bu sürecin etkin bir şekilde yönetilebilmesi için bireylerin, sağlık çalışanlarının, ilaç üreticilerinin ve politika yapıcıların iş birliği içinde hareket etmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, literatürdeki mevcut verileri inceleyerek sürdürülebilir ilaç tüketiminin farklı boyutlarını ele almakta ve bu alanda geliştirilebilecek stratejilere ışık tutmayı amaçlamaktadır.

2. Yöntem

Bu araştırmada, sürdürülebilir ilaç tüketimi ile ilgili mevcut literatürü inceleyerek ilaçların çevresel etkilerini, bu etkilerin azaltılmasına yönelik çözüm önerilerini ve sürdürülebilir ilaç yönetimi stratejilerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Çalışma kapsamında, güncel bilimsel yayınlar, uluslararası kuruluşların raporları ve sektörel analizler taranarak konuya ilişkin kapsamlı bir literatür araştırması yapılmıştır.

Literatür taraması, Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, Scopus ve Web of Science gibi uluslararası akademik veri tabanlarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, 2000 yılı ve sonrasında yayımlanmış makalelere öncelik verilmiş, ancak sürdürülebilir ilaç tüketimi, ilaç atıkları ve çevresel etkiler konusunda temel kabul edilen kaynaklar da incelenmiştir. Bu araştırma kapsamında kullanılan anahtar kelimeler arasında "sustainable pharmaceutical consumption," "pharmaceutical waste management," "active pharmaceutical ingredients (API) in environment," "green chemistry in pharmaceuticals" ve "pharmaceutical supply chain sustainability" gibi terimler yer almaktadır.

Çalışmada, sürdürülebilir ilaç tüketimi konusunda literatürde yer alan bulgular tematik olarak sınıflandırılmış ve şu başlıklar altında incelenmiştir:

1- İlaçların Çevresel Etkileri: İlaç bileşenlerinin doğaya salınımı, su ve toprak kirliliği üzerindeki etkileri, ekosistem ve halk sağlığı açısından oluşturduğu riskler.
2- İlaç Atıklarının Yönetimi: Kullanılmış veya son kullanma tarihi geçmiş ilaçların bertaraf edilme yöntemleri ve dünya genelinde uygulanan politikalar.
3- Yeşil Kimya Uygulamaları: Çevre dostu ilaç üretim süreçleri, sürdürülebilir formülasyon stratejileri ve atık yönetimi yaklaşımları.
4- Eczacılar ve İlaç Dağıtım Kanallarının Rolü: İlaç tedarik zincirindeki aktörlerin sürdürülebilir ilaç tüketimine katkıları ve iyi uygulama örnekleri.

5- Bilinçlendirme ve Eğitim Çalışmaları: Hem sağlık profesyonellerine hem de tüketicilere yönelik farkındalık artırma stratejileri ve kamu politikaları.

Bu araştırmada, sürdürülebilir ilaç tüketimine yönelik mevcut durumun detaylı bir şekilde değerlendirilmesi ve literatürde önerilen çözüm yollarının karşılaştırmalı olarak ele alınması hedeflenmiştir. Bulguların değerlendirilmesinde, çalışmalardan elde edilen verilerin bilimsel güvenilirliğine ve metodolojik yeterliliğine dikkat edilmiştir. Özellikle bilimsel makaleler, Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Avrupa Çevre Ajansı (EEA), Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ve diğer ilgili kuruluşların raporları öncelikli kaynaklar olarak kullanılmıştır.

Bu çalışma, sürdürülebilir ilaç tüketimi konusunda mevcut bilgi birikimini bir araya getirerek, çevresel etkileri azaltmaya yönelik en etkili stratejileri ortaya koymayı amaçlamaktadır. Ayrıca, politika yapıcılar, sağlık profesyonelleri ve tüketiciler için öneriler geliştirilerek bu alandaki farkındalığın artırılması hedeflenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Bu derleme çalışmasında sürdürülebilir ilaç tüketimi ile ilgili literatür incelenerek ilaçların çevresel etkileri, ilaç atıklarının yönetimi, yeşil kimya uygulamaları, ilaç dağıtım kanallarının rolü ve bilinçlendirme çalışmaları gibi temel konular değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiştir:

3.1. İlaçların Çevresel Etkileri

Literatür, ilaç bileşenlerinin özellikle su kaynaklarına karışmasının önemli bir çevresel risk oluşturduğunu göstermektedir. Çalışmalar, antibiyotikler, hormonlar ve ağrı kesiciler gibi aktif farmasötik bileşenlerin (API), atık su arıtma tesislerinden tam olarak filtrelenemediğini ve bu durumun sucul ekosistemler üzerinde olumsuz etkiler yarattığını ortaya koymaktadır. Örneğin, bazı araştırmalarda atık sularda bulunan antibiyotiklerin mikroorganizmalarda antibiyotik direncini artırabileceği vurgulanmaktadır (Mutuku ve ark., 2022; Baquero ve ark., 2008)

Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, ilaç atıklarının uygun şekilde bertaraf edilmemesi, hem ekosistem hem de halk sağlığı açısından ciddi tehdit oluşturmaktadır. Ayrıca, veteriner ilaçlarının toprağa ve suya karışması, tarımsal üretimi ve hayvan sağlığını etkileyen bir başka önemli faktör olarak değerlendirilmektedir (Bouki ve ark., 2013).

3.2. İlaç Atıklarının Yönetimi

Dünya genelinde ilaç atıklarının bertaraf edilmesi konusunda farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Avrupa Birliği ve ABD gibi bölgelerde, kullanılmayan ilaçların eczaneler aracılığıyla toplanmasını teşvik eden programlar mevcuttur. Buna karşın, birçok ülkede bu tür sistemlerin yeterince etkin olmadığı ve bireylerin kullanmadıkları ilaçları genellikle çöpe attığı veya lavaboya döktüğü bildirilmektedir Wieczorkiewicz ve ark., 2013; Rogowska ve ark., 2022).

Bazı ülkeler, eczanelerde ilaç iade sistemleri oluşturarak bu sorunu çözmeye çalışmaktadır. Ancak, bu sistemlerin etkinliği konusunda ülkeler arasında büyük farklılıklar bulunmaktadır. Literatürde, ilaç atıklarının geri dönüşümü veya çevreye zarar vermeyecek şekilde bertaraf edilmesi için daha kapsamlı düzenlemelere ihtiyaç duyulduğu vurgulanmaktadır (Chong ve ark., 2022; Coma ve ark.,2008).

3.3. Yeşil Kimya Uygulamaları ve Çevre Dostu Üretim

Son yıllarda, farmasötik endüstride çevre dostu üretim süreçleri geliştirmeye yönelik çalışmalar artmıştır. Yeşil kimya prensipleri doğrultusunda geliştirilen biyobozunur ilaçlar ve sürdürülebilir sentez yöntemleri, çevresel kirliliği azaltmada etkili olabilir. Özellikle çözücü kullanımının azaltılması, enerji verimli üretim yöntemlerinin benimsenmesi ve toksik olmayan ham maddelerin kullanımı gibi stratejiler, farmasötik üretimde giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Ciriminna ve ark., 2013; Kar ve ark., 2021).

Bununla birlikte, bu uygulamaların yaygınlaştırılması için yasal düzenlemelerin ve teşvik mekanizmalarının güçlendirilmesi gerekmektedir. Mevcut çalışmalar, birçok ilaç üreticisinin sürdürülebilir üretim yöntemlerine geçiş yapmaya başladığını, ancak sektör genelinde bu dönüşümün henüz yeterince hızlı gerçekleşmediğini göstermektedir.

3.4. İlaç Dağıtım Kanallarının ve Eczacıların Rolü

Eczaneler, sürdürülebilir ilaç tüketimi konusunda kritik bir role sahiptir. Literatürde, eczacıların hastaları ilaçların doğru kullanımı ve atık yönetimi hakkında bilgilendirmesinin sürdürülebilir tüketimi teşvik edebileceği belirtilmektedir. Özellikle ilaçların gereksiz kullanımının önlenmesi, dozaj hatalarının azaltılması ve bireylerin bilinçli ilaç tüketimi konusunda eğitilmesi, hem sağlık hem de çevresel açıdan olumlu sonuçlar doğurabilir (Camilo ve ark., 2023).

Bununla birlikte, yapılan araştırmalar, birçok ülkede eczacıların ilaç atık yönetimi konusunda yeterince bilgilendirilmediğini ve bu nedenle aktif rol oynayamadığını göstermektedir. Literatür, eczanelerin ilaç toplama programlarına dahil edilmesi ve eczacıların bu süreçte daha etkin hale getirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Pitard ve ark., 2025).

3.5. Bilinçlendirme ve Eğitim Çalışmaları

Sürdürülebilir ilaç tüketimi konusunda yapılan çalışmalar, bireylerin ilaç atıklarını nasıl bertaraf edecekleri konusunda yeterli bilgiye sahip olmadığını göstermektedir. Bu durum, bilinçlendirme kampanyalarının önemini ortaya koymaktadır. Örneğin, bazı ülkelerde uygulanan eğitim programları ve medya kampanyaları sayesinde bireylerin ilaç atıklarını çevreye zarar vermeyecek şekilde bertaraf etme eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir

Literatürde, özellikle okullarda, hastanelerde ve eczanelerde farkındalık çalışmalarının artırılması gerektiği ifade edilmektedir. Ayrıca, sağlık çalışanlarının sürdürülebilir ilaç yönetimi konusunda daha fazla eğitilmesi, bireylerin bilinçlendirilmesine katkı sağlayacaktır (Shahbahrami ve ark., 2024).

Çalışmalar, sürdürülebilir ilaç tüketiminin hem çevresel hem de ekonomik açıdan büyük önem taşıdığını göstermektedir. Ancak, bu alandaki politikaların yeterince etkin olmadığı, ilaç atıklarının yönetimi konusunda küresel düzeyde ortak standartların geliştirilmesi gerektiği belirtilmektedir. Ayrıca, bireylerin ve sağlık profesyonellerinin bilinçlendirilmesi, eczacıların sürece daha fazla dahil edilmesi ve yeşil kimya uygulamalarının yaygınlaştırılması gibi stratejiler, ilaç tüketiminin sürdürülebilir hale getirilmesi için kritik öneme sahiptir.

Bu bulgular, sürdürülebilir ilaç tüketimi konusunda daha kapsamlı araştırmalara ve multidisipliner iş birliklerine ihtiyaç olduğunu göstermektedir. İlaç kalıntıları akan sulara ve tarımsal üretim alanlarına karıştığı takdirde büyük çevresel sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Örnek verecek olursak literatürde antibiyotiklerin su kaynaklarına karışması mikroorganizmalar üzerinde antibiyotik direnci gelişmesine

neden olduğu belirtilmektedir (Kümmerer,2009). Bunun yanında steroid ve hormon yapılı ilaçların suya karıştırdığı takdirde canlıların üreme yeteneklerinde bozulmalar gözlemlendiği bilgisi yine literatürde mevcuttur (Fatta-Kassinos ve ark. 2011).

Dünya çapında ilaç harcamalarının IQVIA verilerine göre 2023 yılında yaklaşık 1,5 trilyon dolara ulaştığı tahmin edilmektedir (IQVIA,2023). Bu meblağ, sağlık sigorta sistemlerine ciddi bir ekonomik yük getirmektedir. Aşırı ve gereksiz ilaç kullanımının kaynakların gereksiz kullanımına sebep olduğu düşünülmektedir.

Bütün bunların yanı sıra Dünya Sağlık Örgütü'ne göre antibiyotik direnci insan sağlığı için gelecekte çok büyük bir risk teşkil etmektedir (WHO,2022). Antibiyotiklerin yanlış ve gereksiz yere kullanımları dirençli enfeksiyonların gelişmesine neden olarak sağlıkta sürdürülebilirliği tehlikeye sokmaktadır. Bunlar ve bunlar gibi örnekler sürdürülebilir ilaç tüketiminin önemini açıkça ortaya koymaktadır.

4. Sonuç

Mevcut sorunlar açısından irdeleyecek olursak gereksiz reçetelendirme ve hastaların bilinçsiz ilaç tüketimleri hem ekonomik hem de çevresel sorunlara yol açmaktadır (Ventola,2015). Ülkemizde yapılan bir çalışmada bireylerin %42,2'sinin ilaç kullanıp kullanmamaya kendisinin karar verdiği gözlemlenmektedir (Akarsu,2023). Türkiye ilaç pazarı 2023'de değer ölçeğinde 211 milyar TL'ye hacim ölçeğinde ise 2,67 milyar kutuya ulaşmıştır (İEİS, 2023)(Şekil 1). Bu veriler göz önünde bulundurularak ülkemizde kişi başına kutu olarak ilaç tüketimi yaklaşık 31 kutudur ve bu rakam oldukça yüksektir. Kişi başına Türk Lirası olarak da yaklaşık 2482 ₺'lik bir işlem hacmi olduğu gözlemlenmektedir.

Şekil 1: XXX

İlaçların doğru şekilde imhalarının yapılmaması ilaç atıklarının doğrudan çevreye karışmasına yol açmaktadır ve bu durumda ciddi bir çevresel birikim gerçekleşerek toksik etki riski ortaya çıkmaktadır (Boxall ve ark. 2012).

Halkın ve sağlık çalışanlarının ilaç kullanımı hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması sonucu sürdürülebilirlik kavramı tehlikeye girmektedir (Ekedahl, 2006).

5. Öneriler

Gereksiz ilaç kullanımının zararları, ilaç atıklarının doğru bir şekilde imha edilmemesinin doğuracağı çevresel sonuçlar, antibiyotik direnci sonucu ortaya çıkacak sorunlar ve akılcı ilaç kullanımı gibi konular üzerinde durularak toplumun her kesimini ilgilendirecek eğitim programları düzenlenebilir ve kamu spotları hazırlanarak halkın bilinçlendirilmesi sağlanabilir.

Çevre dostu çevrede kendiliğinden imhasını gerçekleştiren biyobozunur ilaç formülasyonları geliştirilebilir (Kümmerer, 2007; Eskitoros-Togay ve ark., 2019).

Ülkemizde de halihazırda kullanılmakta olan elektronik reçete uygulamaları gereksiz ilaç tüketiminin önüne geçmeyi sağlayabilir (Mason ve ark., 2019). Bu uygulamanın ülkemizdeki kamu veya özelde çalışan tüm hekimlerin kullanması teşvik edilmeli ve böylece ilaç tüketiminin izlenebilir olması sağlanmalıdır.

İlaç atıklarının doğru şekilde imhalarının yapılabilmesi için belediyeler, eczacı odaları, hastaneler, serbest eczaneler özelinde iş birliği protokolleri hazırlanarak atık toplama alanları oluşturulabilir ve bu ilaçların doğru şekilde imha edilmesi sağlanabilir. Bu konuda ülkemizde örnek olabilecek işbirlikleri mevcuttur.

Tüm bunların yanı sıra farmasötik endüstrinin çevresel sorumluluklarını arttıran yasal düzenlemeler yapılabilir ve reçetesiz ilaç kullanımını azaltacak birtakım düzenlemeler yapılabilir.

Teknolojik gelişme ve değişimler sürdürülebilir ilaç tüketimi açısından yeni fırsatlar ortaya koyabilmektedir. Yapayzeka teknolojileri bireylerin ilaç kullanım alışkanlıklarını analiz ederek kişiselleştirilmiş çözüm önerileri sunabilir (Topol, 2019). Ortaya çıkan bu raporlama sayesinde hekimlere tavsiye niteliğinde bir rapor sunulabilir.

Karbon ayak izini azaltmayı hedefleyen ilaç şirketleri, sürdürülebilir tedarik zinciri stratejileri uygulayarak çevresel etkilerini azaltabilir ve sürdürülebilir ilaç tüketimi politikalarının küresel sağlık sistemleri üzerinde standart hale getirilmesi yönünde birtakım adımlar atılabilir.

Dünyada örnekleri bulunan kutu şeklinde değil de hekimin uygun gördüğü tedavi süresi kadar günlük ilaç hastalara verilebilir.

Sonuç olarak sürdürülebilir ilaç tüketimi, çevresel etkilerin azaltılması, sağlık sigorta sistemlerine düşen maliyetlerinin iyileştirilmesi ve toplum sağlığını koruma konuları açısından oldukça büyük bir öneme sahiptir. Eğitim, politika değişiklikleri, teknolojik yenilikler ve bireysel farkındalık oluşturularak bu alanda bir ilerleme sağlanması olasıdır. Küresel iş birliği ve multidisipliner yaklaşımların sayesinde sürdürülebilir bir ilaç tüketimi açısından büyük bir ilerleme sağlanacağı düşünülmektedir.

Kaynakça

Akarsu, G. D. (2023). Determination of medicine addiction dimension in young adults. Journal of Addiction Research and Adolescent Behaviour, 6(1). https://doi.org/10.31579/2688-7517/067

Anastas, P. T., & Warner, J. C. (1998). Principles of green chemistry. Green chemistry: Theory and practice, 29, 14821-42.

Aydin, S., Aydin, M. E., & Ulvi, A. (2019). Monitoring the release of anti-inflammatory and analgesic pharmaceuticals in the receiving environment. Environmental Science and Pollution Research, 26, 36887-36902.

Baquero, F., Martínez, J. L., & Cantón, R. (2008). Antibiotics and antibiotic resistance in water environments. Current opinion in biotechnology, 19(3), 260-265.

Bartolo, N. S., Azzopardi, L. M., & Serracino-Inglott, A. (2021). Pharmaceuticals and the environment. Early Human Development, 155, 105218.

Bexfield, L. M., Toccalino, P. L., Belitz, K., Foreman, W. T., & Furlong, E. T. (2019). Hormones and pharmaceuticals in groundwater used as a source of drinking water across the United States. Environmental science & technology, 53(6), 2950-2960.

BIO Intelligence Service, Study on the environmental risks of medicinal Products FINAL REPORT. (14/03/2025'de erişildi)]. Çevrimiçi olarak şurada mevcuttur: https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/files/environment/study_environment.pdf (2013).

Bouki, C., Venieri, D., & Diamadopoulos, E. (2013). Detection and fate of antibiotic resistant bacteria in wastewater treatment plants: a review. Ecotoxicology and environmental safety, 91, 1-9.

Boxall, A. B., Rudd, M. A., Brooks, B. W., Caldwell, D. J., Choi, K., Hickmann, S., ... & van der Kraak, G. (2012). Pharmaceuticals and personal care products in the environment: what are the big questions? Environmental Health Perspectives, 120(9), 1221-1229.

Braun, M. G., Díaz-Rodríguez, A., Diorazio, L., Fei, Z., Fraunhoffer, K., Hayler, J., ... & Yin, J. (2018). Green chemistry articles of interest to the pharmaceutical industry. Organic Process Research & Development, 22(12), 1699-1711.

Braun, M. G., Díaz-Rodríguez, A., Diorazio, L., Fei, Z., Fraunhoffer, K., Hayler, J., ... & Yin, J. (2019). Green Chemistry Articles of Interest to the Pharmaceutical Industry. Organic Process Research & Development, 23(6), 1118-1133.

Braun, M. G., Diorazio, L., Fraunhoffer, K., Hayler, J., Hickey, M., Latham, J., ... & Yin, J. (2020). Green chemistry articles of interest to the pharmaceutical industry. Organic Process Research & Development, 24(3), 334-346.

Camilo, C. B. A. (2023). The Role of the Community Pharmacist in Sustainable Use of Medication (Master's thesis, Universidade de Lisboa (Portugal)).

Chong, K. M., Rajiah, K., Chong, D., & Maharajan, M. K. (2022). Management of medicines wastage, returned medicines and safe disposal in Malaysian community pharmacies: A qualitative study. Frontiers in Medicine, 9, 884482.

Ciriminna, R., & Pagliaro, M. (2013). Green chemistry in the fine chemicals and pharmaceutical industries. Organic Process Research & Development, 17(12), 1479-1484.

Coma, A., Modamio, P., Lastra, C. F., Bouvy, M. L., & Mariño, E. L. (2008). Returned medicines in community pharmacies of Barcelona, Spain. Pharmacy World & Science, 30, 272-277.

Dönmez, N., & Taşkın, T. (2023). İşletmelerin çevresel duyarlılıklarının sürdürülebilirlik raporlarına yansıma düzeyi: İlaç endüstrisinde kurumsal sürdürülebilirlik raporlarının İçerik analizi. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, (75), 221-241.

Ebert, I., Bachmann, J., Kühnen, U., Küster, A., Kussatz, C., Maletzki, D., & Schlüter, C. (2011). Toxicity of the fluoroquinolone antibiotics enrofloxacin and ciprofloxacin to photoautotrophic aquatic organisms. Environmental toxicology and chemistry, 30(12), 2786-2792.

Ekedahl, A. B. (2006). Reasons why medicines are returned to Swedish pharmacies unused. Pharmacy World & Science, 28(6), 352-358.

Eskitoros-Togay, Ş. M., Bulbul, Y. E., Tort, S., Korkmaz, F. D., Acartürk, F., & Dilsiz, N. (2019). Fabrication of doxycycline-loaded electrospun PCL/PEO membranes for a potential drug delivery system. International journal of pharmaceutics, 565, 83-94.

Fabbri, E., & Franzellitti, S. (2016). Human pharmaceuticals in the marine environment: focus on exposure and biological effects in animal species. Environmental toxicology and chemistry, 35(4), 799-812.

Fang, W., Peng, Y., Muir, D., Lin, J., & Zhang, X. (2019). A critical review of synthetic chemicals in surface waters of the US, the EU and China. Environment international, 131, 104994.

Fatta-Kassinos, D., Vasquez, M. I., Kümmerer, K., et al. (2011). Transformation products of pharmaceuticals in surface waters and wastewater formed during photolysis and advanced oxidation processes – degradation, elucidation of byproducts and assessment of their biological potency. Chemosphere, 85(5), 693-709.

Gernaey, K. V., Cervera-Padrell, A. E., & Woodley, J. M. (2012). A perspective on PSE in pharmaceutical process development and innovation. Computers & chemical engineering, 42, 15-29.

Gruenberg, K., Apollonio, D., MacDougall, C., & Brock, T. (2017). Sustainable pharmacy: piloting a session on pharmaceuticals, climate change, and sustainability within a US pharmacy curriculum. Innovations in pharmacy, 8(4).

Gunnarsson, L., Snape, J. R., Verbruggen, B., Owen, S. F., Kristiansson, E., Margiotta-Casaluci, L., ... & Tyler, C. R. (2019). Pharmacology beyond the patient–The environmental risks of human drugs. Environment international, 129, 320-332.

Gyllenhammar, I., Holm, L., Eklund, R., & Berg, C. (2009). Reproductive toxicity in Xenopus tropicalis after developmental exposure to environmental concentrations of ethynylestradiol. Aquatic Toxicology, 91(2), 171-178.

IQVIA Institute. (2023). The Global Use of Medicines: Outlook through 2027.

İlaç Endüstrisi İşverenler Sendikası. (2023). Dünya ve Türkiye İlaç Pazarı. https://www.ieis.org.tr/tr/dunya-ve-turkiye-ilac-pazari

Kar, S., Sanderson, H., Roy, K., Benfenati, E., & Leszczynski, J. (2021). Green chemistry in the synthesis of pharmaceuticals. Chemical Reviews, 122(3), 3637-3710.

Kot-Wasik, A., Jakimska, A., & Śliwka-Kaszyńska, M. (2016). Occurrence and seasonal variations of 25 pharmaceutical residues in wastewater and drinking water treatment plants. Environmental monitoring and assessment, 188, 1-13.

Kümmerer, K. (2007). Sustainable from the very beginning: rational design of molecules by life cycle engineering as an important approach for green pharmacy and green chemistry. Green Chemistry, 9(8), 899-907.

Kümmerer, K. (2009). The presence of pharmaceuticals in the environment due to human use – present knowledge and future challenges. Journal of Environmental Management, 90(8), 2354-2366.

Küster, A., & Adler, N. (2014). Pharmaceuticals in the environment: scientific evidence of risks and its regulation. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 369(1656), 20130587.

Larsson, D. J. (2014). Pollution from drug manufacturing: review and perspectives. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 369(1656), 20130571.

Mason, J. D., et al. (2019). Impacts of electronic prescribing on patient safety and workflow. British Journal of General Practice, 69(681), e411-e419.

Mezzelani, M., Gorbi, S., & Regoli, F. (2018). Pharmaceuticals in the aquatic environments: evidence of emerged threat and future challenges for marine organisms. Marine environmental research, 140, 41-60.

Mikulıc, M. (2022). Pharmaceutical market: Worldwide revenue 2001-2021. Erişim Adresi https://www.statista.com/statistics/263102/pharmaceutical-market-worldwide-revenuesince-2001/

Mutuku, C., Gazdag, Z., & Melegh, S. (2022). Occurrence of antibiotics and bacterial resistance genes in wastewater: resistance mechanisms and antimicrobial resistance control approaches. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 38(9), 152.

Nash, J. P., Kime, D. E., Van der Ven, L. T., Wester, P. W., Brion, F., Maack, G., ... & Tyler, C. R. (2004). Long-term exposure to environmental concentrations of the pharmaceutical ethynylestradiol causes reproductive failure in fish. Environmental health perspectives, 112(17), 1725-1733.

Nawrat, A. (2018). Pharma and the environment: why pollution remains a worrying trend.

Ojemaye, C. Y., & Petrik, L. (2019). Pharmaceuticals in the marine environment: a review. Environmental Reviews, 27(2), 151-165.

Pitard, M., Rouvière, N., Leguelinel-Blache, G., & Chasseigne, V. (2025). Contribution of hospital pharmacists to sustainable healthcare: a systematic review. European Journal of Hospital Pharmacy, 32(2), 100-105.

Rogowska, J., & Zimmermann, A. (2022). Household pharmaceutical waste disposal as a global problem—a review. International journal of environmental research and public health, 19(23), 15798.

Sammut Bartolo, N., Vella, J., Serracino-Inglott, A., & Azzopardi, L. M. (2017). Incorporation of green principles in pharmacy education.

Shahbahrami, E., Kalhor, R., Amerzadeh, M., Hasani, M., & Kiani, M. (2024). A dynamic management model for sustainable drug supply chain in hospital pharmacies in Iran. BMC Health Services Research, 24(1), 1205.

Swan, G., Naidoo, V., Cuthbert, R., Green, R. E., Pain, D. J., Swarup, D., ... & Wolter, K. (2006). Removing the threat of diclofenac to critically endangered Asian vultures. PLoS biology, 4(3), e66.

Topol, E. (2019). Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again. Basic Books.

Tundo, P., Anastas, P., Black, D. S., Breen, J., Collins, T. J., Memoli, S., ... & Tumas, W. (2000). Synthetic pathways and processes in green chemistry. Introductory overview. Pure and Applied Chemistry, 72(7), 1207-1228.

UN Environment Programme, Emerging Issues of Environmental Concern [(14/03/2025'de erişildi)]. Çevrimiçi olarak şurada mevcuttur: https://www.unep.org/resources/frontiers-2017-emerging-issues-environmental-concern .

Ventola, C. L. (2015). The antibiotic resistance crisis: part 1: causes and threats. Pharmacy and Therapeutics, 40(4), 277-283.

Walley, N., & Whitehead, B. (1994). It's not easy being green. Reader in Business and the Environment, 36(81), 4.

Wieczorkiewicz, S. M., Kassamali, Z., & Danziger, L. H. (2013). Behind closed doors: medication storage and disposal in the home. Annals of Pharmacotherapy, 47(4), 482-489.

World Health Organization (WHO). (2018). Antimicrobial resistance: global report on surveillance.

World Health Organization (WHO). (2022). Antimicrobial resistance: a priority for global health.

Xie, Y., & Breen, L. (2012). Greening community pharmaceutical supply chain in UK: a cross boundary approach. Supply chain management: an international journal, 17(1), 40-53.

HİTİT GÖLPINAR BARAJI ÖRNEĞİ ÜZERİNDEN ESKİ ÇAĞ'DA SU YÖNETİMİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Aslı Kahraman Çınar[1]
Osman Keçeli[2]

Özet

Hititler, M.Ö. 17. yüzyılda Orta Anadolu'da kurdukları merkezî devlet yapısıyla yalnızca siyasi ve askerî alanda değil, aynı zamanda su mühendisliği ve kaynak yönetimi konularında da çağın ötesinde bir uygarlık olduklarını göstermişlerdir. Su, Hititler için yalnızca yaşamsal değil; aynı zamanda kutsal, ritüel ve politik işlevler taşıyan çok boyutlu bir unsur olarak kabul edilmiştir. Bu yaklaşım, su yönetiminin hem teknik altyapı hem de kültürel ve dinî anlayışla birlikte düşünülerek ele alındığını göstermektedir.

Alaca Höyük'te inşa edilen Gölpınar Hitit Barajı, yaklaşık 3250 yıl öncesine tarihlenmekte ve taş-kil dolgu tekniği, savak yapıları, depolama havuzu gibi unsurlarıyla Hititlerin gelişmiş mühendislik bilgisini yansıtmaktadır. Barajın hem suyu kontrollü biçimde yönlendirmesi hem de tarımsal üretimi desteklemesi, onun dönemin ihtiyaçlarına duyarlı ve uzun ömürlü bir çözüm sunduğunu göstermektedir. Suyun doğal akışına müdahale etmeyen yapısı, doğal malzeme kullanımı ve işlevselliğini yitirmeden günümüze ulaşması, sürdürülebilir mühendislik örneğidir.

Barajın 2000'li yıllarda yeniden işler hâle getirilmesi, günümüz sürdürülebilir su yönetimi ve kültürel miras koruma anlayışlarıyla da örtüşmektedir. Hem sulama sistemi olarak kullanılması hem de arkeopark düzenlemeleriyle halka açılması, onun çok katmanlı bir işlev kazandığını ortaya koymaktadır. Gölpınar Barajı, tarihsel, ekolojik ve kültürel sürdürülebilirliğin buluştuğu bütüncül bir model sunmaktadır.

Aynı zamanda iklim değişikliğiyle mücadele, kırsal kalkınma, doğal kaynakların korunması ve yerel halkın bilinçlendirilmesi gibi güncel hedeflerle de örtüşen bu yaklaşım, geçmişle bugünü birbirine bağlayan bir sürdürülebilirlik vizyonunu temsil etmektedir. Gölpınar örneği, yalnızca arkeolojik değil; aynı zamanda sosyo-ekolojik bir miras olarak değerlendirilmelidir.

[1]Dr. Öğretim Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, asli.kahraman@yobu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0969-7222

[2]Yüksek Lisans Öğrencisi, Yozgat Bozok Üniversitesi, 91120124014@ogr.bozok.edu.tr, ORCID: 0009-0003-4095-9216

1. Giriş

Hititler, M.Ö. 17. yüzyılın başlarında Orta Anadolu'da tarih sahnesine çıkmış ve yaklaşık beş yüzyıl boyunca siyasal, askerî ve kültürel bir güç olarak varlık göstermişlerdir. Başkentleri Hattuşa olan bu uygarlık, günümüzde Çorum ili sınırlarında yer almaktadır (Doğan-Alparslan & Alparslan, 2019, s. 11) ve oldukça gelişmiş bir kent planlaması, mimari teknik ve bürokratik yapılanma sergilemektedir.

Anadolu tarihinin erken evresinde, M.Ö. 2000–1750 yılları arasında, Orta ve Doğu Anadolu'da Hatti ve Hitit beylikleri egemendi. Hitit Devleti'nin kuruluş süreci, Anadolu'nun yerli halkı olan Hattiler ile Hititlerin etkileşimi sonucu şekillenmiştir. Hatti uygarlığının dilsel, dinî ve kültürel mirası, Hititler üzerinde derin izler bırakmıştır. Özellikle Eski Asur dönemine ait Kültepe metinlerinde geçen yer adları ve kişi adları, Hatti kültürünün Erken Hitit çağına kadar etkili olduğunu göstermektedir (Alp, 2000, s.2).

Hititler, bu dönemde Hatti beyliklerini birer birer ele geçirerek Orta ve Güney Anadolu'da merkezi bir yapı kurmuş ve M.Ö. 1750–1450 yılları arasında "Eski Hitit Krallığı" adı verilen, çok sayıda beylikten oluşan federal bir devlet meydana getirmiştir (Akurgal, 1984, s. 23).

Hititler, özellikle yazılı belgeler üretme, hukuki düzenlemeler yapma ve dinî yapıları ile kamusal alanlara su sağlayacak sistemler inşa etme konusunda gelişmiş bir devleti. Hititler yalnızca bir askeri güç değil; aynı zamanda zengin bir dinî ritüel geleneği, gelişmiş mühendislik bilgisi ve düzenli bir kent yaşamı kurabilmiş disiplinli bir toplumdur.

Bu bağlamda, su Hititler için yalnızca yaşamsal bir kaynak değil, aynı zamanda kutsal bir unsur olarak değerlendirilmiştir. Nehirler, pınarlar ve yeraltı suları tanrılarla ilişkilendirilmiş, tapınaklarla bütünleştirilmiş ve ritüel temizliğin temel unsuru hâline gelmiştir. Sümer kökenli suların Tanrıları Ea ve Damkina Bu nedenle su yönetimi, Hitit toplumunda hem ekonomik hem de dini işlevleri aynı anda taşıyan bir alana dönüşmüştür.

Bu çalışmanın amacı, Hititlerin Anadolu'daki yerleşim stratejileri ve su politikaları bağlamında Alaca Höyük'te yer alan Gölpınar Barajı'nı incelemektir. Hititlerin su kaynaklarını nasıl planladığı ve yönettiği, ayrıca Alaca Höyük Gölpınar Barajı'nın yalnızca bir su deposu olmanın ötesinde, daha geniş bir kültürel ve ideolojik işlev taşıyıp taşımadığı soruları çerçevesinde şekillenmektedir.

Bu çalışma, Hititlerin mühendislik ve su yönetimi anlayışını tarihsel kaynaklar ışığında, Eski Çağ'dan günümüze uzanan sürdürülebilirlik tartışmalarına tarihsel bir bakış açısı kazandırmayı hedeflemektedir.

2. Hititler ve Su Yönetimi

Su, eskiçağ uygarlıkları için yalnızca hayati bir kaynak değil, aynı zamanda tarımsal üretimin sürekliliğini sağlamak ve kentlerin sürdürülebilirliğini korumak için de stratejik bir unsurdu.Yalnızca günlük yaşamın devamlılığı için değil, aynı zamanda siyasi ve ekonomik yapının şekillenmesinde de belirleyici bir faktördü. Antik dünyada suya erişim, bir toplumun gücünü ve refahını belirleyen temel unsurlardan biri olarak görülmüş, bu nedenle su kaynaklarının yönetimi büyük bir titizlikle ele alınmıştır.

Tarih boyunca su, medeniyetlerin gelişiminde merkezî bir rol oynamıştır. Mezopotamya'da Sümerler, tarımı desteklemek için kanallar inşa etmiş, Antik Mısır'da Nil Nehri taşkınlarının kontrolü, üretim döngüsünü belirleyen temel etken olmuştur. Roma İmparatorluğu ise gelişmiş su kemerleri ve

kanalizasyon sistemleri ile suyun verimli kullanımını sağlamış, böylece büyük kentlerin sürdürülebilirliğini mümkün kılmıştır.

Suyun sürdürülebilir yönetimi, Eski Çağ toplumları için yalnızca tarımsal üretimi artırmakla kalmamış, aynı zamanda ekolojik dengenin korunmasını da sağlamıştır. Su kaynaklarının tükenmesini önlemek amacıyla geliştirilen sulama sistemleri ve barajlar, hem tarımsal verimi artırmış hem de yerleşim alanlarının su krizleriyle karşılaşmasını engellemiştir. Orta Anadolu'da siyasi faaliyet gösteren Hititler de suyu yalnızca bir doğal kaynak olarak görmemiş, onu kutsal bir varlık olarak değerlendirmiş ve suyla ilgili ritüeller geliştirmiştir.

Hitit inanç sisteminde su; arınma, yenilenme ve tanrılarla iletişim kurma aracıdır. Özellikle yeraltı suyu, pınar ve nehirler kutsal kabul edilmiş; tanrılarla ilişkili varlıklar olarak görülmüştür. Hitit metinlerinde geçen, riüteller suyun yalnızca doğa unsuru olarak değil, aynı zamanda kutsal düzenin taşıyıcısı olarak değerlendirildiğini göstermektedir. (Murat, 2020, s. 126)

Hitit dinî metinlerinde ve ritüel kayıtlarında, suyun tanrıların gazabını yatıştırmak veya arınma sağlamak amacıyla kullanıldığı görülmektedir. Örneğin hastalık, lanet ya da tanrıların öfkesinden arınmak için suyla ilişkili ritüeller uygulanmakta; suç ya da günahların fiziksel olarak su aracılığıyla beden ve toplumdan uzaklaştırılması amaçlanmaktadır. Bu anlayış, suyun yalnızca bireysel değil, aynı zamanda toplumsal arınma ve yeniden düzen kurma işlevi gördüğünü ortaya koyar.

Suyun bu çok katmanlı anlamı, mühendislik yapılarında da karşılık bulmuştur. Alaca Höyük Gölpınar Hitit Barajı gibi su yapılarına yalnızca teknik değil, ritüel bir değer de atfedildiği düşünülmektedir. Suya yön verme, onu toplama ve dağıtma eylemleri; tanrılarla uyumlu bir düzen kurma pratiği olarak yorumlanabilir. Bu nedenle baraj ve sulama sistemleri, yalnızca ekonomik ve çevresel değil, aynı zamanda dinsel meşruiyetin bir parçası olarak tasarlanmıştır.

Bu bağlamda, suyun kutsallığına dayalı anlayış; günümüzün su yönetimi modellerine kıyasla daha bütüncül bir yaklaşımı temsil etmektedir. Hititler suya teknik olduğu kadar ahlaki ve metafiziksel bir anlam da yükleyerek, doğal kaynaklarla kurdukları ilişkiyi yalnızca fayda temelli değil, aynı zamanda değer temelli bir zemine oturtmuşlardır. Bu yaklaşım, günümüzde doğayla daha etik ve dengeli bir ilişki kurmanın tarihsel örneklerinden biri olarak değerlendirilebilir. Bu yaklaşım, modern su yönetimi anlayışına da ışık tutmakta ve suyun korunmasına yönelik tarihsel bir perspektif sunmaktadır.

3. Alaca Höyük Hitit Barajı

Alacahöyük Barajı, Hititler dönemine tarihlenen ve bölgenin su yönetimiyle ilgili en önemli yapılarından biri olarak değerlendirilir. Hititler tarafından inşa edilmiş olup günümüze ulaşan en eski barajlardan biri olarak kabul edilir. Yaklaşık 3250 yıl önce yapılan bu baraj, Çorum'un Alacahöyük bölgesinde yer almaktadır.

Hitit kralı IV. Tuthaliya döneminde inşa edilen baraj, Anadolu'da bilinen en erken mühendislik yapılarından biri olarak kabul edilmektedir. Taş dolgu tekniğiyle inşa edilen bu barajın ortalama yüksekliği 2 metreyi bulmakta, doğu-batı doğrultusundaki genişliği ise yaklaşık 15 metreyi aşmaktadır. Yapının üst kısmındaki taşlar yumruk büyüklüğünde seçilmişken, alt bölümlerinde daha iri bloklar tercih edilmiştir. Baraj, herhangi bir bağlayıcı harç kullanılmadan örülmüş; geçirgenliği engellemek amacıyla aralara kil dolgusu yerleştirilmiştir. Merkezde yer alan ve tabanı kille kaplanmış olan depolama havuzunun genişliği 8 metreye, barajın toplam uzunluğu ise 130 metreye ulaşmaktadır.(Özsoy, 2017, s. 497–498)

Yapının iki yanına yerleştirilen savaklardan biri hâlen aktif durumda olup, barajdan gelen suyun 1 metrelik seviye farkı aracılığıyla çift kanala aktarılmasını sağlamaktadır. Bu sistem, hem suyun depolanmasını hem de kontrollü biçimde yönlendirilmesini mümkün kılmıştır. Yaklaşık 3250 yıl önce inşa edilen bu yapı, Hititlerin hidrolik mühendislikte ulaştığı düzeyin ve doğal çevreyle kurdukları dengeli ilişkinin somut bir göstergesidir. Bugün yeniden faaliyete geçirilmiş olan Gölpınar Barajı, Hitit dönemine ait sürdürülebilir altyapı uygulamalarının erken örneklerinden biri olarak değerlendirilmektedir (Özsoy, 2017, s. 497–498).

Hititlerin kutsal su kaynaklarını nasıl yönettiği, su mühendisliği yapılarını sadece tarımsal amaçlarla değil, aynı zamanda dinî ritüellerin yerine getirilmesi ve yönetim merkezlerinin korunması amacıyla da kullanıldığına işaret etmektedir. Hitit Çivi Yazılı Tabletleri'nde, pınarlar, nehirler ve yeraltı su kaynaklarının dinî ve ekonomik işlevleri açıkça vurgulanmaktadır. Bu belgelerde, suyun yalnızca yaşam kaynağı değil, aynı zamanda tanrısal bir güç olarak kabul edilmesi ve çeşitli tapınakların suyla ilişkilendirilmesi dikkat çekicidir. Ayrıca, Hititler suyu, kentlerin su ihtiyacını karşılamak, tarım için sulama sağlamak ve önemli yönetim merkezlerinin su temini için stratejik bir araç olarak kullanmışlardır. Bu bağlamda, suyun yönetimi, sadece ekonomik değil, aynı zamanda dini ve kültürel bir sorumluluk olarak görülmüş, toplumsal düzenin korunmasında kritik bir rol üstlenmiştir.

Barajın temel amacı, tarımsal üretimi desteklemek ve çevredeki yerleşimlerin su ihtiyacını karşılamaktı. Hitit mühendisleri, suyun verimli kullanımı için taş ve kerpiçten oluşan sağlam bir set inşa etmiş, aynı zamanda suyun kontrollü bir şekilde depolanmasını ve dağıtılmasını sağlayan kanallar geliştirmiştir. Bu baraj, Hititlerin su yönetimi konusundaki ileri bilgi birikimini ve sürdürülebilir kalkınmaya verdikleri önemi göstermesi açısından büyük bir tarihi değere sahiptir. Bugün arkeolojik kazılar sayesinde yapının kalıntıları ortaya çıkarılmış ve Hititlerin mühendislik becerileri daha iyi anlaşılmıştır.

4. Hitit İmparatorluğu'nda Su Kaynaklarının Jeopolitik ve Stratejik Önemi

Orta Anadolu'nun stratejik konumu, Hititlerin güneye doğru genişleyerek Mezopotamya ve Levant bölgeleriyle etkileşime girmesine olanak tanımıştır. Hititlerin bu genişleme sürecinde, su kaynaklarına erişim her zaman birincil öncelik olmuş, yeni topraklara hâkim olurken nehir vadilerini ve su yollarını kontrol etmeye özellikle önem vermişlerdir. Bu durum, suyun siyasi ve askeri stratejilerde de kritik bir unsur olduğunu göstermektedir.

Arkeolojik buluntular, Hititlerin baraj inşası ve yapay su depolama sistemleri konusunda oldukça gelişmiş bir mühendislik bilgisine sahip olduklarını ortaya koymaktadır. Bu teknik yeterliliğe rağmen, çivi yazılı belgelerde Anadolu'da kuraklık ya da su sıkıntısı gibi doğal afetlere dair kayda değer bir yakınmaya rastlanmaması, Hititlerin su yönetimi sistemlerinin ne denli etkili çalıştığını göstermektedir. Hitit coğrafyasında sulama amacıyla kanal sistemlerinin sınırlı düzeyde kullanıldığı düşünülmekte; buna karşın, suyun korunması ve merkezî yönetim tarafından denetlenmesi esas alınmış görünmektedir. (Klinger, 2019, s. 116)

Hitit arşiv belgelerinde, kıtlık ya da üretim yetersizliğine dair şikâyetlerin olmaması tesadüfî bir durum değildir. Hititlerin, özellikle başkent Hattuşa çevresinde kurduğu yüksek kapasiteli silo sistemlerinin ve su yapılandırmalarının istikrarlı biçimde işlediğini göstermektedir. (Klinger, 2019, s. 116)

Söz konusu siloların düzenli ve merkezi bir organizasyonla yönetildiği, dolayısıyla tahıl temininin uzun süre güvence altında tutulduğu anlaşılmaktadır. Ancak bu denge, Hitit İmparatorluğu'nun son evrelerinde çeşitli alanlarda baş gösteren sosyo-ekonomik krizlerle birlikte bozulmaya başlamıştır. Bu dönemde Hattuşa'da yaşayan büyük kralın otoritesi zayıflamış, kent dışına buğday sevkiyatı talep

edilmesi gerekmiştir. Mısır'dan tahıl yardımının istenmesi, yönetimin yaşadığı gıda krizine karşı dış destek arayışına girdiğini ve yerel üretim sistemlerinin artık yeterli olmadığını göstermektedir. (Klinger, 2019, s. 116)

5. Gölpınar Hitit Barajı'nın Yeniden Canlandırılması

2002 ile 2007 yılları arasında yürütülen kazı ve restorasyon çalışmaları kapsamında, zamanla toprak ve tortul malzeme altında kalan Alaca Höyük Gölpınar Hitit Barajı'nın gövdesi ortaya çıkarılmıştır. Rezervuarı tamamen dolduran sediman[30] birikintileri ise iş makineleriyle temizlenmiş ve başka bir alana taşınarak rezervuarın orijinal formuna kavuşması sağlanmıştır. Aynı süreçte, barajı besleyen yegâne su kaynağı olan Gölpınar kaynağının önü açılmış, böylece kaynak suyunun istikrarlı bir biçimde baraja ulaşması yeniden mümkün hâle gelmiştir. (Apaydın, 2020, s. 24-25)

Barajın canlandırılmasına paralel olarak, 2015 yılında başlatılan bir rekreasyon ve arkeopark projesi ile Hitit döneminin gündelik yaşamına dair öğelerin sergilendiği, aynı zamanda arkeolojik araştırmalara uygun altyapı sunan bir alan oluşturulmuştur. Proje kapsamında yürüyüş yolları, Hitit tarzı tarım alanları, restoran, sergi alanları, seyir terasları ve Hitit mimarisini yansıtan yapılar inşa edilmiştir. Ayrıca doğal tarım uygulamaları, eğitim ve turizm olanakları da eklenerek bölge, hem tarihî kimliğini koruyan hem de ekonomik olarak katkı sunan bir cazibe merkezi hâline getirilmiştir. (Apaydın, 2020, s. 30–33).

Yeniden işlevselleştirilen Gölpınar Barajı, sadece arkeolojik bir kalıntı olmanın ötesinde kültürel mirasın korunması, iklim değişikliğine karşı su kaynaklarının değerlendirilmesi ve sürdürülebilir kalkınmaya katkı açısından çok katmanlı bir örnek teşkil etmektedir.

6. Sonuç

Hititler, baraj yapımında taş ve kerpiçten oluşan dayanıklı setler inşa etmiş, suyun kontrollü bir şekilde depolanmasını ve dağıtılmasını sağlayan gelişmiş kanallar kullanmıştır. Bu mühendislik yöntemleri sayesinde tarımsal üretimin sürekliliği sağlanmış, kurak dönemlerde su temini güvence altına alınmış ve kentsel yaşamda suya erişim kolaylaştırılmıştır. Alacahöyük Barajı gibi yapılar, yalnızca suyu biriktiren sistemler olmanın ötesinde, suyun etkin kullanımıyla ekolojik dengeyi koruyarak sürdürülebilirliği destekleyen unsurlar haline gelmiştir. Günümüzde sürdürülebilir su yönetimi tartışmalarında, Hititlerin geliştirdiği su yönetimi sistemleri, doğal kaynakların verimli kullanımı ve suyun uzun vadeli korunması açısından önemli bir perspektif sunmaktadır. Bu bağlamda, eskiçağ su yönetimi pratiklerinin modern mühendislik yaklaşımlarıyla karşılaştırılması, geçmişten günümüze suyun stratejik bir unsur olarak nasıl ele alındığını anlamamıza katkı sağlamaktadır.

Alaca Höyük Gölpınar Hitit Barajı, yalnızca Eskiçağ Anadolu'sunun su yönetimi pratiklerini değil, aynı zamanda çağının ötesinde bir mühendislik anlayışını da gözler önüne sermektedir. Yaklaşık 3250 yıl önce inşa edilen bu yapı, hiçbir endüstriyel katkı maddesi içermeden, yalnızca taş ve kil gibi doğal malzemeler kullanılarak hayata geçirilmiştir. Bu tercihin, barajın dayanıklılığı üzerinde belirleyici olduğu ve yapının binlerce yıl boyunca ayakta kalabilmesini sağladığı görülmektedir. Hitit mühendisleri, yapının geçirgenliğini önlemek ve uzun ömürlü olmasını sağlamak amacıyla killi toprağı stratejik bir biçimde yapı sistemine entegre etmişlerdir. Günümüzde hâlâ işlevini sürdürebilen bu baraj, doğal

[30] Çökel (sediman) terimi önceden var olan kayaçların mekanik ve kimyasal ayrışmasıyla ortaya çıkan tüm katı parçacıkları, kimyasal ayrışmada çözünen malzemeleri içeren eriyiklerden türeyen mineralleri ve canlıların kavkı yapmak için deniz suyundan aldıkları mineralleri kapsar.

malzeme kullanımının ekolojik dengeye zarar vermeden nasıl yüksek verim sağlayabileceğini kanıtlayan ender örneklerden biridir.

Barajın hem tarımsal üretimi destekleyen hem de ritüel ve kültürel işlevler taşıyan çok yönlü bir yapıya sahip olması, onu yalnızca bir mühendislik başarısı değil, aynı zamanda sosyo-ekolojik bir miras hâline getirmektedir. 2000'li yıllarda gerçekleştirilen canlandırma çalışmalarıyla bu yapı, modern sürdürülebilirlik anlayışıyla yeniden bütünleştirilmiş; kültürel mirasın korunması ve çevreye duyarlı kullanım biçimleri açısından model teşkil eden bir örnek oluşturmuştur. Gölpınar Barajı, geçmişin bilgi birikimini günümüzün çevresel ve toplumsal gereksinimleriyle buluşturan, uzun vadeli planlama ve doğal dengeye saygıyı esas alan sürdürülebilir bir vizyonun taşıyıcısıdır. Bu anlayış, günümüzde artan su krizi bağlamında önemli bir ders niteliği taşımaktadır. Hititlerin baraj inşası ve su yönetimi stratejileri, modern sürdürülebilir su politikalarının tarihsel bir bağlamda değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Bu bulgular, geçmişin su yönetimi bilgilerini günümüz çevre politikaları ve sürdürülebilirlik hedefleri ile ilişkilendirerek, gelecekteki su yönetim sistemlerine ışık tutmaktadır.

Hititlerin su yönetimi stratejileri, çevreye duyarlılığı ve mühendislik bilgisi, günümüz dünyasında doğal kaynakları koruma ve sürdürülebilirlik tartışmalarına önemli katkılar sağlayabilecek niteliktedir.

KAYNAKÇA:

Alp, S. (2000). *Hitit Çağında Anadolu*. Ankara: TÜBİTAK Yayınları.

Doğan-Alparslan, M., & Alparslan, M. (Haz.). (2019). *Hititler: Bir Anadolu İmparatorluğu*. Yapı Kredi Yayınları.

Klinger, J. (2019). *Hititler: Hititlerin yeniden keşfi* (S. Şar, Çev.). Alfa Yayıncılık.

Çığ, M. İ. (2005). *Hititler ve Hattuşa: İştar'ın Kaleminden* (4. baskı). İstanbul: Kaynak Yayınları,

Özsoy, S. (2017). Hitit döneminde inşa edilen su yapılarının bilimin tarihsel gelişimi açısından değerlendirilmesi. *Mavi Atlas*, *5*(2), 489–501. https://doi.org/10.18795/gumusmaviatlas.351357

Murat, L. (2012). Hititlerde su kültü. *Tarih Araştırmaları Dergisi*, 31(51), 125–158. https://doi.org/10.1501/Tarar_0000000510

Akurgal, E. (1984). *Anadolu tarihinin oluşmasında jeomorfolojik özelliklerin rolü*.. https://dergipark.org.tr/tr/pub/tariharastirmalari/issue/47751/603166

Apaydın, A., Çınaroğlu, A., İnal, İ., Dilektaşlı, C., & Çelik, D. (2020). *Çorum-Alaca Höyük'te 3260 yıl öncesine dönüş: Antik Hitit barajının iyileştirilmesi ve Hitit yaşamının canlandırılması*. DSİ Teknik Bülteni, 135, 18–35.https://www.researchgate.net/publication/340933709_CORUM-ALACA_HOYUK'TE_3260_YIL_ONCESINE_DONUS_ANTIK_HITIT_BARAJININ_IYILESTIRILMESI_VE_HITIT_YASAMININ_CANLANDIRILMASI

DERS PROGRAMI OPTİMİZASYONU: YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ VAKA ÇALIŞMASI

Elif TUNÇ[1]
Erhan KARAKAYA[2]

Özet

Bu çalışma, Yozgat Bozok Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde ders programı planlama sürecindeki zorluklara çözüm üretmeyi amaçlamaktadır. Üniversitelerde ders programlarının etkili bir şekilde planlanması, öğretim üyelerinin uygunluk durumlarını dikkate alarak ders saatlerini düzenlemek, sınıf kapasitelerini verimli bir şekilde kullanmak ve ders çakışmalarını önlemek açısından büyük bir önem taşımaktadır. Ancak geleneksel yöntemler, bu süreçleri yeterince optimize edememekte ve akademik personel ile öğrenciler açısından çeşitli sorunlara yol açmaktadır.

Bu çalışmada, ders programlarını optimize etmek için Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) algoritması kullanılmıştır. PSO, doğadaki sürü davranışlarından esinlenen ve en iyi çözümü bulmayı amaçlayan bir optimizasyon tekniğidir. Ders programlama sürecinde PSO'nun kullanılması sayesinde öğretim üyelerinin ders saatleri için belirttiği uygunluk durumları, sınıfların kapasitesi ve derslerin saat aralıkları gibi faktörler dikkate alınarak bir matematiksel model oluşturulmuştur.

Bu modelin çözümünde, büyük ölçekli optimizasyon problemlerinde kullanılabilecek olan Gurobi optimizasyon yazılımı kullanılmıştır. Gurobi, özellikle karmaşık kısıtlarla şekillendirilmiş problemlerde yüksek performans göstererek hızlı ve etkili sonuçlar sunmaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışma, üniversitelerdeki ders programlarının daha verimli hale getirilmesi için yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Parçacık Sürü Optimizasyonu, Ders Programlama, Matematiksel Model, Gurobi

[1]Elif TUNÇ, Yozgat Bozok Üniversitesi, 16008121024@ogr.bozok.edu.tr, 0009-0008-1707-4109
[2]Erhan KARAKAYA (SY), Kayseri Üniversitesi, erhan.karakaya@kayseri.edu.tr, 0000-0001-6705-1783

1. Giriş

Üniversitelerde ders programlarının etkili bir şekilde oluşturulması, eğitim süreçlerinin düzenli işlemesi ve akademik kaynakların en verimli şekilde kullanılması açısından büyük bir önem taşımaktadır. Ders çakışmalarının önlenmesi, öğretim elemanlarının uygunluk durumlarının gözetilmesi ve sınıfların kapasitesine uygun şekilde kullanılması, planlama sürecinin temel unsurlarını oluşturur. Ancak, manuel ya da geleneksel yöntemlerle yapılan ders programlama işlemleri, çok sayıda değişkenin ve kısıtın dikkate alınmasını gerektirdiğinden zaman alıcı olmakta ve çeşitli hatalara yol açabilmektedir. Bu durum, öğretim üyelerinin iş yükünü artırırken, öğrencilerin de ders seçimlerinde karşılaştıkları zorlukları artırmaktadır.

Bu çalışma, Yozgat Bozok Üniversitesi'nde ders programlarının daha verimli ve esnek bir şekilde planlanmasını sağlamak amacıyla geliştirilmiştir. Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) algoritmasına dayalı bir sistem tasarlanarak, derslerin çakışmalarını önleyen, öğretim elemanlarının programlarını dikkate alan ve sınıf kapasitelerini en iyi şekilde kullanan bir çözüm sunulması hedeflenmektedir. Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO), sürü halinde hareket eden balıklar ve böceklerden esinlenerek Kenedy ve Eberhart (1995) tarafından geliştirilmiş bir optimizasyon yöntemidir [3]. Temel olarak sürü zekâsına dayanan bir algoritmadır. Sürü halinde hareket eden hayvanların yiyecek ve güvenlik gibi durumlarda, çoğu zaman rastgele sergiledikleri hareketlerin, amaçlarına daha kolay ulaşmalarını sağladığı görülmüştür. PSO bireyler arasındaki sosyal bilgi paylaşımını esas alır. Arama işlemi genetik algoritmalarda olduğu jenerasyon sayısınca yapılır. Her bireye parçacık denir ve parçacıklardan oluşan popülasyona da sürü (swarm) denir. Her bir parçacık kendi pozisyonunu, bir önceki tecrübesinden yararlanarak sürüdeki en iyi pozisyona doğru ayarlar. PSO, temel olarak sürüde bulunan bireylerin pozisyonunun, sürünün en iyi pozisyona sahip olan bireyine yaklaştırılmasına dayanır. Bu yaklaşma hızı rasgele gelişen durumdur ve çoğu zaman sürü içinde bulunan bireyler yeni hareketlerinde bir önceki konumdan daha iyi konuma gelirler ve bu süreç hedefe ulaşıncaya kadar devam eder [1].

Bu çalışmanın temel amaçları şunlardır:

- Ders çakışmalarını en aza indirmek,
- Öğretim üyelerinin belirttiği uygun zaman dilimlerine göre program oluşturmak,
- Dersliklerin kapasitesini verimli bir şekilde kullanmak,
- Süreci manuel yöntemlere kıyasla daha hızlı ve sistematik hale getirmek.

Literatür taraması sonucunda; Genetik Algoritmalar (GA), Parçacık Sürüsü Optimizasyonu (PSO), Simüle Tavlama ve Tabu Arama gibi meta-sezgisel yaklaşımlar ele alınmıştır. Bu algoritmalar, NP-zor sınıfına giren ders programlama problemini hızlı ve kaliteli çözümlerle ele alır. Özellikle GA ve PSO algoritmaları, biyolojik ve sosyal davranışlardan esinlenerek, geniş çözüm uzayında yüksek performans göstermektedir. Sonuç olarak, üniversitelerde etkin bir ders programı hazırlamak için bu algoritmaların kullanımı, manuel yöntemlere göre daha etkin ve doğru sonuçlar sağlamakta, ders programı hazırlama sürecini önemli ölçüde kolaylaştırmaktadır [4]. Buna ek olarak yapılan bir çalışmada, üniversite ders programlarının otomatik olarak oluşturulmasında Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) algoritması kullanılmış ve uygunluk değerleri (fitness) açısından Genetik Algoritmalar (GA) ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada, PSO algoritmasının uygunluk değeri açısından daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir [2].

PSO algoritmasıyla yapılan testlerde, çeşitli iterasyon sayılarında ve parametrelerde farklı uygunluk değerleri elde edilmiştir. Örneğin, 25 iterasyonda 0,099'luk bir uygunluk değeri sağlarken, GA algoritması aynı iterasyon sayısında 0,021'lik bir uygunluk değerine ulaşmıştır.

Parametre Karşılaştırması	Fitness Değerine Ulaşmak İçin Yineleme	Optimum Uygunluk Değeri
GA	25	0.021
PSO	25	0.099

Tablo 1 – Optimizasyon Uygunluk Değerleri

Bu çalışmada ulaşılan bulgular, PSO algoritmasının uygunluk değeri açısından daha yüksek performans sunduğunu göstermiştir. Ancak PSO'nun işlem süresi daha uzun olup, bu da algoritmanın hız yerine çözüm kalitesine odaklandığını ortaya koymaktadır. PSO'nun iterasyon başına elde edilen uygunluk değerleri, ders programı gibi karmaşık optimizasyon problemlerinde daha uygun çözümler bulabileceğini göstermektedir.

Bu kapsamda, ders atamalarını belirleyen kriterleri içeren bir matematiksel model oluşturulacak ve bu modelin çözümü için Gurobi optimizasyon yazılımı kullanılacaktır. Model, derslerin zaman ve mekan kısıtlarını dikkate alarak sistematik bir çözüm üretecek ve mevcut kaynakların en verimli şekilde değerlendirilmesini sağlayacaktır. Yalnızca teknik bir çözüm sunmakla kalmayıp, aynı zamanda Yozgat Bozok Üniversitesi'nin ders programlama süreçlerini iyileştirmeyi, planlama aşamalarında karşılaşılan zorlukları azaltmayı ve eğitim-öğretim süreçlerinin daha düzenli ve etkin bir şekilde yürütülmesine katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Geliştirilecek sistem sayesinde, üniversitenin akademik planlama süreçleri daha sistematik hale getirilecek ve öğretim elemanları ile öğrencilerin ders seçimlerinde yaşadığı sorunlar en aza indirilecektir.

2. Yöntem

Bu çalışmada, ders programlama sürecinin daha verimli hale getirilmesi için Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) algoritması temel alınmıştır. PSO, doğadaki sürü davranışlarından esinlenen bir optimizasyon tekniğidir. Balık sürüleri veya kuş sürüleri gibi doğal grupların birlikte olan hareketleri, bireylerin birbirlerinden etkilenerek en uygun sonucu bulmalarına dayanır. Bu algoritma, her bir olası çözümü bir "parçacık" olarak değerlendirir ve bu parçacıklar çözüm uzayında hareket ederek en iyi sonucu ararlar.

Ders programlamada PSO'nun kullanılması, şu aşamalardan oluşmaktadır:

Problem Tanımlama: Derslerin, öğretim üyelerinin, dersliklerin ve zaman dilimlerinin belirlenmesi. Yozgat Bozok Üniversitesi'nde lisans eğitimi döneme dayalı olarak gerçekleştirilmektedir. Her fakülte ve bölümün ders programı farklı yapıda olabilmektedir. Bu projede, Bilgisayar Mühendisliği bölümünde karşılaşılan zorluklar ele alınmış ve bir örnek uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, 40 ders saat dilimi, 9 öğretim üyesi, 4 sınıf kademesi ele alınmıştır. Haftalık ders programı, günde 8 saat ve haftada 5 gün olacak şekilde planlanmıştır. Günlük program; sabah 4 saat, 1 saat öğle arası ve öğleden sonra 4 saat şeklinde düzenlenmiştir. Şekil 1'de haftalık ders çizelgesinin günleri ve saatleri gösterilmektedir.

	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma
09:30-10:10	1	9	17	25	33
10:20-11:00	2	10	18	26	34
11:10-11:50	3	11	19	27	35
12:00-12:40	4	12	20	28	36
13:40-14:20	5	13	21	29	37
14:30-15:10	6	14	22	30	38
15:20-16:00	7	15	23	31	39
16:10-16:50	8	16	24	32	40

Tablo 1- Haftalık Ders Çizelgeleme

Derslerin uygun biçimde haftalık zaman çizelgelemesine yerleştirilebilmesi için belirli kısıtlamaları ve tanımlı olan öğretmen, sınıf ve ders bütünlüğünü sağlaması gerekir.

Matematiksel Modelin Oluşturulması: Derslerin uygun zaman dilimlerine atanmasını sağlayan kısıtların belirlenmesi.

X_{itp} = Ders *i*'nin zaman dilimi *t*'de sınıf *p*'de yapılıp yapılmadığını gösteren ikili (binary) karar değişkenidir. Değeri 1 ise ders bu zaman diliminde yapılır, 0 ise yapılmaz.

- T: Zaman dilimlerinin kümesi (haftalık ders saatleri).
- S: Derslerin kümesi (örneğin, Matematik, Fizik).
- P: Sınıfların kümesi (tüm sınıflar).
- C_i: Ders i'nin gerektirdiği öğrenci sayısı.
- M_p: Sınıf p'nin kapasitesi.
- D_i: Ders i'nin süresi (kaç saat sürdüğü).
- T_L: Öğretmen k için uygun olmayan zaman dilimleri.
- L_k: Öğretmen k'nin verdiği derslerin kümesi.
- R_i: Ders i'nin yapılabileceği uygun sınıflar.
- D: Haftanın günleri.
- C_p: Sınıf p'nin maksimum kapasitesidir.
- $w_{fc}, w_{st}, w_{ft}, w_{sc}$: Amaç fonksiyonunda kullanılan ağırlıklar.

Minimize $Z = w_{fc} *$(ders çakışmaları) + w_{st}*(öğretim üyesi tercihleri) + w_{ft} ·(uygun olmayan zaman atamaları) + w_{sc}·(sınıf kullanımı)

- Z: Toplam maliyet fonksiyonudur. Optimizasyonun amacı, bu değeri minimuma indirerek mümkün olan en uygun ders programını oluşturmaktır.
- $w_{fc}, w_{st}, w_{ft}, w_{sc}$: Her bir bileşenin ağırlık katsayılarıdır. Bu katsayılar, kullanıcı veya sistem tasarımcısı tarafından belirlenir ve farklı hedeflerin önem derecesini ifade eder.

Algoritmanın Uygulanması: PSO algoritması, derslerin uygun saatlere ve dersliklere en iyi şekilde yerleştirilmesi için kullanılır.

Sonuçların Değerlendirilmesi ve İyileştirme: Elde edilen program, çakışmalar ve diğer faktörler açısından değerlendirilerek gerektiğinde iyileştirmeler yapılır.

Geliştirilen modelde şu parametreler dikkate alınmıştır:

- Öğretim üyelerinin uygunluk durumları: Akademisyenlerin belirttiği saatler içinde ders atamaları yapılacaktır.
- Sınıf kapasiteleri: Dersliklerin maksimum öğrenci kapasiteleri göz önünde bulundurulacaktır.
- Ders çakışmalarının önlenmesi: Aynı öğrencilerin veya öğretim üyelerinin çakışan derslerde bulunmasını engellemek için ek kısıtlar uygulanacaktır.

Matematiksel modelin çözüm sürecinde, Gurobi optimizasyon yazılımı kullanılacaktır. Ders programı oluşturma sürecinde, Gurobi'nin sağladığı doğrusal programlama teknikleri kullanılarak optimal çözümler elde edilecektir.

3. Bulgular

Bu çalışmada geliştirilen ders programı optimizasyon sistemi, Yozgat Bozok Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde örnek bir uygulama üzerinden test edilmiştir. Sistem, derslerin belirlenen zaman dilimlerine ve sınıflara yerleştirilmesi sürecinde öğretim üyelerinin uygunluk durumlarını, sınıf kapasitelerini ve çakışma durumlarını dikkate alarak başarılı bir şekilde çalışmıştır.

Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) algoritmasıyla oluşturulan ilk çözüm, öğretim üyelerinin uygun olmayan saatlerinden arındırılmış ve yalnızca geçerli olan atamalar Gurobi optimizasyon modeline entegre edilmiştir. Gurobi yazılımı ile tanımlanan matematiksel model sayesinde, derslerin hem fiziksel (sınıf kapasitesi) hem de zamansal (zaman dilimi uygunluğu) kısıtları başarıyla uygulanmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, her ders yalnızca bir kez atanmış; hiçbir ders aynı zaman ve mekânda çakışmamış; öğretim üyeleri, belirtilen uygun olmayan saatlerde derse atanamamış ve sınıfların kapasiteleri aşılmamıştır.

Modelin çözüm sürecinde herhangi bir uygunsuzluk durumu yaşanmamıştır. Tanımlanan tüm kurallar ve kısıtlar dikkate alınarak, sorunsuz bir şekilde uygulanabilir bir ders programı oluşturulmuştur. Bu durum, geliştirilen sistemin hem teorik olarak doğru çalıştığını hem de pratikte uygulanabilir olduğunu ortaya koymaktadır.

4. Tartışma

Bu çalışmada geliştirilen model, üniversitelerde ders programlama süreçlerini kolaylaştırmak ve mevcut kaynakları daha verimli kullanmak amacıyla tasarlanmıştır. Bu model hem öğretim üyelerinin uygunluk saatleri hem de sınıf kapasitesi gibi gerçekçi kısıtları dikkate alarak uygulanabilir bir çözüm üretmeyi başarmaktadır. Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) algoritması ile başlangıçta elde edilen çözüm, sistemin problem uzayında etkili bir şekilde gezinebildiğini göstermektedir. PSO'nun sunduğu bu esnek yapı, Gurobi optimizasyon aracı ile birleştirildiğinde, daha kararlı ve geçerli sonuçlara ulaşılmıştır. Bu hibrit yaklaşım sayesinde yalnızca geçerli bir çözüm elde edilmemiş, aynı zamanda sistemin farklı zaman ve mekân kombinasyonlarında tutarlı şekilde çalışabildiği de gözlemlenmiştir. Aynı zamanda öğretim üyelerinin belirtilen uygunluk saatlerine sadık kalınmış, sınıf kapasiteleri aşılmamış ve çakışmaların önüne geçilmiştir. Çalışmanın bilimsel katkısı, gerçekçi kısıtlarla şekillendirilmiş bir ders programı problemini, basit ama etkili bir optimizasyon yaklaşımı ile çözebilmesidir. Özellikle PSO gibi doğadan ilham alan algoritmaların, doğrusal programlama araçlarıyla birlikte kullanılmasının başarılı sonuçlar doğurduğu görülmektedir. Geliştirilen sistem, yalnızca Bilgisayar Mühendisliği Bölümü için

değil, benzer yapıdaki tüm akademik birimler için geçerli ve genişletilebilir bir çözüm önerisi sunmaktadır.

5. Sonuç ve Öneriler

Bu proje, Yozgat Bozok Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde ders programı planlama sürecinde karşılaşılan zorluklara çözüm sunmak amacıyla geliştirilmiştir. Ders programlarının oluşturulması, öğretim üyelerinin uygunluk durumu, sınıf kapasiteleri ve ders zamanlamaları gibi birçok değişkenin dikkate alınmasını gerektiren karmaşık bir süreçtir. Geleneksel yöntemler zaman alıcı olup çakışma ve kapasite sorunlarına yol açabilmektedir. Bu projede, bu tür sorunları çözmek için Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) algoritması kullanılarak bir sistem tasarlanmıştır.

Sistem, derslerin uygun zaman dilimlerine yerleştirilmesi, sınıf kapasitelerinin aşılmaması ve öğretim üyelerinin müsaitlik durumlarının göz önünde bulundurulması gibi kısıtlar çerçevesinde çalışmaktadır. PSO algoritması, büyük ölçekli optimizasyon problemleri için güçlü bir araç olan Gurobi yazılımı ile entegre edilerek çözüm hızlandırılmış ve doğruluk artırılmıştır. Bu yaklaşım, manuel planlamanın yol açtığı hata ve zaman kayıplarını minimize ederek daha esnek ve kullanıcı dostu bir ders programı oluşturma süreci sağlamaktadır.

Proje, yalnızca Yozgat Bozok Üniversitesi ile sınırlı kalmayıp benzer sorunlar yaşayan diğer eğitim kurumları için de uygulanabilir bir model sunmayı hedeflemektedir. Ayrıca, akademik planlama ve eğitim yönetimi alanında yeni bir bakış açısı kazandırarak literatüre katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Gelecekte, sistemin farklı akademik disiplinlere uyarlanması ve yapay zeka destekli mekanizmalarla kendini optimize etmesi planlanmaktadır. Bu çalışma, üniversitelerde ders programı oluşturma süreçlerine yenilikçi bir yaklaşım getirerek akademik kaynakların daha etkin kullanılmasını hedeflemektedir.

KAYNAKÇA

Özsağlam, M. Y., & Çunkaş, M. (2008). Optimizasyon problemlerinin çözümü için parçaçık sürü optimizasyonu algoritması. *Politeknik Dergisi*, *11*(4), 299-305. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/384717

Ramdania, D. R., Irfan, M., Alfarisi, F., & Nuraiman, D. (2019, December). Comparison of genetic algorithms and Particle Swarm Optimization (PSO) algorithms in course scheduling. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1402, No. 2, p. 022079). IOP Publishing. http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1402/2/022079

Kennedy, J., & Eberhart, R. (1995, November). Particle swarm optimization. In *Proceedings of ICNN'95-international conference on neural networks* (Vol. 4, pp. 1942-1948). ieee. https://doi.org/10.1109/ICNN.1995.488968

Alghamdi, H., Alsubait, T., Alhakami, H., & Baz, A. (2020). A review of optimization algorithms for university timetable scheduling. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, *10*(6), 6410-6417. https://doi.org/10.48084/etasr.3832

KOMBİN ÖNERİLER: KİŞİSELLEŞTİRİLMİŞ STİL ÖNERİLERİ İÇİN YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ MOBİL UYGULAMA

Mehmed Tarık Yaraşır[1]
Aysun Coşkun[2]

Özet

kombin Öneriler, kullanıcıların kişisel moda deneyimlerini dijital ortama taşıyan, yapay zekâ destekli kapsamlı bir mobil uygulamadır. Bu platform, kullanıcıya yalnızca şık görünmesi için ilham vermekle kalmayıp aynı zamanda dolabındaki giysileri verimli şekilde kullanma, yapay zekâdan kişiselleştirilmiş kombin tavsiyeleri alma ve moda odaklı bir sosyal toplulukla etkileşim kurma imkânı sunmaktadır. Proje, mevcut moda uygulamalarının eksik kaldığı alanları tek bir çatı altında birleştirerek kişisel stil danışmanlığı, akıllı görsel arama ve sosyal paylaşım özelliklerini entegre etmeyi amaçlamıştır. Uygulamanın teknik altyapısı Android tabanlı modern bir mimari üzerine kurulmuş; OpenAI'nin ChatGPT modelini kullanan bir öneri motoru ile YOLOv5 tabanlı bir görüntü tanıma modeli ve Bing görsel arama servisleri entegre edilerek kullanıcılara akıllı öneriler sunulmuştur. Ayrıca, oylama, yorum ve moda yarışmaları gibi sosyal özellikler sayesinde kullanıcı etkileşimini artıran bir stil paylaşım topluluğu oluşturulmuştur. Proje kapsamında geliştirilen prototip uygulama, hedef kullanıcı kitlesi ile yapılan ön testlerde kullanılabilirlik ve fayda açısından olumlu geri bildirimler almış; özellikle yapay zekâ önerilerinin kullanıcıların stil tercihleriyle büyük ölçüde uyumlu kombinler üretebildiği gözlemlenmiştir. Sonuç olarak kombin Öneriler, moda meraklıları için hem kişisel bir stil asistanı hem de sosyal bir moda platformu olarak önemli bir boşluğu doldurmakta ve kullanıcıların günlük stil kararlarına yenilikçi bir çözüm getirmektedir.

Anahtar Kelimeler: kişisel stil; yapay zekâ; görüntü tanıma; kombin önerileri; moda sosyal ağı; mobil uygulama

[1]Öğrenci, Gazi Üniversitesi; tarikyarasir@gmail.com ORCID: 0009-0004-8736-2115
[2]Prof. Dr., Gazi Üniversitesi; aysunc@gazi.edu.tr; ORCID: 0000-0002-8541-9497

Giriş

Günümüzde moda meraklıları, kıyafet kombin önerileri almak, gardıroplarını dijital olarak düzenlemek ve tarzlarını başkalarıyla paylaşmak için genellikle birden fazla mobil uygulama veya platform kullanmak zorunda kalmaktadır. Örneğin ilham odaklı sosyal platformlar (Pinterest, Instagram gibi) çeşitli stil fikirleri sunmakla birlikte kişiye özel kombin tavsiyeleri vermemektedir. Dijital gardırop uygulamaları (Smart Closet, Pureple, Whering vb.) kullanıcıların dolaplarındaki parçaları sanal ortama taşıyarak kıyafetlerini kategorize etmesini sağlar; hatta bazıları mevcut parçalar üzerinden kombin önerileri de sunar. Nitekim Whering adlı dijital dolap uygulaması, kullanıcıların ellerindeki kıyafetlere dayalı kombin önerileri sunarak ilk yılında 20 binden fazla kullanıcı çekmiştir (Hughes, 2021). Ancak bu tür uygulamalarda yapay zekâ desteğiyle gelişmiş kişisel stil tavsiyeleri veya kullanıcılar arası etkileşim sınırlı kalmaktadır. Benzer şekilde, alışveriş odaklı moda uygulamaları (Trendyol, Zalando vb.) geniş ürün yelpazesine sahip olsa da kullanıcının kendi dolabına dayalı kombin üretimi ya da topluluktan stil geri bildirimi gibi işlevler sunmamaktadır.

Moda alanında kullanıcılar giderek daha kişiselleştirilmiş ve etkileşimli deneyimler beklemektedir. Araştırmalar, kullanıcıların daha kişisel bir deneyim karşılığında stil tercihleri, satın alma geçmişi ve hatta beden ölçüleri gibi bilgileri bir yapay zekâ aracıyla paylaşmaya istekli olduğunu göstermektedir (McDowell, 2023). Bu durum, bireye özel stil önerilerinin ne kadar talep gördüğünü ortaya koymaktadır. Öte yandan, modada kişiye özel tavsiyeler oluşturmak öznel ve karmaşık bir konudur; her bir kullanıcının zevklerine gerçekten uygun kombinler önerebilmek, gelişmiş yapay zekâ yöntemleriyle dahi önemli bir meydan okuma oluşturmaktadır (Yaswanthraj et al., 2024). Bu bağlamda, kombin Öneriler projesi, moda tutkunları ve günlük stiline özen gösteren geniş bir kitle için hem kişisel bir stil asistanı hem de sosyal bir moda platformu oluşturma fikriyle yola çıkmıştır. Projenin temel amacı, dağınık durumdaki moda ilham kaynaklarını ve araçlarını tek bir mobil uygulamada bir araya getirerek kullanıcılara kişiselleştirilmiş, etkileşimli ve pratik bir stil deneyimi sunmaktır. Bu hedef doğrultusunda kombin Öneriler, bahsi geçen üç farklı yaklaşımın (ilham platformu, dijital dolap ve alışveriş uygulaması) güçlü yönlerini tek bir ürün içerisinde birleştirmeyi hedeflemiştir.

Hedef kitle olarak dijital teknolojilere yatkın, giyim stilini geliştirmek isteyen ve stil konularında geri bildirim almaya açık genç yetişkin kullanıcılar öngörülmüştür. Bu kitlenin ihtiyaç ve beklentileri göz önüne alınarak KombinÖneriler'de kişiselleştirilmiş yapay zekâ önerileri, entegre gardırop yönetimi ve aktif bir moda odaklı sosyal paylaşım ortamı bir arada tasarlanmıştır. Projenin nihai çıktısı olan uygulama ile kullanıcılar, tek bir platform üzerinden kendi dolaplarındaki kıyafetleri verimli bir şekilde yönetebilecek, yapay zekâdan kendi tarzlarına uygun kombin önerileri alabilecek ve benzer zevklere sahip moda tutkunlarıyla etkileşim kurabilecektir.

Yöntem

kombin Öneriler uygulaması Android işletim sistemi üzerinde Kotlin dili kullanılarak geliştirilmiştir. Android Studio IDE ve MVVM mimarisi temelinde, Jetpack Compose kütüphanesi ile Material Design 3 ilkeleri uygulanarak farklı ekran boyutlarına uyum sağlayan tutarlı bir kullanıcı arayüzü elde edilmiştir. Uygulamanın sürüm kontrolü Git/GitHub ile yürütülmüştür. Sunucu tarafında Google Firebase bulut altyapısı kullanılmış; kullanıcı kimlik doğrulaması Firebase Authentication ile gerçekleştirilmiş, uygulama verileri (dijital dolap içerikleri, kombin paylaşımları, oy ve yorumlar vb.) Firebase Cloud Firestore veritabanında gerçek zamanlı ve güvenli bir şekilde saklanmıştır. Tüm istemci-bulut etkileşimleri RESTful API çağrılarıyla sağlanmış, ağ iletişiminde HTTPS protokolü kullanılarak veri bütünlüğü ve gizliliği temin edilmiştir.

Uygulamaya OpenAI'nin ChatGPT API'si entegre edilerek kullanıcıların doğal dildeki isteklerine uygun kişiselleştirilmiş kombin tavsiyeleri üreten bir yapay zekâ motoru geliştirilmiştir. Bu öneri motoru, kullanıcının bulunduğu konumdaki hava durumu bilgisi, profilindeki stil tercihleri ve dijital dolabındaki mevcut kıyafet verileri gibi bağlamsal bilgileri de göz önünde bulundurarak her kullanıcıya özgü kombin önerileri oluşturur. Öneriler öncelikli olarak kullanıcının dijital dolabındaki parçalardan seçilmek suretiyle hazırlanmaktadır ve uygulama arayüzünde anlaşılır bir metin açıklaması ile görseller eşliğinde sunulmaktadır. Kullanıcı, yapay zekâ asistanıyla diyaloğu sürdürerek alternatif kombinler talep edebilir veya belirli parçaların değiştirilmesini isteyebilir.

Kullanıcıların görseller üzerinden de öneri alabilmesi için entegre bir bilgisayarlı görü modülü geliştirilmiştir. Kullanıcı tarafından yüklenen fotoğraflar üzerinde YOLOv5 nesne tanıma modeli (Ultralytics, 2020) çalıştırılarak giyim öğeleri (örn. üst giyim, alt giyim, ayakkabı) otomatik olarak algılanmakta; tespit edilen her bir parça için Microsoft Bing Visual Search API aracılığıyla internetteki benzer ürün görselleri ve bağlantıları getirilmektedir. Bu sayede kullanıcı, gerçek hayatta gördüğü bir kıyafet parçasının benzer alternatiflerini ve bunların çevrimiçi satış bilgilerini uygulama üzerinden keşfedebilmektedir. Ayrıca, bazı durumlarda eksik kalan ürün fiyatı ve stok bilgisi gibi veriler otomatik web kazıma teknikleriyle popüler perakende sitelerinden alınarak sonuçlar zenginleştirilmiştir.

Uygulamanın sosyal bileşeninde, moda meraklılarının etkileşimini artırmak amacıyla kullanıcılar kendi oluşturdukları kombinleri platformda paylaşabilmekte, diğer kullanıcıların kombinlerini beğenip yorum yapabilmektedir. Ayrıca A/B karşılaştırmalı oylama ve periyodik stil yarışmaları (challenge) gibi oyunlaştırma özellikleri entegre edilmiştir. Bu sayede kullanıcılar eğlenceli bir rekabet ortamında stil becerilerini sergileyebilmekte ve topluluktan geri bildirim alabilmektedir.

Kullanıcı deneyimi (UX) ve arayüz tasarımı (UI) süreci, proje başlangıcından itibaren kullanıcı odaklı ilerletilmiştir. Figma üzerinde hazırlanan yüksek sadakatli prototipler, hedef kullanıcı kitlesinden seçilen küçük bir grupla test edilmiş; alınan geri bildirimler doğrultusunda arayüz akışlarında iyileştirmeler yapılmıştır. Örneğin, ana sayfa akışı kullanıcı geri bildirimiyle sadeleştirilmiş, oylama ekranında seçenek butonları daha dikkat çekici hale getirilmiştir. Son tasarımda sayfalar arası geçiş animasyonları ve buton geri bildirimleri gibi mikro etkileşim detaylarına özen gösterilmiş, ayrıca erişilebilirlik kurallarına (kontrast oranları, yazı boyutları, ekran okuyucu uyumu vb.) riayet edilmiştir.

Bulgular

Proje sonunda, kombin Öneriler uygulamasının tüm ana özelliklerini içeren fonksiyonel bir prototip geliştirilmiştir. Ortaya çıkan mobil uygulama, entegre bir kullanıcı deneyimi sunan çeşitli ekran ve modüllerden oluşmaktadır. Ana sayfa ekranı, kullanıcıyı o güne ait hava durumu verisine dayalı kişiselleştirilmiş bir günlük stil ipucuyla karşılamakta ve akış şeklinde sunulan kombin paylaşımlarıyla devam etmektedir. Keşfet ekranı, arama çubuğu, popüler etiketler ve filtreleme seçenekleriyle kullanıcıların yeni stil içeriklerini ve trendleri kolayca keşfetmesine imkân tanır. "Kombin Oluştur" modülü, kullanıcının dijital dolabındaki parçaları veya uygulamanın ürün veritabanını kullanarak kendi kombinlerini dijital ortamda tasarlayıp platformda paylaşmasına olanak sağlar. Yapay Zekâ Asistanı ekranında, kullanıcılar doğal dilde isteklerini yazarak ChatGPT destekli stil önerileri alabilmekte; bu öneriler kullanıcının mevcut gardırop envanterindeki parçaları önceliklendirerek oluşturulmaktadır.

Ayrıca uygulamadaki oyunlaştırılmış etkileşimler Oylama ve Yarışma modülleriyle sağlanmıştır. A/B karşılaştırmalı oylama özelliğinde kullanıcılar, rastgele seçilen iki kombin arasından tercih yaparak kararsız kaldıkları konularda topluluktan hızlı geri bildirim alabilmektedir. Belirli aralıklarla düzenlenen turnuva tarzı stil yarışmalarında ise topluluk genelinde en beğenilen kombinler aşamalı oylama turları

sonucunda seçilmektedir. Profil sayfası ve entegre dijital dolap bölümü, kullanıcının kendi kombinlerini ve beğendiği diğer kombinleri görüntüleyebildiği, gardırop envanterini yönetebildiği alandır. Tüm bu özellikler bir arada çalışarak kullanıcıların tek bir platform üzerinden ilham alma, kombin oluşturma, yapay zekâ desteğiyle tavsiye alma ve sosyal etkileşim kurma ihtiyaçlarını karşılamaktadır.

Gerçekleştirilen pilot kullanıcı testlerinde, uygulamanın temel işlevleri başarıyla çalışmış ve kullanıcı deneyiminin genel olarak tutarlı olduğu görülmüştür. Katılımcılar özellikle yapay zekâ destekli kombin önerisi özelliğini ilgi çekici ve faydalı bulmuş; dolaplarındaki parçalara uyumlu tavsiyeler almanın günlük giyim planlamalarını kolaylaştırdığını belirtmişlerdir. Oyunlaştırma unsurları (A/B oylama ve yarışma) da eğlenceli bulunmuş ve rekabet ortamının uygulamayı daha çekici hale getirdiği gözlemlenmiştir. Test sürecinde belirlenen küçük kullanılabilirlik sorunları giderilmiş, arayüzde gerekli iyileştirmeler yapılmıştır. Sonuç olarak prototip uygulamanın, hedeflenen işlevleri yerine getirebilen ve kullanıcı beklentilerini büyük ölçüde karşılayan bir çözüm olduğu teyit edilmiştir.

Tartışma

Kombin Öneriler projesi, moda alanında dağınık durumdaki çeşitli dijital hizmetleri tek bir platformda birleştirerek önemli bir ihtiyaca cevap vermektedir. Mevcut durumda kullanıcılar ilham almak, kombin oluşturmak ve geri bildirim elde etmek için birden çok platform arasında gidip gelmekteydi. Bu uygulama ise parçalı deneyimi bütünleştirerek kullanıcılara başka yerde bulamayacakları kadar kapsamlı ve kişiselleştirilmiş bir moda deneyimi sunmaktadır. Uygulamanın en güçlü yanları kişiselleştirme ve entegrasyondur. Pinterest gibi ilham platformlarının görsel zenginliğini, Whering gibi dijital dolap uygulamalarının gardırop farkındalığını ve sosyal medya platformlarının etkileşim olanaklarını tek çatı altında bir araya getirmiştir. Yapay zekâ destekli öneri motoru sayesinde uygulama, sadece genel trendlere göre değil kullanıcının mevcut kıyafetlerine uygun kombin önerileri sunarak tavsiyelerin uygulanabilirliğini artırmaktadır. Böylece kullanıcılar ellerindeki gardırop parçalarını daha verimli kullanmaya teşvik edilebilir; nitekim Whering örneğinde dijital gardırop uygulamasının kullanıcıların dolaplarındaki parçaları %80'e varan oranda daha fazla kullandırdığı rapor edilmiştir (Hughes, 2021). Ayrıca, uygulamadaki sosyal etkileşim ve oyunlaştırma özellikleri de kullanıcı bağlılığını artırma potansiyeline sahiptir. Literatürde de oyun mekanikleri entegre eden mobil uygulamaların kullanıcı etkileşimini belirgin şekilde yükselttiği gösterilmiştir (Paschmann et al., 2024). kombin Öneriler, sunduğu etkileşimli yarışma ve oylama modülleri ile platformda bir topluluk duygusu yaratarak kullanıcıların uygulamayı düzenli olarak ziyaret etmesini teşvik etmektedir.

Projenin yenilikçi yönlerinden biri, güncel yapay zekâ ve makine öğrenmesi teknolojilerinin moda alanına uygulanmasıdır. Generatif yapay zekâ destekli stil danışmanlığı, moda dikeyinde henüz yeni gelişen bir yaklaşım olup Cladwell ve Alta gibi girişimlerin ChatGPT tabanlı stil önerileri sunmaya başlaması (McDowell, 2023), kombin Öneriler projesinin vizyonunun endüstri trendleriyle uyumlu olduğunu göstermektedir. Ayrıca uygulamada YOLOv5 gibi güçlü bir bilgisayarlı görü modelinin kullanılması, kullanıcıların gerçek hayatta karşılaştıkları ürünleri kolayca tanıyarak benzerlerini bulabilmesini sağlamıştır. Bu sayede ilham alınan parçalar dijital platformda zahmetsizce keşfedilebilmektedir. Bu bütünleşik yapay zekâ altyapısı, moda teknolojileri alanında ileri bir uygulamayı temsil etmekte ve projenin özgün değerini ortaya koymaktadır.

Diğer yandan, projenin bazı kısıtları da bulunmaktadır. Moda tercihlerinin son derece öznel olması nedeniyle her kullanıcı için "ideal" kombini yakalamak zordur. Yapay zekâ modeli genel eğilimlere ve verilere dayanarak öneriler üretse de bazı kullanıcılar önerileri kendi zevklerine göre yetersiz bulabilir. Bu sorunu aşmak amacıyla modelin kullanıcı geri bildirimlerini sürekli öğrenerek önerilerini adapte etmesi planlanmıştır (Yaswanthraj et al., 2024). İkinci olarak, uygulamanın OpenAI ve Bing gibi harici

servislere bağımlı çalışması, bu servislerde yaşanabilecek kesintilerin bazı özellikleri geçici olarak aksatabileceği anlamına gelir. Benzer şekilde, internet bağlantısı olmadan uygulamanın yapay zekâ ve görsel arama işlevleri kullanılamamaktadır. Ancak bu durum, çevrimdışı kullanım ihtiyacının görece az olması nedeniyle günümüzün birçok mobil uygulaması için kabul edilebilir bir kısıttır. Bir diğer önemli husus veri güvenliği ve mahremiyettir. kombin Öneriler, kullanıcıların dolap görsellerinden stil tercihine kadar pek çok kişisel veriyi işlemektedir. Projede bu verilerin gizliliği ve güvenliği için endüstri standardı önlemler alınmış, yasal mevzuata (KVKK/GDPR) uyum sağlanmıştır. Kullanıcı verilerinin izinsiz üçüncü taraflarla paylaşılmaması ve talep halinde kalıcı olarak silinebilmesi temin edilmiştir. Son olarak, platformun sosyal bir ortam sunması içerik moderasyonu ihtiyacını da beraberinde getirebilir. Topluluk kurallarına aykırı paylaşımların ve olumsuz etkileşimlerin önlenmesi için uygulamanın ilerleyen aşamalarında ek moderasyon mekanizmalarına ihtiyaç duyulabilecektir.

Genel değerlendirmek gerekirse, Kombin Öneriler projesi hedeflediği işlevleri tek bir uygulamada başarıyla bütünleştirerek moda alanında özgün bir kullanıcı deneyimi ortaya koymuştur. Kişisel stil asistanı, dijital gardırop yöneticisi ve sosyal moda paylaşım ağı işlevlerini buluşturan bu proje, benzerlerinden ayrışan bütüncül bir çözüm sunmaktadır. İlerleyen dönemlerde kullanıcı geri bildirimleri ve teknolojik gelişmeler doğrultusunda uygulamanın daha da akıllı ve işlevsel hale gelmesi mümkündür; örneğin artırılmış gerçeklik ile sanal kombin denemeleri veya daha gelişmiş görsel analiz özellikleri gelecekte entegre edilebilir. Mevcut haliyle kombin Öneriler, kullanıcı odaklı tasarım ve yapay zekâ entegrasyonunun moda teknolojilerinde kullanımına dair önemli bir örnek teşkil etmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Kombin Öneriler projesi sonucunda, moda tutkunları için kişiselleştirilmiş stil önerileri, dijital gardırop yönetimi ve sosyal etkileşimi bir arada sunan yenilikçi bir mobil platform geliştirilmiştir. Projenin başında belirlenen "kullanıcıya özel ve etkileşimli bir stil deneyimi sağlama" amacına uygun olarak yapay zekâ destekli kombin öneri motoru ile görsel arama altyapısı başarılı bir şekilde entegre edilmiş; kullanıcıların geri bildirim alıp ilham paylaşabileceği sosyal bir topluluk ortamı oluşturulmuştur. Böylece daha önce farklı uygulamalardan parça parça elde edilen işlevler tek bir çatı altında toplanarak moda meraklılarının ihtiyaç duyduğu bütüncül deneyim sağlanmıştır.

Geliştirilen prototip uygulama, küçük çaplı kullanıcı testlerinden olumlu geri dönüşler almıştır. Bununla birlikte, gerçek kullanıcı kitlesiyle geniş ölçekli denemeler yapıldığında yeni geliştirme ihtiyaçlarının ortaya çıkması muhtemeldir. Bu doğrultuda uygulamanın sürdürülebilirliği ve iyileştirilmesi için uzun vadeli bir plan hazırlanmıştır. İlk kararlı sürümün Google Play Store üzerinden yayınlanması öncesinde farklı Android cihazlarda kapsamlı testler yapılarak olası hata ve performans sorunları giderilecek, yayın sonrası ise sürüm kontrolü ve hata takibi GitHub üzerinde devam edecektir. Kullanıcılardan alınan geri bildirimler düzenli olarak analiz edilerek belirli aralıklarla güncellemeler yayınlanacaktır. Bu güncellemeler ile hem mevcut özelliklerin iyileştirilmesi hem de mevsimsel moda temaları, trend alarmı gibi yeni işlevlerin yanı sıra yapay zekâ modülünün daha gelişmiş sürümlerinin eklenmesi hedeflenmektedir. Ayrıca, artan kullanıcı sayısına paralel olarak bulut altyapısı ölçeklendirilerek performans ve güvenilirliğin korunması sağlanacaktır.

Ayrıca uygulama gerçek ortamdaki kullanıma başladıktan bir süre sonra kapsamlı bir veri analizi gerçekleştirilmesi planlanmaktadır. Hangi özelliklerin en yoğun kullanıldığı, yapay zekâ önerilerinin hangi durumlarda daha başarılı veya yetersiz kaldığı, sosyal etkileşimlerin platforma katkısı gibi metrikler incelenerek proje çıktıları akademik açıdan değerlendirilecektir. Böylelikle hem uygulamanın etkinliği objektif olarak ölçülmüş olacak hem de benzer çalışmalar yapacak araştırmacılar için değerli bir bilgi kaynağı oluşturulacaktır.

Sonuç itibarıyla kombin Öneriler, dijital moda dünyasında kişisel stil yönetimi ile sosyal etkileşimi harmanlayan bütünleşik bir çözüm ortaya koymuştur. Günlük kombin yapma sürecini kullanıcılar için kolay ve eğlenceli hale getiren ve kişiye özel tavsiyelerle destekleyen bu platformun yaygın kullanımı halinde, kullanıcıların stil alışkanlıklarında olumlu bir dönüşüm yaratması beklenmektedir. Projenin, gelişen teknolojiye paralel olarak ve kullanıcı topluluğundan gelen geri bildirimlerle sürekli evrilerek sürdürülebilir bir moda asistanı olarak varlığını sürdürmesi hedeflenmektedir.

Kaynakça

Hughes, H. (2021, June 29). Digital wardrobe app Whering attracts 20,000 users within first year. FashionUnited. Retrieved from https://fashionunited.uk

McDowell, M. (2023, October 10). Fashion is still trying to recreate the Clueless closet. Can AI help? Vogue Business. Retrieved from https://www.voguebusiness.com

Paschmann, J. W., Bruno, H. A., van Heerde, H. J., Völckner, F., & Klein, K. (2024). Driving mobile app user engagement through gamification. Journal of Marketing Research, in press (Jens Paschmann). https://doi.org/10.1177/00222437241275927

Ultralytics. (2020). YOLOv5 (Version 7.0) [Computer software]. Zenodo. https://doi.org/10.5281/zenodo.3908559

Yaswanthraj, S., Nadar, P. K., Moorthy, M. S., & Sivakumar, S. (2024). AI-based outfit recommendation system. Unpublished manuscript. Retrieved from ResearchGate ((PDF) AI-BASED OUTFIT RECOMMENDATION SYSTEM)

MERMER SANAYİSİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK İÇİN BİR ÖNERİ: YAPAY WOLLASTONİT ÜRETİMİ

Elif ARANCI ÖZTÜRK[1]
Yunus Emre BENKLİ[2]
Selçuk KARATAŞ[3]

Özet

Mermer atıkları, mermer madenciliği ve işleme süreçleri sonucunda ortaya çıkan ve genellikle ekonomik değeri göz ardı edilen yan ürünlerdir. Giderek artan çevre bilinci ve sürdürülebilirlik hedefleri çerçevesinde, bu atıkların etkin bir biçimde değerlendirilmesi, hem çevresel kirlenmenin önlenmesine yönelik stratejiler geliştirmekte hem de ekonomik açıdan çeşitli fırsatlar sunmaktadır.

Bu çalışma, Ülkemizde mermer işleme tesislerinde ortaya çıkan atık mermer tozlarının değerlendirilerek sentetik wollastonit üretiminde kullanılabilirliğini araştırmaktadır. Çalışmada, Elazığ ve Van bölgelerinden temin edilen mermer ve granit atıkları belirli oranlarda karıştırılarak çeşitli sürelerde öğütülmüş ardından farklı süre ve sıcaklıklarda sinterlenme işlemlerine tabi tutulmuştur. Sonuçlar, öğütme işleminin wollastonit oluşum sıcaklığını düşürdüğünü ve bu atıklarının sentetik wollastonit üretimi için uygun bir kaynak olduğunu göstermektedir. Bu süreç, hem çevresel sürdürülebilirlik açısından atık yönetimine katkı sağlamakta hem de yüksek katma değerli bir ürün üretimiyle ekonomik fayda sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Mermer Atıkları, Yapay Wollastonit, Öğütme, Katı Hal Reaksiyonu, Doğal Taş, Katma Değerli Ürünler.

[1]Dr. Öğr. Üyesi, Balıkesir Üniversitesi, elif.ozturk@balikesir.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8362-7332
[2]Dr. Öğr. Üyesi, Atatürk Üniversitesi, yebenkli@atauni.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7318-2552
[3]Dr. Öğr. Üyesi, Fırat Üniversitesi, skaratas@firat.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8693-2487

1. Giriş

Mermer, estetik özellikleri ve dayanıklılığı sayesinde pek çok sektörde yaygın olarak kullanılan değerli bir doğal taştır. Ancak, çıkarım ve işleme süreçlerinde oluşan atık miktarının yüksekliği, sektörde önemli çevresel ve ekonomik sorunlara yol açmaktadır. Üretim sürecinin her iki aşamasında da (blok çıkarımı ve nihai ürün üretimi) ciddi miktarda atık meydana gelmekte olup toplam atık oranı %30-50 aralığında değişmektedir. Mermer tozu, blokların ve plakaların şekillendirme sürecinde oluşan ve büyük çoğunluğu da 300 µm altında olan en küçük boyutlu mermer atıklarıdır. Kesme prosesleri boyunca su, kesme ucunun aşırı ısınmasını ve toz oluşumunu önlemek için kullanılır. Özellikle kesim işlemlerinde mermer tozunun suyla karışarak oluşturduğu çamur, çökeltme havuzlarına taşınmakta ve burada biriken atıkların büyük kısmı değerlendirilemeden doğaya bırakılmaktadır (Aydın & Karakurt, 2020; G. Can, 1991). Bu atıklar kullanım alanı bulamaması durumunda büyük ölçüde ekonomik kayba neden olmaktadır. Ülkemizin sahip olduğu 5,1 milyar m^3'lük mermer rezervi dikkate alındığında, atıkların çevreye ve ekonomiye etkisi daha da önem kazanmaktadır. Bu durum, mermer sanayisinde sürdürülebilir çözümlerin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır (T.C. Ticaret Bakanlığı, 2021).

Ülkemizde mermer atıklarının değerlendirilmesine yönelik birçok akademik çalışma yapılmıştır. Çimento, beton ve seramik uygulamaları da bu alanda öne çıkan başlıklardandır. Büyükünsal ve Akkuş (2024), parke taşı üretiminde %60 oranına kadar mermer atıklarının agrega olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur (Büyükünsal & Akkuş, 2024). Toprak ve arkadaşları (2022), tuğla, kiremit ve mermer atığı tozlarından jeopolimer harç üretmiştir (Toprak vd., 2022).

Corinaldesi ve ekibi (2010), mermer tozlarının çimento yerine %10'a kadar kullanılabileceğini belirtmiştir (Corinaldesi vd., 2010). Ülkemizde bu bulgular, Ergün (2011) tarafından Afyonkarahisar mermer atıkları ve diyatomit ile doğrulanmış; %5 mermer tozu ve %10 diyatomit ikamelerinin betonun basınç ve eğilme dayanımını artırdığı belirlenmiştir (A. Ergün, 2011). Alyamaç ve İnce (2009), vişne, altın ve beyaz mermer tozlarını kendiliğinden yerleşen beton (SCC) uygulamalarında kullanmıştır (Alyamaç & İnce, 2009). Topçu ve arkadaşları (2009) da Afyonkarahisar mermer atıkları ile Yatağan termik santral uçucu külünü birleştirerek SCC beton karışımlarında kullanımını incelemiştir (Topçu vd., 2009). Türkmenoğlu ve ekibi (2015) ise, mermer tozu ve Van pomzası kullanarak SCC beton üretmiştir (Türkmenoğlu vd., 2015). Göktaş ve Erdemoğlu (2014) tarafından da, Afyon İscehisar Mermer Kalkınma Kooperatifi'nin atık havuzundan temin edilen beyaz mermer tozu çamuru yer karosu üretiminde değerlendirilmiştir (Göktaş & Erdemoğlu, 2014). Merkit ve arkadaşları (2018), zeolit ve mermer tozu kullanarak CAS seramikleri üretmiştir (Merkit vd., 2018). Aynı yıl Soydan ve ekibi (2018), Bilecik yöresine ait mermer atıklarından fiber-sement (elyaf takviyeli çimento matrisli kompozit) üretimi gerçekleştirmişlerdir (Soydan vd., 2018). Yeşilay (2018), mermer atıklarının seramik sır yapısında kullanılabileceğini göstermiştir (S. Yeşilay, 2018). Bilgin ve arkadaşları (2012) ise bu atıkların tuğla endüstrisinde kullanımını araştırmıştır (Bilgin vd., 2012).

Enerji üretimi bağlamında ise Alagöz ve Şahin (2020), atık mermer tozlarını katalizör olarak kullanarak haşhaş yağından biyodizel üretmiştir (Alagöz & Şahin, 2020). Mineral bazlı ürünlerin üretimi açısından Ercan ve arkadaşları (2018), Muğla Beyazı mermer atıklarından herhangi bir zenginleştirme işlemine gerek kalmadan yaş ve kuru öğütmeyle öğütülmüş kalsiyum karbonat (GCC) üretiminin mümkün olduğunu ortaya koymuştur (Ercan vd., 2018). Benzer şekilde Öncül (2024), "Limra" ticari ismi ile satışı yapılan doğal taşlara ait kesme ve şekillendirme işlemlerinden kaynaklanan küçük tane boyutlu doğal taş atıklarını atritör değirmende öğüterek mikronize kalsit olarak kullanılabileceğini göstermiştir (G. Ö., Susam, 2024). Akbulut ve Gürer (2007), Afyonkarahisar-İscehisar'daki mermer ve andezit ocağı atıklarından üretilen geri dönüştürülmüş agregaların asfalt kaplamalarda kullanım potansiyelini incelemiştir (Akbulut & Gürer, 2007).

Son olarak, Karaşahin ve Terzi (2007), mermer tozlarının asfalt karışımlarında dolgu malzemesi olarak kullanılabileceğini ve bu malzemelerin taşıma maliyetinin dolgu malzemelerinin satın alma maliyetinden daha düşük olduğunu vurgulamıştır (Karaşahin & Terzi, 2007).

Mermer atıklarının farklı sektörlerde kullanımına yönelik yapılan tüm bu çalışmalar incelendiğinde Ülkemizde atıkların değerlendirilmesi amacıyla akademik bir çaba sarf edildiği görülmektedir. Ancak, sektörün hazır hammadde kullanmaya meyilli yapısı, bu potansiyelin yeterince değerlendirilemediğini göstermektedir. Bu bağlamda, mermer atıklarının yalnızca alternatif dolgu veya yapı malzemesi olarak değil, daha yüksek katma değerli ürünlerin hammaddesi olarak değerlendirilmesi sürdürülebilirlik açısından kritik önem taşımaktadır. Bu amaçla, kalsiyum karbonat içeriği yüksek olan mermer atıklarının dönüşümünden elde edilebilecek yapay wollastonit üretimi, hem endüstriyel hem de çevresel anlamda yenilikçi bir çözüm olarak öne çıkmaktadır.

Wollastonit, kimyasal formülü $CaSiO_3$ olan, doğada nadiren saf halde bulunan kalsiyum metasilikat mineralidir. İğnemsi bir kristal yapıya sahip olan bu mineral, genellikle beyaz ancak içerdiği empüritelere bağlı olarak gri, krem, kahverengi, soluk yeşil ya da kırmızı renklerde olabilir.

Wollastonit, kimyasal olarak inert, metalik olmayan ve alkalin karakterli bir mineraldir. Yaklaşık 9,9 pH değerine sahip olan bu mineral asitlere karşı gösterdiği direnç ve erime noktasının oldukça yüksek olmasıyla yüksek sıcaklıklara dayanıklılığı ile çeşitli alanlarda tercih edilir. Saf haldeyken parlak beyaz renkte olan wollastonit, düşük kızdırma kaybı, düşük yağ ve çok düşük nem absorbsiyonu gibi özellikler gösterir. Bu sayede özellikle kaplama, seramik ve plastik endüstrilerinde tercih edilir. Ayrıca iyi bir termal yalıtım malzemesi olmasının yanı sıra, yüksek beyazlık derecesi ve iyi dielektrik özellikleriyle dikkat çeker. Mohs sertlik skalasında 5 değerine sahip olan wollastonit, yaklaşık 2,9 g/cm³ özgül ağırlığı ile nispeten hafif bir mineraldir. UV ışınları altında floresans özelliği göstermesi, onu bazı özel optik uygulamalarda da avantajlı hale getirir. Tüm bu özellikleri sayesinde wollastonit, birçok endüstriyel alanda katkı maddesi veya fonksiyonel dolgu malzemesi olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Eşitlik 1 ile wollastonit oluşumu tanımlanmaktadır.

$$SiO_2 + CaCO_3 = CaSiO_3 + CO_2 \quad (1)$$

Bileşimi %48.3 CaO ve %51.7 SiO_2'den oluşmaktadır. Saf wollastonitin erime sıcaklığı genellikle 1540 °C olarak kabul edilir. Kalsiyum silikat malzemesinin mineral fazlarının dönüşümü, kireçtaşının (825 °C) ve silika kumunun (1650 °C) erime noktasına bağlı olan molar orana göre değişir (Rashid vd., 2014). Wollastonit konusunda genel olarak açık işletmecilik yapılmaktadır. Eser miktarda alüminyum, magnezyum, potasyum, manganez, demir, sodyum ve stronsiyum içermektedir. Bu nedenle üretilen cevher triye edilmekte, kırılarak uygun tane iriliğine getirilip istenmeyen mineralleri uzaklaştırmak için yaş proses, yüksek alan şiddetli manyetik sèperasyon ve/veya flotasyon gibi cevher zenginleştirme yöntemleri uygulanarak yüksek saflıkta, ticari kalitede wollastonit elde edilebilmektedir (G. Can, 1991). Dünya wollastonit kaynakları tam olarak hesaplanmamıştır. En büyük rezervler ve küresel wollastonit üreticileri Çin, Finlandiya, Hindistan, Meksika, Kanada ve Amerika Birleşik Devletleri'nde bulunmaktadır (Çinku vd., 1997).

Ülkemizde de MTA Genel Müdürlüğü kayıtlarına geçmiş wollastonit yatakları Bursa (muhtemel rezerv 1.078.600 ton), Balıkesir (mümkün rezerv 500.000 ton) ve Çanakkale illerinde bulunmaktadır. Ancak ne yazık ki ülkemizde bulunan bu değerli hammaddenin üretimi yapılmadığı gibi rezervi konusunda da sağlıklı bir bilgi bulunmamaktadır. Üretimi geçmiş yıllarda yapılmış olan bu hammaddenin ithalat yoluyla ve yüksek fiyatlarla temin edilmesi tüketimini kısıtlamıştır (Haner & Haner, 2014). Çanakkale Seramik Fabrikası A.Ş.'nin 11.12.1979 tarihine kadar işletmiş olduğu (yaklaşık 10 yıl) Balıkesir ili,

Kepsut ilçesi, Serçeören köyündeki wollastonit cevheri sadece triyajla (elle ayıklama) bile seramik endüstrisinde kullanılabilecek kaliteye gelebildiği belirtilmiştir (Haner & Çuhadaroğlu, 2013). Kepsut'taki %46,7 CaO tenörlü yataktan geçmiş yıllarda 100.000 tonun üzerinde üretim yapılmıştır (T.C. Güney Marmara Kalkınma Ajansı [GMKA], 2011).

Doğal olarak saf halde bulunmayan ve kullanılacağı sektöre göre boy/çap oranı, tane boyutu ve kimyasal içeriği değişen wollastonit çeşitli yöntemlerle sentetik olarak da imal edilebilmektedir. Bu bağlamda ABD, Danimarka, İtalya, Almanya ve Rusya'da sentetik meta silikatlar üretildiği görülmektedir. Yapay wollastonit üretimi genellikle kalsiyum içerikli bileşikler (örneğin $CaCO_3$, yani kalsit) ile silikalı bileşiklerin (örneğin SiO_2) belirli oranlarda karıştırılarak yüksek sıcaklıkta (900-1400 °C) ısıl işlemden geçirilmesiyle gerçekleştirilir (Rashid vd., 2014). Bu amaçla genellikle şu hammaddeler kullanılabilir:

Kalsiyum kaynaklı olanlar: Tebeşir (kalsiyum karbonat içerir), Kalsiyum karbonat, Kalsiyum silikat (hem kalsiyum hem silisyum içerir, ancak kalsiyum açısından da kaynaktır), Sönmemiş kireç (kalsiyum oksit), Dolomit (kalsiyum ve magnezyum karbonat içerir, kalsiyum kaynağıdır), Kalker ve kireç taşı (kalsiyum karbonat içerir, kalsiyum kaynağıdır)

Silisyum kaynaklı olanlar: Silis kumu (yüksek oranda silika içerir), Kuvars kumu (silisyum dioksit içerir), Diatomit (silisli yapıya sahip doğal bir malzeme), Titan (genelde titanyum dioksit formunda kullanılır, doğrudan silisyum kaynağı değildir ancak katkı malzemesi olarak yer alabilir), Kum (genellikle silis içerir ama bölgesel olarak bileşimi değişebilir; çoğunlukla silisyum kaynağı kabul edilir).

Yapay wollastonit üretiminde kullanılan teknikler arasında katı-hal reaksiyonu, sol-jel yöntemi, hidrotermal sentez gibi yöntemler de yer almaktadır (Rashid vd., 2014; A. B. Y. Hazar, 2007). Endüstriyel ölçekte uygulanabilirliği en yüksek olan yöntem ise genellikle katı karışımın döner fırınlarda sinterlenmesi yoluyla üretimdir.

Wollastonit çok çeşitli endüstriyel uygulamalarda kullanılmaktadır. Başlıca kullanım alanları şu şekildedir:

Seramik ve Porselen Endüstrisi: Seramik sağlık gereçleri; lavabo, eviye, klozet, rezervuar, bide, pisuar gibi sırlı veya sırsız, beyaz renkli ürünleri kapsayan, banyo, tuvalet ve mutfak gibi alanlarda kullanılan; istihdam ve döviz girdisiyle ülke ekonomisine önemli katkı sağlayan, Türkiye'nin üretim ve ihracatta Avrupa birincisi olduğu güçlü bir sanayi dalıdır. Wollastonit, toz formundaki tüketiminin en büyük bölümünü oluşturan seramik sektöründe (%40–45), sır ve gövde bileşimlerinde çatlamayı önlemek, dayanımı artırmak ve pişme sıcaklığını düşürmek amacıyla kullanılır. Isı genleşmesini önlemesi bakımından aranan bir katkı maddesidir.

Boya ve Kaplama Endüstrisi: Boya kaplamalarında mekanik mukavemeti artırır, kötü hava koşullarına ve aşınmaya karşı direnci geliştirir. Beyaz rengi ve parlaklığı sayesinde solgun boyalara canlılık kazandırır. Bazik yapısı sayesinde metal astar boyalarında kullanılır; asidik ortamlarda boyayı korur ve stabilize eder. Dış cephe boyalarında kendi kendini temizleme, küf direnci ve yalıtım gibi özellikler kazandırır. Ayrıca özel tane yapısıyla hava şartlarına karşı dayanıklılığı artırır ve bazı özel boyalarda aşındırıcı olarak da kullanılabilir.

Plastik ve Polimer Sanayi: Sentetik wollastonit bu alanda daha çok kullanılır. Takviye dolgu maddesi olarak, özellikle otomotiv ve inşaat plastiklerinde mekanik özellikleri iyileştirir. Düşük elektrik

iletkenliği yalıtkan plastiklerin üretimine olanak sağlar. Örneğin, polipropilende %40 wollastonit katkısı ile elektriksel yalıtım özelliklerine sahip bir malzeme elde edilir.

Kauçuk Sanayi: Sertliği ve aşınma direncini artırmak için katkı maddesi olarak kullanılır.

Çimento ve Beton Üretimi: Wollastonit, çimentoya katkı olarak kullanıldığında dayanımı artırabilir ve sülfat saldırılarına karşı direnç sağlayabilir.

Cam Sanayi: Opaklaştırıcı ve akışkanlaştırıcı katkı maddesi olarak kullanılır.

Tarım: Özellikle asidik toprakların pH'ını düzenlemede toprak düzenleyici olarak kullanımı araştırılmaktadır.

Asbest İkamesi: Asbestin en geniş kullanımı beton boru dökümünde mekanik mukavemet kazandırmak içindir. Yüksek boy/çap oranlı wollastonitin uzun dilinim parçacıkları, bu uygulamadaki asbestin taklidini yapabilmektedir. Wollastonit, contalardaki asbest yerine de kullanılmaktadır.

Metalurji: Cüruf kontrolü ve akışkanlık düzenleyici olarak yüksek sıcaklık işlemlerinde kullanılır. Düşük sıcaklıklarda ergime özelliği olan wollastonit, sac yapımında uygulanan sürekli döküm işlemi için önemli bir katkıdır. Kaynak toz formülasyonunda, kaynak elektrotlarında yanma karakteristiklerini geliştirmek ve kıvılcımı engellemek için kullanılır. Wollastonit fren pistonu, fren balatası ve debriyajlar gibi sürtünmeli ürünlerde önemli bir katkı maddesidir. Ek olarak, aşındırıcı özelliği olan seramikler ve disk şeklindeki bileme taşlarının imalinde, refrakterlerde çabuk aşınıp tükenmeyi engellemek için kullanılır ve dayanımı artırırken, yoğunluğu değiştirmez. En yüksek dayanım böyle bir karışımın 1200 ^{o}C sıcaklığa tabi tutulup soğutulması ile elde edilir. Mineral yünü eldesinde de kullanılır. Bu kullanım için hammadde öğütülür, sonra macun haline gelene kadar suda karıştırılarak 1500 ^{o}C'deki fırınlara gönderilir. Bu fırınlarda viskoz kütleler yerine gayet ince fiberler elde edilir. Bu fiberler bir başka bölümde tabakalanır, sarılır, ambalajlanır ve ses ve ısı izolasyonlarında çok geniş bir uygulama alanı bulur.

Wollastonitin yeni bir kullanım alanı da sentetik kemik implantlarıdır. Kemik kayıplarında kullanılan bu implantlar β-vollastonit (genelde α-vollastonitten sentetik olarak üretilmiş form) içermektedir. Bu implantlar, kemik dokusuyla hızlı bir şekilde güçlü bağlar kurduğu için, omur protezlerinde etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca yapay olarak üretilen wollastonitin biyoaktif malzeme olarak kullanılabilirliğine dair birçok çalışma yapılmıştır (A. B. Y. Hazar, 2007; Long vd. 2006). Ancak henüz atık mermer tozları ile üretilen wollastonitin bu amaçla kullanımı incelenmemiştir.

Bu çalışmada doğal bir mineral olarak Ülkemizde de bulunan wollastonitin içeriğine bağlı olarak cevher hazırlama ve zenginleştirme işlemlerine tabi tutulacağı göz önüne alındığında hali hazırda birçok soruna yol açan bir atıktan yapay olarak yüksek saflıkta üretilebilirliğinin incelenmesi amaçlanmıştır. Elde edilecek ürünle pek çok endüstride kullanılabilecek özelliklere sahip katma değerli bir dönüşüm işlemi gerçekleştirilmiş olacaktır.

Bu çalışmanın odaklandığı yapay wollastonit üretimi, yalnızca mermer atıklarının değerlendirilmesine değil, aynı zamanda Birleşmiş Milletler tarafından 2015 yılında kabul edilen "Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Gündemi" kapsamındaki amaçlara da doğrudan katkı sunmaktadır. Özellikle 9. Amaç olan "Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı" başlığı altında, çevresel olarak daha sağlam ve kaynakları verimli kullanan üretim süreçlerinin benimsenmesi; ve 12. Amaç olan "Sorumlu Üretim ve Tüketim" kapsamında yer alan doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi, atıkların yaşam döngüsü boyunca

çevresel açıdan güvenli bir şekilde yönetilmesi ve katı atık üretiminin azaltılması gibi hedefler dikkat çekmektedir. Bu bağlamda, mermer atıklarının katma değerli bir ürüne dönüştürülmesi, yalnızca ekonomik fayda sağlamakla kalmamakta, aynı zamanda çevresel yükü azaltarak sürdürülebilir kalkınma hedeflerine de somut katkı sunmaktadır (Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları, 2025).

2. Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada Elazığ ve Van mermer üretim tesislerinde kesim işlemi sırasında oluşan mermer tozları çamur halinde temin edilmiştir.

2.2. Metot

Mermer çamurları öncelikle Elektromag marka etüvde 110 °C'de 4 saat kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Kurutma işlemlerinin ardından tozlara seramik bilyalı değirmende 30 dk. öğütme işlemi uygulanmış ve ardından numuneler 75 mesh'lik elekle elenmiştir. Numunelere Elazığ Seza Çimento Fabrikasında bulunan Malvern Panalytical Zetium XRF cihazı ile kimyasal analiz, Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü'nde bulunan Perkin Elmer Pyris Diamond SII DTA/TG cihazı ile termogravimetrik analizler yapılmıştır.

Ardından numuneler Eşitlik-2 uyarınca kalsiyum karbonatın kalsinasyon işlemleri için 1000 °C'de 180 dakika işleme tabi tutulmuştur.

$$CaCO_3 + ısı \rightarrow CaO + CO_2 \quad (2)$$

Eşitlik-3'te verilen reaksiyonun gerçekleşmesini sağlamak amacıyla, kalsinasyon sonucu elde edilen ürünler, CaO/SiO_2=1:1 mol oranında karıştırılmış ve bilya/karışım oranı 20:1 olacak şekilde atritör değirmende 4, 8 ve 12 saat süreyle öğütülmüştür.

$$SiO_2 + CaO = CaSiO_3 \quad (3)$$

Öğütülmüş ve öğütülmemiş karışımlar üzerinde, sentetik wollastonit elde etmek amacıyla 900, 1000 ve 1100 °C sıcaklıklarda, her bir sıcaklık için 120, 240 ve 360 dakika süreyle katı hal reaksiyonları uygulanmıştır.

3. Bulgular

Numune kodlamaları ve numunelerde kurutma sonrası görülen ağırlık kaybı Tablo 1'de verilmiştir. V-1 ve V-2 numuneleri şlam halinde olduğundan en yüksek ağırlık kaybı bu numunelerde görülmüştür.

Tablo 1. Numune kodları ve içerdikleri su miktarı (%)

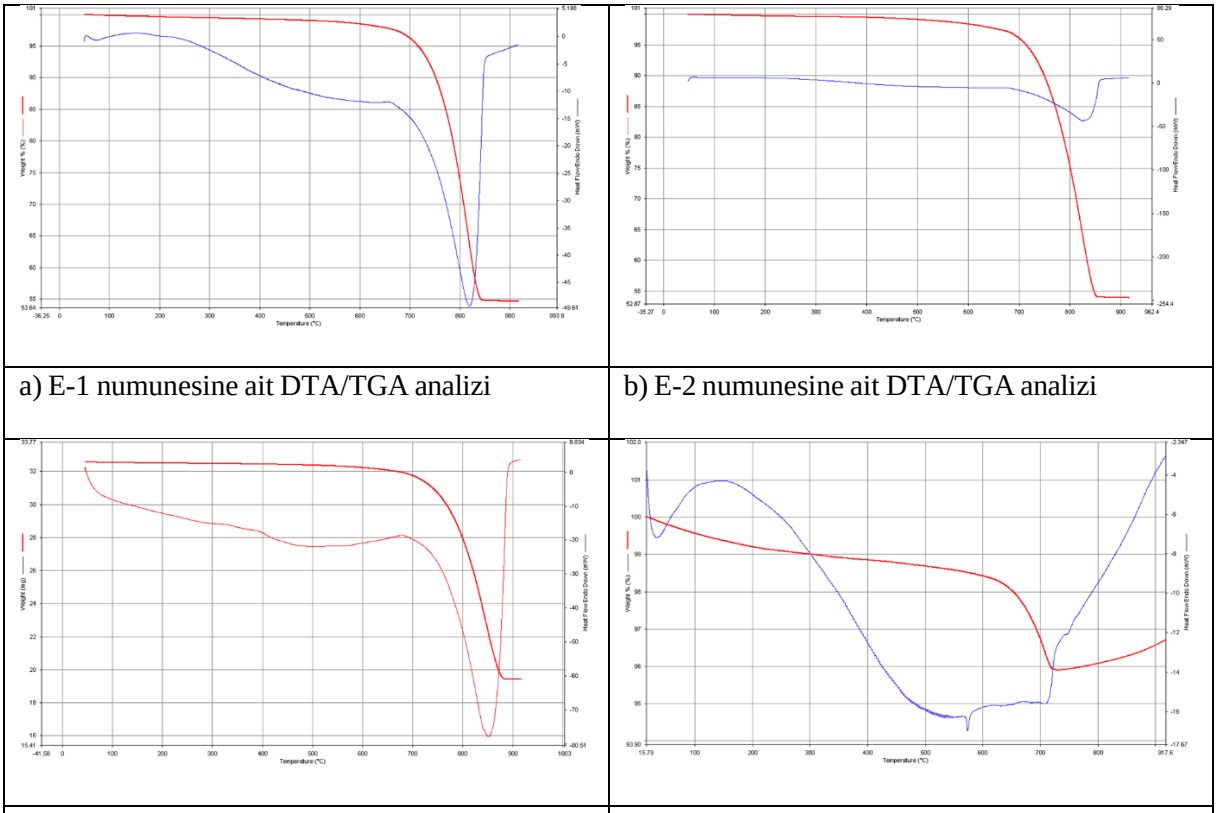
Numune Kodu	Numune Alınan Bölge ve Tür Bilgisi	Ağırlık Kaybı (%)
E-1	Elazığ Organize Sanayi 1. Bölge kesim atığı	9
E-2	Elazığ Organize Sanayi 1.Bölge kırmızı mermer kesim atığı	8
E-3	Elazığ Organize Sanayi 1.Bölge oniks kesim atığı	10
V-1	Van Mermer mermer kesim atığı	25
V-2	Van Mermer granit kesim atığı	21

Yapılan XRF analizleri sonucunda elde edilen veriler Tablo 2'de görülmektedir. En yüksek %CaO bileşimi E-1 kodlu numunede, en düşük V-2 kodlu numunede ölçülmüştür. En yüksek %SiO_2 oranı V-2 kodlu numunede elde edilmiştir. Çalışmada CaO kaynağı olarak E-1, E-2, E-3 ve V-1 kodlu numunelerin kullanımı kararlaştırılmış, granit artığı V-2 kodlu numunede SiO_2 kaynağı olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 2. Numunelerin kimyasal analizleri

	SiO_2(%)	CaO(%)	Al_2O_3(%)	Fe_2O_3(%)	Na_2O(%)	K_2O(%)	Kızdırma Kaybı(%)
E-1	1,20	52,64	0,13	0,20	0,07	0,03	44,0234
E-2	8.01	39,89	0,16	2,29	0,14	0,02	44,1864
E-3	0,02	42,27	0,05	0,11	0,25	0,03	48,0900
V-1	0,66	48,70	0,07	0,13	0,11	0,03	45,4738
V-2	49,36	16,92	12,51	8,10	6,57	1,36	16,5917

Numunelere yapılan DTA/TGA analiz sonuçları Şekil 1'de verilmiştir. Normal şartlarda kalsiyum karbonatın kalsinasyon reaksiyonuyla ayrışması 840 °C'de meydana gelirken Şekil 1'den de görüldüğü gibi numunelerde parçalanma sıcaklığının daha düşük değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun nedeni malzeme bünyesindeki silikat minarelidir. Silikat, $CaCO_3$'ün parçalanma sıcaklığını düşürmektedir.



a) E-1 numunesine ait DTA/TGA analizi

b) E-2 numunesine ait DTA/TGA analizi

c) V-1 numunesine ait DTA/TGA analizi

d) V-2 numunesine ait DTA/TGA analizi

Şekil 1. Mermer tozu atıklarına uygulanan DTA/TGA analiz sonuçları

Kalsinasyon işlemlerinde 2 nolu reaksiyon gereğince maksimum kütle kaybı ($CaCO_3$ oranının %99.9 olduğu bir numune için) % 44 olmalıdır ve kalsinasyon işleminden sonra CaO oranı %56 olmalıdır (Tablo 3).

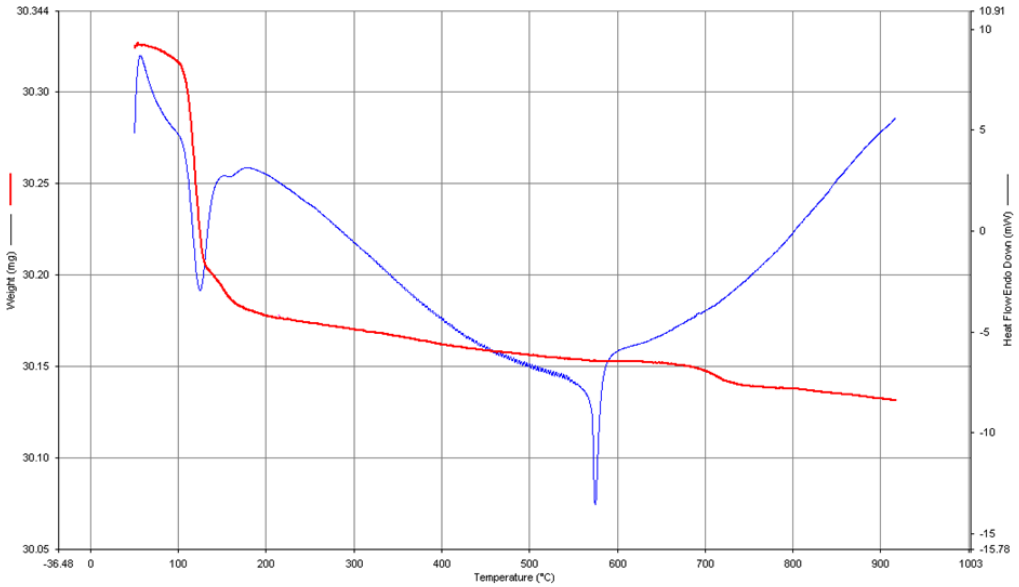
Tablo 3. Kalsinasyon işleminde elde edilen veriler

Numune	Giren (g)	Çıkan (g)	Çıkması gereken (g)	Empürite (g)	Nem (g)	Kayıp(g)
E-1	80	45	44.8	0.2	-	35
E-2	65	39	36.4	2.6	-	26
E-3	150	80	84	-	4	70
V-1	80	43	44.8	-	1.8	37

Tablo 3'te verilen kalsinasyon verileri ve DTA/TGA analizleri incelendiğinde, karbondioksit gazının uzaklaşmasıyla teorik olarak elde edilmesi gereken kütleden daha yüksek bir artık kütle elde edildiği gözlemlenmiştir. Bu durum, XRF analizlerinde tespit edilen empüritelerin kalsinasyon sonrasında da numunede kaldığını ve toplam kütleyi artırdığını göstermektedir. Bununla birlikte, analiz sonuçları

numunelerdeki kalsiyum oksit (CaO) içeriğinin, sentetik wollastonit üretimi için gerekli olan kimyasal bileşime uygun olduğunu ortaya koymaktadır.

Atritör değirmende değişik sürelerde uygulanan öğütme işlemlerinde artan öğütme süresiyle birlikte topaklaşmaların meydana geldiği görülmüştür. Yüzey alanlarında meydana gelen artış neticesinde karışımı oluşturan tozların mekanik aktive olduğu söylenebilir. Ancak aglomerasyonun meydana gelmesi uygulanacak diğer işlemlerin olumsuz etkilenmesine sebep olabilmektedir. Bu nedenle 4 saat öğütme işlemlerinin sonucunda elde edilen karışıma uygulanan DTA/TGA analiz sonucu ise Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 2. 4 saat öğütme işleminin sonucunda elde edilen karışıma uygulanan DTA/TGA analiz sonucu

DTA/TGA analizi sonucunda öğütülmemiş ve öğütülmüş karışımlarda kütle kaybı ve kalsinasyon sıcaklığında belirgin bir değişimin olduğu belirlenmiştir. Bu değişim, öğütülmüş karışımdaki karbonatın daha düşük sıcaklıklarda parçalanması şeklinde ortaya çıkmıştır. Böylece, öğütmenin wollastonitin oluşum sıcaklığını düşürmek üzere bir aktivasyona yol açtığı ortaya çıkarılmıştır. Öğütülmemiş ve çeşitli sürelerde öğütülmüş karışımlara çeşitli sıcaklık ve sürelerde gerçekleştirilen sinterleme işlemi neticesinde katı hal reaksiyonları gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ürünlere XRD ve SEM analizleri yapılarak söz konusu atıklardan sentetik wollastonit üretiminin ispatı yapılmış olacak ve böylece en uygun parametreler belirlenecektir.

4. Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak, üretilen kalsiyum silikatın saflığı, her bir fırınlama sıcaklığında meydana gelen CaO ve SiO_2 arasındaki kimyasal reaksiyondan etkilenmiştir. Ürünlerin yoğunluğu artan sıcaklık değerleri ile artarken, başlangıç ham maddelerinin kimyasal içeriğinin önemli olduğu görülmüştür. Öğütme işleminin katı hal reaksiyonlarının daha düşük sıcaklıklarda meydana gelmesini sağladığı ancak artan sürelerde olumsuz etkisinin olduğu da tespit edilmiştir. Elde edilen ürünlerin kimyasal ve karakteristik incelemeleri neticesinde değerlendirilebileceği endüstri de belirlenmiş olacaktır.

Kaynaklar

Akbulut, H. ve Gürer, C. (2007). Use of aggregates produced from marble quarry waste in asphalt pavements. *Building and Environment,* 42 (2007) 1921–1930

Alagöz, O. ve Şahin, N. S. (2020). Atık Mermer Tozu Katalizörlüğünde Haşhaş Yağından Biyodizel Eldesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi,* 20 (2020) 055702 (892-899)

Alyamaç, K. E. ve İnce, R. (2009). A preliminary concrete mix design for SCC with marble powders. *Construction and Building Materials,* 23 (2009) 1201–1210

Aydın, G. ve Karakurt, İ. (2020). Doğaltaş Üretim ve İşleme Tesisi Atıklarının Değerlendirilmesi. *ALKU Fen Bilimleri Dergisi*, 2(2): 62-77

Bilgin, N., Yeprem, H. A., Arslan, S., Bilgin, A., Günay, E., & Marşoğlu, M. (2012). Use of waste marble powder in brick industry. *Construction and Building Materials,* 29 (2012) 449–457

Büyükünsal, A. ve Akkuş, B. (2024). Mermer Atıklarının Parke Taşı Üretiminde Agrega Olarak Kullanılması. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi,* 12(1), 241-254

Can, G. (1991). Wollastonit Yataklarının Jeolojisi, Madenciliği ve Dünya Üretimi. Jeoloji Mühendisliği s. 39, 55-62

Corinaldesi, V., Moriconi, G., & Naik, T. R. (2010). Characterization of marble powder for its use in mortar and concrete. *Construction and Building Materials,* 24 (2010) 113–117

Çinku, K., İpekoğlu, B., & Tulgarlar, A. (1997). Karaköy Vollastonit Cevherinin Zenginleştirilmesi. 2. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 16-17 Ekim 1997, İzmir.

Ercan, M., Koltka, S., & Sabah, E. (2018). Mermer Artıklarından Öğütülmüş Kalsiyum Karbonat (GCC) Üretimi: Yaş Ve Kuru Öğütme Ürünlerinin Karşılaştırılması. *Madencilik,* 57(1), 35-43

Ergün, A. (2011). Effects of the usage of diatomite and waste marble powder as partial replacement of cement on the mechanical properties of concrete. *Construction and Building Materials,* 25 (2011) 806–812

GMKA, 2011, Balıkesir İli Maden Potansiyeline Bir Bakış

Haner, S. ve Çuhadaroğlu, D. (2013). Vollastonit: Bir Gözden Geçirme. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi* 37 (1) 2013

Haner, S. ve Haner, B. (2014). Vitrifiye Üretiminde Vollastonit Kullanımı. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, Cilt: 1, Sayı: 2, 2014

Hazar, A. B. Y. (2007). Preparation and in vitro bioactivity of $CaSiO_3$ powders. *Ceramics International,* Volume 33, Issue 4, May 2007, Pages 687-692

Karaşahin, M. ve Terzi, S. (2007). Evaluation of marble waste dust in the mixture of asphaltic concrete. *Construction and Building Materials,* 21 (2007) 616–620

Long, L. H., Chen, L.D., Bai, S.Q., Chang, J., & Lin, K. L. (2006). Preparation of dense β-$CaSiO_3$ ceramic with high mechanical strength and HAp formation ability in simulated body fluid. *Journal of the European Ceramic Society* 26 (2006) 1701–1706

Merkit, Z.Y., Özarslan, C., Aydın, B., & Toplan, N. (2018). Zeolit ve mermer tozu kullanılarak üretilen CAS seramiklere mekanik aktivasyonun etkisi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,* 22 (2), 680~687

Rashid, R. A., Shamsudin, R., Hamid, M. A. A., & Jalar, A. (2014). Low temperature production of wollastonite from limestone and silica sandthrough solid-state reaction. *Journal of Asian Ceramic Societies.* 2 (2014) 77–81

Soydan, A. M., Sarı, A., & Akdeniz, R. (2018). Bilecik yöresi mermer atıklarının "fiber-sement" üretiminde kullanılabilirliğinin araştırılması. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,* 8(2), 191–199.

Susam, G. Ö. (2024). Limra'dan mikronize kalsite. *MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni*, 38: 23-28

Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları, (2025). https://sdg.tuik.gov.tr/

T.C. Güney Marmara Kalkınma Ajansı. (2011). Balıkesir ili maden potansiyeline bir bakış. https://www.gmka.gov.tr/dokumanlar/yayinlar/Balikesir-Maden-Potansiyeline-Bir-Bakis.pdf

T.C. Ticaret Bakanlığı. (2021). Doğal taşlar sektör raporu 2021. https://ticaret.gov.tr/data/5b87000813b8761450e18d7b/Do%C4%9Fal%20Ta%C5%9Flar%20Sekt%C3%B6r%20Raporu%202021.pdf

Topçu, İ. B., Bilir, T., & Uygunoğlu, T. (2009). Effect of waste marble dust content as filler on properties of self-compacting concrete. *Construction and Building Materials*, 23 (2009) 1947–1953

Toprak, M. U., Şenol, A. F., Demiral, N. Ç., & Karakurt, C. (2022). Tuğla, Kiremit ve Mermer Atığı Tozları ile Üretilen Jeopolimer Harçların Özellikleri. *BŞEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 9(2), 918-930

Türkmenoğlu, Z. F., Kılıç, A. M., & Depci, T. (2015). Van Pomzası ve Mermer Tozu Atıkları ile Üretilmiş Kendiliğinden Yerleşen Hafif Betonların Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 30(1), 105-116

Yeşilay, S. (2018). Mermer Atığı İlavesi ile Mat Sır Bileşimlerinin Üretimi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 26(3), 123-131

MERMER SANAYİSİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK İÇİN BİR ÖNERİ: KOMPOZİT ÜRETİMİ

Elif ARANCI ÖZTÜRK

Özet

Ülkemiz dünya mermer rezervlerinin yaklaşık üçte birine sahip olmasıyla doğal taş üretiminde önemli bir konuma sahiptir. Ancak üretim sürecinde, ocaklardan çıkarım ve fabrikalarda işleme aşamalarında yüksek miktarda atık oluşmakta ve bu durum çevresel sürdürülebilirlik açısından ciddi sorunlar teşkil etmektedir. Mermer atıkları çoğunlukla atık sahalarına bırakılmakta, bu da hem doğal kaynakların israfına hem de çevresel yükün artmasına neden olmaktadır. Literatürdeki çalışmalar, bu atıkların farklı sektörlerde yeniden değerlendirilerek sürdürülebilir üretim modellerine katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Bu çalışmada, Van ilindeki mermer işletmelerinde oluşan atıkların epoksi reçinelerle birleştirilerek kompozit malzemelere dönüştürülmesi amaçlanmıştır. Böylece hem atık yönetiminde sürdürülebilirlik sağlanması hem de yüksek katma değerli yeni ürünlerin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Mermer atıkları, Kompozit malzeme, Epoksi reçine, Doğal taş, Atık yönetimi, Katma değerli ürünler.

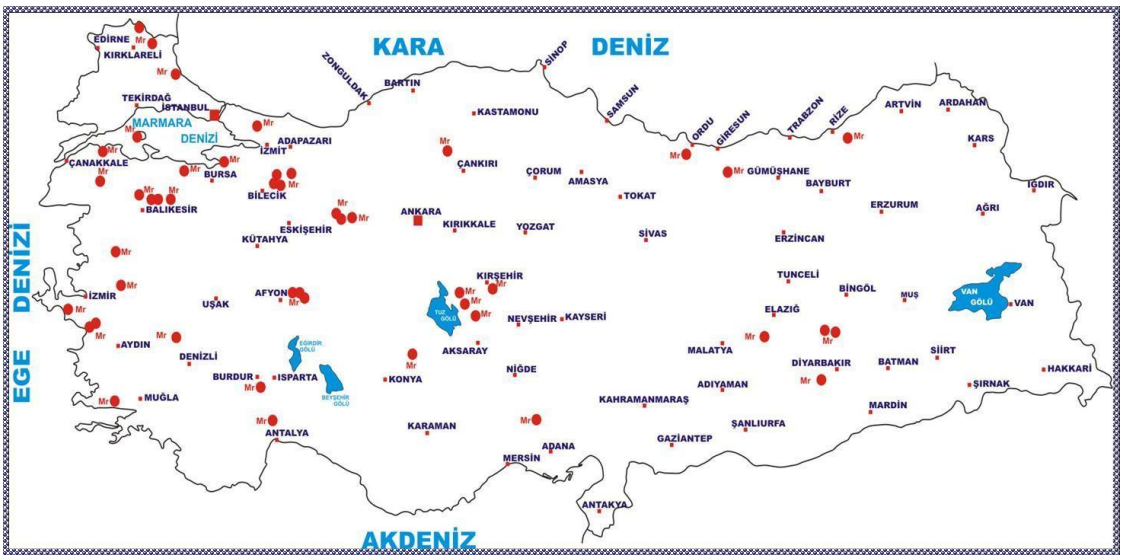
Dr. Öğr. Üyesi, Balıkesir Üniversitesi, elif.ozturk@balikesir.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8362-7332

1. Giriş

Ticari anlamda "mermer" terimi, yalnızca metamorfik kökenli gerçek mermerleri değil, aynı zamanda kesilebilir, parlatılabilir ve blok halinde çıkarılabilir özellikte olan magmatik, tortul ve diğer metamorfik kayaç türlerini de kapsamaktadır. Bu kapsamda granit, siyenit, andezit, bazalt, kalker, traverten ve kumtaşı gibi kayaçlar da mermer olarak sınıflandırılmaktadır (G. Yücetürk, 2010). Tarih boyunca doğal taşlar çok çeşitli amaçlarla değerlendirilmiştir. İlk çağlardan itibaren barınma alanlarının, mezarların ve putların yapımında; savaş ve av araçları ile tarımsal gereçlerin (örneğin değirmen taşları) üretiminde temel bir malzeme olarak kullanılmışlardır. Aynı zamanda ticaret ve toplumsal yaşamda iletişim aracı görevi görmüş; taş yazıtlar, kitabeler gibi örneklerle bilgi aktarımında rol oynamışlardır. Deri işçiliği, boya yapımı ve takı üretimi gibi zanaat alanlarında da işlev görmüşlerdir. Mimari alanda ise tiyatro yapıları, yollar, köprüler, hamamlar, kütüphaneler, ibadethaneler, anıtlar, çeşmeler ve kervansaraylar gibi eserlerin inşasında kullanılmış; günümüzde ise yapı sektörü, kaplama ve döşeme işleri, dekoratif uygulamalar ile heykeltıraşlık gibi pek çok farklı alanda yaygın biçimde yer bulmaktadır.

Artan nüfus ve teknolojik gelişmelerle birlikte doğal kaynaklara olan ihtiyaç artmış, ancak bu kaynakların işlenmesi sırasında oluşan atıkların çevresel etkileri de önemli bir sorun haline gelmiştir. Bu nedenle, söz konusu atıkların yeniden değerlendirilerek çevreye duyarlı biçimde yönetilmesi gerekmektedir. Bugün dünyada uygulanan ekonomik sistemlerin tümünde benimsenen ortak görüş, ham madde girdisinin üretim unsurları içindeki önemi ve vazgeçilmezliğidir.

Ülkemizin madencilik faaliyetleri içerisinde mermerciliğin uzun dönemlerden beri ilk sırayı aldığı açıkça görülmektedir. Antik çağlardan bu yana ülkemizde mermer çıkartılıp kullanılmıştır. Yapılan araştırmalarda mermer kelimesi «Marmara Adası» ile ilişkilendirilmiştir. Bu da Marmara Adasının eski çağlarda da mermercilik bakımından önemli olduğunu göstermektedir. Alp kuşağı üzerinde yer alan Ülkemiz toplam 5,1 milyar m³ (13,9 milyar ton) mermer rezervine sahiptir (Şekil 1). Dünya mermer rezervlerinin yaklaşık %33'ünün ülkemizde bulunduğu tahmin edilmektedir. Ülkemizde 80'den fazla değişik yapıda ve 120'nin üzerinde değişik renk ve desende mermer rezervi bulunmaktadır (T.C. Ticaret Bakanlığı, 2021).



Şekil 1. Ülkemizdeki mermer yatakları (MTA, 2025).

Ülkemizdeki mermer rezervlerini düşündüğümüz vakit gelecekte bu atık miktarlarının katlanacağını anlamak zor olmayacaktır. Çünkü ülkemizde 2024 yılında en fazla ihraç edilen maden ürün grupları arasında metalik cevherler %38,8'lik payla ilk sırada yer alırken bu ürün grubunu %32,3'lük değerle doğal taşlar takip etmektedir. Endüstriyel mineraller, ferro alyajlar ve mineral yakıtlar sırasıyla en fazla ihraç edilen diğer ürün gruplarıdır. Yine bu dönemde işlenmiş mermer, toplam maden ihracatımız içinde en fazla ihraç edilen ürün olurken; bakır cevherleri ikinci; blok mermer - traverten üçüncü; krom cevherleri dördüncü; çinko cevherleri ise beşinci sırada yer almıştır (İstanbul Maden İhracatçıları Birliği [İMİB], 2024).

Mermercilik sektöründe, ocaklardan çıkarma ve fabrikalarda işleme aşamalarında birbirinden farklı niteliklere sahip atıklar oluşmaktadır. Atıkların büyük bir kısmı işlenmemiş ya da işleme sonrası kalan mermerlerden kaynaklanır ve çoğunlukla atık sahalarına bırakılır. Bu atıkların yönetimi, sektörün verimliliği açısından kritik bir sorundur.

Birinci Aşama (Ocak İşletmeleri): Ocaklarda, hammadde sahasından blok çıkarımı sırasında %20 ila %30 arasında değişen üretim verimi ile büyük miktarda atık ortaya çıkar. Bu verimle çalışan bir ocakta, 100 m^3'lük bir işlem sırasında 70 m^3'lük malzeme atığa dönüşmektedir. Bu atıklar çoğunlukla moloz şeklinde blok artıkları olarak ortaya çıkar.

İkinci Aşama (Fabrika İşleme Süreci): Mermer işleme tesislerinde ise blok kesimi sırasında, %40 civarında mermer tozu ve %5 civarında kırılmalar sonucu kırık mermer atıkları oluşmaktadır. Bu süreçte toplamda ortalama %45'lik bir atık oranı meydana gelir. Sonuçta hammadde sahasında 100 m^3'lük bir alanda yapılan bir çalışmada ortaya çıkan nihai ürün miktarı ancak 13.5 m^3 olabilmektedir, bu durumda 86.5 m^3 ise atıllaşmaktadır. Kesim sırasında oluşan şlam atıkları ise flokülasyon, filtreleme ve presleme işlemleri ile kısmen susuzlaştırılarak ekonomik değeri olmayan malzemelere dönüştürülür. Ancak bu malzemeler, mikronize mermer partikülleri içerdiği için önemli bir atık potansiyeli taşımaktadır.

Her iki aşamada oluşan atıklar, toplamda büyük bir hacim yaratmakta ve verimlilik artırılmadığı sürece, ülkemizdeki mermer rezervleri göz önüne alındığında, 503.360.000 m^3'lük potansiyel bir mermer artığı oluşması beklenmektedir.

Bu veriler, sektörün sürdürülebilirliği ve çevresel etkileri açısından önemli bir sorun teşkil etmektedir. Mermer atıklarının yönetimi ve verimlilik artırıcı çözümler, bu sektörün geleceği için kritik bir öneme sahiptir. Her iki atık/artık mermer potansiyelinin, ülke ekonomisine katma değer sağlayacak ölçeklerde şu an için değerlendirilmiyor olması önemli bir husus olup, bu durumun milli bir kayıp olarak görülmesi gerekmektedir.

Mermer atık malzemelerin endüstriyel olarak kullanılabilirlik olanaklarının sağlanması şüphesiz konu üzerine yürütülebilecek Ar-Ge çalışmaları ile mümkün olabilecektir. Bu bağlamda elde edilecek bulgular, ülke ekonomisine yüksek katma değer sağlayacak ürün türevlerinin geliştirilmesine alt yapı oluşturacağı gibi, sektörel alanda atık olarak nitelenen malzemelerin gerçekte ekonomik birer endüstriyel ana ve/veya ikincil hammadde kaynakları olabilme potansiyelini de ortaya koyabilecektir. Endüstriyel uygulamalar bağlamında mermer atıkları standartlara uygun prensipler dâhilinde yeterli Ar-Ge faaliyetleri yapıldığında gıda sektöründen, ilaç sektörüne, inşaat sektöründen ziraat sektörüne, enerji sektöründen nano teknoloji ürünlerine kadar birçok alanda kullanım yeri bulabilme potansiyeline sahip olduğu bilimsel bir gerçektir. Ülkemizde konuya ilişkin Ar-Ge çalışmalarına yapılacak teşvikler şüphesiz hem ekonomik değerlere hem de sektörel alanlarda yeni ürün türevlerinin oluşmasına olanak sağlayacaktır. Bugüne kadar mermer atıklarının değerlendirilebilmesi amacıyla yapılan çalışmalar Tablo 1'de özetlenmiştir ancak buradaki kullanım alanları atıkların potansiyel değerini ortaya koymakla

birlikte, uygulamada yaygınlaşamayan çözümler olmaktan öteye geçememişlerdir. Sektörün ham madde temininde genellikle bakîr kaynaklara yönelmesi, atık bazlı uygulamaların ticarileşmesini sınırlamaktadır. Bu durum, hem çevresel yükün devam etmesine hem de ekonomik kayıpların artmasına neden olmaktadır.

Tablo 1. Mermer atıklarının değerlendirilme yöntemleri

Birinci Aşama Artıkları (Blok Artıkları) Kullanım Alanları	***İkinci Aşama Artıkları (Mermer Tozu) Kullanım Alanları***
İstinat duvarları, erozyon ve yamaç şevleri ve köprü ayak kontrolleri Yol temel malzemesi Taşkın önleme ve dere yataklarının ıslahı Beton tuğla (briket)üretimi Agrega üretimi Peyzaj düzenleme taşı Beton agregası Döşeme plağı agregası Sıkıştırılmış yol zemini Baraj ve inşaatlarda dolgu malzemesi Demir yolu zemin malzemesi Paledyen-yer döşeme malzemesi vb.	Betonda çimento ve ince kum yerine ikame Gaz beton üretimi Seramik Tuğla üretimi Pigment üretimi Çöp atık sahalarında günlük örtü/zemin kaplaması Kompozit malzeme/Suni mermer Zirai kireçtaşı-Zirai toprak ve zemin ayarlayıcı Yem ve mineralli besinler Sıva katkı malzemesi Çimento üretimi Kireç üretimi Kalsine dolomit üretimi Cüruf yapıcı malzeme Refrakter malzeme Asit nötrleştirme Cam üretiminde Kâğıt üretiminde Şeker rafinasyonu Baca gazında kükürt giderimi vb.

Kompozit malzemeler, farklı fiziksel özelliklere sahip iki veya daha fazla bileşenin bir araya getirilmesiyle, her bir bileşenin üstün niteliklerini bir sistem içinde birleştirmek amacıyla üretilen malzemelerdir. Bu tür malzemeler genellikle üç temel bileşenden oluşur: matris fazı, takviye (veya

dolgu) elemanı ve katkı maddeleri. Mermer tozu, polimer reçineler ve takviye elemanları kullanılarak üretilen yapay mermer blok veya plakalar, doğal mermerle kıyaslandığında, yüksek mekanik özellikler sergilemektedir ve daha esnek bir yapıya sahiptirler. İçeriklerine eklenen takviye malzemeleri sayesinde sertlik ve çizilme direnci gibi özelliklerinde belirgin iyileşmeler sağlanabilmektedir. Ayrıca, yapay mermerin teknik özellikleri, üretiminde kullanılan mineral tozlarının türü ve özelliklerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Vargün, & Evren, 2018).

Soydan vd. tarafından yapılan çalışmada Bilecik bölgesinde bulunan işletmelerdeki atık mermer tozları elyaf takviyeli çimento matrisli kompozit (fiber sement) levhaların üretiminde yeterli mekanik özellikleri sağladığı tespit edilmiştir (Soydan vd., 2018). Akpınar ve Evcin'in yaptıkları araştırma ile mermer tozlarının hidrofilik özellikleri çeşitli silan maddeleri ile modifiye edilerek hidrofobik hale getirilmiş ve ardından epoksi polimerlerde dolgu maddesi olarak kullanımı incelenmiştir (Akpınar & Evcin, 2019).

Durmaz tarafından yürütülen çalışma ile Muğla yöresinden temin edilen mermer tozları, sarıçam odun unuyla çeşitli oranlarda karıştırılarak odun plastik kompozitleri üretilmiştir (S. Durmaz, 2022). Ahrabi vd., tarafından Afyon beyazı mermer tozları yine başka bir atık türü olan PET şişeler ile vidalı bir karıştırıcıda (ekstruder) homojen bir şekilde karıştırılarak kompozit levha üretimi araştırılmıştır (Ahrabi vd., 2012).

Aslantepe ve Sarıcı tarafından, Malatya bölgesi mermer tozları ile Eskişehir granit tozları karıştırılarak polyester reçine ile yapay mermer üretimi çalışılmıştır (Aslantepe & Sarıcı, 2023). Erfan tarafından, mermer tozları ve kireç kullanılarak epoksi reçine ile yapay mermer üretilmiş, kireç tozunun dolgu maddesi olarak kullanılmasının üretilen yapay mermerin mekanik özelliklerinde bir iyileşme sağladığı tespit edilmiştir (N. Erfan, 2021).

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, mermer atık tozunun termoset polimerlerden doymamış polyester, vinil ester ve epoksi reçineler ile termoplastik polimerlerden ise özellikle polietilen tereftalat (PET) esaslı atık şişelerle birlikte kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmalarda, mermer tozunun termoplastik polimerlerle birlikte kullanımının genellikle kompozit malzemenin mekanik özelliklerini olumsuz yönde etkilediği görülmüştür. Doymamış polyester reçineler, içerdiği stiren monomerinin sağlık açısından risk teşkil etmesi ve mekanik özelliklerinin sınırlı olması gibi dezavantajlarına rağmen, düşük maliyetleri nedeniyle bu alanda yaygın olarak tercih edilmektedir. Öte yandan, epoksi reçineler daha yüksek maliyetli olmasına karşın, üstün mekanik ve elektriksel özellikleri ile yüksek sıcaklıklara karşı gösterdiği direnç sayesinde birçok çalışmada tercih edilen bir polimer türü olmuştur (Vargün, & Evren, 2018).

Bu çalışmada da Van ilinde bulunan mermer işletmelerinde ortaya çıkan kırık mermer atıllarının epoksi reçineler kullanılarak değerlendirilmesine çalışılmıştır. Bu amaçla tane boyutu, kullanılan bağlayıcı miktarı ve pres gücü ile sıcaklığın etkisi incelenmiştir.

2. Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada çeşitli boyutlarda Van mermer üretim tesislerinde ortaya çıkan White Avşar Granite (WAG) ve Perla Vera Beige (PVB) karışımı kırık mermer atılları ile bağlayıcı olarak epoksi reçine ve oda sıcaklığında sertleşmesine imkân verecek uygun katalizör kullanılmıştır.

2.2. Metot

Çalışmanın ilk aşamasında, mermer atıklarının tane boyutunun etkisini değerlendirmek amacıyla, 1–3 cm aralığındaki atıklar herhangi bir kırma işlemine tabi tutulmadan doğrudan kullanılmıştır. Diğer denemeler için ise mermer atıkları ayrı ayrı 2 saat boyunca öğütülmüş ve 75 mesh elekten geçirilerek kullanıma hazırlanmıştır. Öğütülmüş mermer atıkları, Elazığ Seza Çimento Fabrikası'nda bulunan Malvern Panalytical Zetium XRF cihazı ile kimyasal analizlere tabi tutulmuş, elde edilen sonuçlar Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Numunelerin kimyasal analizleri

	SiO_2 (%)	CaO (%)	Al_2O_3 (%)	Fe_2O_3 (%)	Na_2O (%)	MgO (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)	SrO (%)	Kızdırma Kaybı(%)
WAG	65,35	3,63	16,69	2,44	4,59	1,35	0,3	4,46	0,15	0,27
PVB	0,71	47,09	0,16	0,08	0,03	7,2	0,01	0,15	0,03	44,45

Analiz sonuçlarına göre, WAG kodlu granit atığında en baskın oksidin SiO_2, PVB kodlu mermer atığında ise CaO olduğu belirlenmiştir. Deneysel çalışmalarda, her bir atık değişen oranlarda karıştırılarak kullanılmıştır.

İlk aşamada, özellikle kırık mermer atıklarının değerlendirilmesine odaklanılmıştır. Bağlayıcı miktarı %5 ile %40 aralığında değiştirilerek en uygun oran belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında ise farklı oranlardaki mermer atıkları karıştırma ve kalıplama işlemlerine tabi tutulmuştur. Matris malzemesi olarak termoset polimerlerden epoksi reçine tercih edilmiş; bohçalama esasına dayalı kalıplama yöntemi ile hem sıcak hem de soğuk presleme uygulanarak optimal üretim koşulları belirlenmeye çalışılmıştır.

3. Bulgular

1-3 cm boyut aralığındaki mermer atıklarının değerlendirilmesi çalışmasında en uygun bağlayıcı miktarı %30 epoksi reçine olarak belirlenmiştir (Şekil 2-1). Tane boyutu 75 mesh'in altında olan mermer atıklarının değerlendirilme çalışmalarında ise %20 oranında epoksi reçine kullanımı yeterli olmuştur (Şekil 2-2). Bunun en önemli nedeni karıştırma işlemidir. Teknolojik bir karıştırma ve vibrasyon sağlayan bir makine bağlayıcı oranını çok daha aşağıya çekebilmemize olanak sağlamıştır. Şekil 2-3'te tane boyutu 75 mesh'in altında olan mermer atıklarının değerlendirilmesinde presleme işleminin etkisi incelenmiş ve 18 tonluk pres gücünün ideal olduğu görülmüştür. Şekil 2-4'e gelindiğinde ise sıcak presleme işlemi için 80 ºC'lik sıcaklık değeri ile elde edilen ürünün yüzey özellikleri ve basma mukavemetinin aynı şartlarda ancak soğuk pres ile gerçekleştirilen deney sonrası üründen üstün olduğu gözlemlenmiştir.

1. 1-3 cm boyutlarında %30 epoksi reçine kullanılarak hazırlanmıştır.	**2.** -75 mesh boyutundaki karışımlarla %20 epoksi reçine kullanılarak hazırlanmıştır.
3. -75 mesh boyutundaki karışımlarla %20 epoksi reçine kullanılarak 18 tonluk pres gücü ile hazırlanmıştır.	**4.** -75 mesh boyutundaki karışımlarla %20 epoksi reçine kullanılarak 18 tonluk pres gücü ve 80 ^{o}C'lik bir ısıtma ile hazırlanmıştır.

Şekil 2. Çeşitli şartlarda üretilmiş numune fotoğrafları

Deneysel çalışmalar neticesinde parçacık takviyeli kompozit üretimi sağlanmış fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmeye devam edilmektedir. Üretilen numuneler kesilerek levha formuna getirilmiş ve her birinden üçer adet hazırlanmıştır. Bu numuneler, fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla TS 699 – Doğal Yapı Taşları: İnceleme ve Laboratuvar Deney Yöntemleri standardına uygun olarak çeşitli testlere tabi tutulacaktır (Türk Standardları Enstitüsü [TSE], 2009). Literatürde kalsit ve kuvars katkılı yapay mermerlerden elde edilen test sonuçları Tablo 3'te görülmektedir.

Tablo 3. Kalsit ve kuvars katkılı yapay mermerlerin teknik özellikleri (G. Yücetürk, 2010).

	Kalsit Katkılı	**Kuvars Katkılı**
Yoğunluk	2.4 g/cm^3	2.3 g/cm^3
Su alma (%)	≤ 0.16	0.10
Bükülme mukavemeti	≥ 22.9 MPa	≥ 20 MPa
Dayanma mukavemeti	97 MPa	120 MPa
Sertlik derecesi (Mohs)	3-4	4-7
Aside direnci	Etkilenir	Etkilenmez

Kaynaklar

Ahrabi, A.Z., Bilici, İ., & Bilgesü, A. Y. (2012). Pet Atıkları Kullanılarak Kompozit Malzeme Üretiminin Araştırılması. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.* Cilt 27, No 3, 467-471, 2012

Akpınar, S. ve Evcin, A. (2019). Silan ile Modifiye Edilmiş Mermer Toz Atıklarının Epoksi Polimer Dolgusu Olarak Kullanımının Araştırılması. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, Cilt: 6, No: 3, 2019 (712-725)

Aslantepe, G. ve Sarıcı, D. E. (2023). Doğal taş artıkları kullanılarak üretilen yapay mermerlerin farklı çevresel koşullara karşı duraylılıklarının araştırılması. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 13(2): 299-313

Durmaz, S. (2022). Mermer Atıklarının Düz Presleme Yöntemiyle Üretilen Odun Plastik Kompozitlerinde Değerlendirilmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi,* 24(2): 220 – 227

Erfan, N. (2021). Recycling of Marble Calcite Waste Into Useful Artificial Marble. *Journal of Advanced Engineering Trends*, 40, 7-12.

İstanbul Maden İhracatçıları Birliği. (2024). Maden sektörü görünümü raporu 2024. https://imib.org.tr/wp-content/uploads/MADEN-SEKTOR-GORUNUMU24-1.pdf

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü. (2025). Türkiye Mermer Haritası. https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/images/b_h/mermer.jpg

Soydan, A. M., Sarı, A., & Akdeniz, R. (2018). Bilecik Yöresi Mermer Atıklarının "Fiber-Sement" Üretiminde Kullanılabilirliğinin Araştırılması. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der.* 8(2): 191-199

T.C. Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı. (2021). TR61 Bölgesi çevresel durum değerlendirme raporu. https://baka.gov.tr/assets/upload/dosyalar/tr61-bolgesi-cevresel-durum-degerlendirme-raporu.pdf

T.C. Ticaret Bakanlığı. (2021). Doğal taşlar sektör raporu 2021. https://ticaret.gov.tr/data/5b87000813b8761450e18d7b/Do%C4%9Fal%20Ta%C5%9Flar%20Sekt%C3%B6r%20Raporu%202021.pdf

Türk Standardları Enstitüsü. (2009). TS 699: Doğal yapı taşları – İnceleme ve laboratuvar deney yöntemleri. https://intweb.tse.org.tr/standard/standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073097080105101118119097052047104083

Vargün, E, ve Evren, Ö. (2018). Mermer Tozu/Polimer Kompozitlerinin Araştırılması ve Yapay Mermer Blok/Levha Üretimi. *Muğla Büyükşehir Belediyesi Kültür Yayınları – 6*, 253-271

Yücetürk, G. (2010). Yapay Mermerde Kullanılan Kuvars ve Kalsit Minerallerinin Fiziko-Meknik Özellikleri. *SDU International Journal of Technologic Sciences*. Vol. 2, No 3, pp. 72-80

MOBİL CİHAZLARDA VPN BAĞLANTI TESPİTİ

Mehmet Ergen[1]
Ali Gezer[2]

Özet

Bu çalışma, mobil cihazlarda siber güvenlik ve VPN yönetimine yönelik Flutter tabanlı kapsamlı bir uygulamanın geliştirilmesini ve uygulanmasını amaçlamaktadır. Uygulama, genel ve yerel IP kontrolü, DNS sızıntı testleri, kötü amaçlı yazılım izleme, pil durumu ve konum denetimi gibi çok katmanlı güvenlik özelliklerini entegre etmektedir. Ayrıca, karanlık web üzerinde kişisel veri takibi, kök tespiti, ağ trafiği görselleştirme, şifre oluşturma ve kimlik avı URL tespiti gibi ileri düzey işlevler ile kullanıcı gizliliği ve farkındalığını artırmayı hedeflemektedir.

Yöntem olarak, Flutter framework'ü ile geliştirilen uygulama; kullanıcı arayüzü, ağ verisi izleme grafikleri, güvenli şifre oluşturma modülü, kimlik avı URL analiz aracı ve VPN durumu doğrulayıcısı gibi farklı modüllerle yapılandırılmıştır. Ayrıca, eğitim amaçlı quiz ve video oynatıcı modülleri ile kullanıcı etkileşimini ve öğrenmeyi teşvik eden içerikler sunulmuştur.

Bulgular, uygulamanın hem güvenlik bilincini artırmada hem de gerçek zamanlı izleme ve analiz sağlamada etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Dinamik bildirim sistemi ve kullanıcı dostu arayüz, kullanıcı deneyimini olumlu yönde etkilemiştir.

Sonuç olarak, bu uygulama modern siber tehditlere karşı mobil düzeyde kapsamlı bir çözüm sunmakta, kullanıcıların dijital güvenliğini ve farkındalığını artırmaya yönelik güçlü bir platform sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mobil Güvenlik, VPN Yönetimi, Flutter, Kimlik Avı Tespiti, Ağ Trafiği İzleme, Güvenli Şifreleme, Siber Güvenlik Eğitimi

[1]Siber Güvenlik ABD, Kayseri Üniversitesi, ergenm11@gmail.com, ORCID: 0009-0009-5681-1498
[2]Doç. Dr. Ali Gezer, Siber Güvenlik Uygulama ve Araştırma Merkezi, Kayseri Üniversitesi, agezer@kayseri.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8265-1736

Giriş

Son yıllarda dijital teknolojilerin hızla gelişmesi ve mobil cihazların yaygınlaşması, kullanıcıların dijital ortamdaki güvenliğini daha da önemli hale getirmiştir. Özellikle siber saldırıların sayısında gözle görülür bir artış yaşanmakta, kişisel verilerin gizliliği, kötü amaçlı yazılımlara karşı korunma ve güvenli internet erişimi gibi konular kullanıcılar ve kurumlar için hayati bir öneme sahip olmaktadır. Mobil cihazlar, taşınabilirlikleri ve sürekli internet bağlantısıyla siber saldırganlar için öncelikli hedefler haline gelmiş, bu da mobil güvenlik çözümlerinin gerekliliğini ortaya koymuştur.

Bu çalışmanın temel amacı, siber güvenlik ve VPN yönetimine odaklanan, kullanıcı gizliliğini ön planda tutan ve çeşitli güvenlik özelliklerini entegre eden yenilikçi bir mobil uygulamanın geliştirilmesi ve uygulanmasını sunmaktır. Uygulama, genel IP ve yerel IP kontrolü, DNS sızıntı testi, kötü amaçlı yazılım izleme, pil durumu kontrolü, kök tespiti ve karanlık ağda veri takibi gibi fonksiyonları entegre ederken, kullanıcıları olası tehditler hakkında gerçek zamanlı olarak bilgilendirmeyi hedeflemektedir.

Bu kapsamda araştırma şu sorulara yanıt aramaktadır:

1. Mobil cihazlarda gerçek zamanlı güvenlik takibi kullanıcı deneyimini ve güvenliğini ne ölçüde artırır?
2. VPN ve şifre yönetimi gibi işlevlerin entegrasyonu kullanıcı farkındalığı üzerinde nasıl bir etki yaratır?
3. Ağ performansını görselleştirme ve uyarı mekanizmaları kullanıcıların bağlantı güvenliğine yaklaşımını nasıl değiştirir?

Literatürde, mobil güvenlik uygulamaları üzerine yapılan çalışmalar genellikle belirli bir işlevsellik (örneğin sadece VPN kontrolü veya sadece ağ izleme) ile sınırlıdır. Ancak bu çalışma, farklı güvenlik bileşenlerini tek bir sistemde entegre ederek daha bütüncül bir çözüm sunmayı hedeflemektedir. Ayrıca, kullanıcı eğitimine yönelik video, quiz ve makale modülleri ile siber güvenlik farkındalığını artırmayı amaçlayan literatürdeki eğitsel uygulamalarla da ilişkilendirilmiştir. Böylece hem teknik hem pedagojik boyutuyla kapsamlı bir yaklaşım sergilenmiştir.

Yöntem

Bu çalışma, mobil siber güvenlik uygulamalarının geliştirilmesi, test edilmesi ve değerlendirilmesini kapsayan deneysel bir araştırma tasarımı ile yürütülmüştür. Araştırma sürecinde, yazılım geliştirme odaklı uygulamalı yöntemler tercih edilmiş; uygulamaların etkinliği, işlevselliği ve kullanıcı deneyimi açısından analiz edilmiştir. Geliştirilen uygulamalar, kullanıcı geri bildirimleri, teknik testler ve güvenlik değerlendirmeleri temelinde çok yönlü olarak incelenmiştir.

Veri Toplama Yöntemleri

Veri toplama süreci hem nitel hem de nicel yöntemler içerecek şekilde hibrit bir yapıda tasarlanmıştır:

- Kullanıcı Geri Bildirimleri (Nitel): Uygulama test sürecine katılan kullanıcıların deneyimlerini yansıttığı anket formları ve açık uçlu sorular aracılığıyla toplanmıştır.

- Fonksiyonel ve Güvenlik Test Verileri (Nicel): Uygulamalarda yer alan tüm modüller için manuel ve otomatik testler gerçekleştirilmiş; işlevsellik, performans ve güvenlik açısından sayısal veriler elde edilmiştir.

- Simülasyon ve Senaryo Analizleri (Uygulamalı): Gerçek dünya siber saldırı senaryoları (zayıf şifre kullanımı, anormal ağ trafiği vb.) oluşturularak uygulamaların tepkileri gözlemlenmiş ve kaydedilmiştir.

Araştırma Evreni ve Örneklem

- Araştırma Evreni: Türkiye'de aktif olarak Android ve iOS tabanlı mobil cihaz kullanan bireyler ve siber güvenlik konularına ilgi duyan kullanıcı gruplarıdır.
- Örneklem: Örneklem, yaşları 18 ile 40 arasında değişen, farklı teknik bilgi seviyelerine sahip 30 kullanıcıdan oluşmaktadır. Katılımcılar, yazılım geliştirme, bilişim, mühendislik ve eğitim gibi farklı alanlardan seçilmiştir.
- Kullanıcılar, geliştirilen mobil uygulamaları 2 hafta boyunca aktif olarak kullanmış ve test senaryolarını uygulamıştır.

Kullanılan Araçlar ve Uygulama Teknolojileri

Araştırmada geliştirilen mobil uygulamalarda kullanılan teknolojiler şunlardır:

- Flutter Framework (Google): Çapraz platform mobil uygulama geliştirme için kullanılmıştır.
- Dart Programlama Dili: Flutter içinde tüm mantıksal işlemler bu dil ile yazılmıştır.
- Kullanılan Paketler ve Araçlar:
    - device_info_plus: Cihaz bilgilerini toplamak için.
    - battery_plus: Batarya seviyesi izleme.
    - geolocator: Konum takibi.
    - flutter_local_notifications: Anlık bildirim sistemi.
    - Syncfusion Flutter Charts: Gerçek zamanlı veri görselleştirme.
    - csv: Veri ihracı ve analiz için.
    - youtube_player_flutter: Eğitim içeriklerinin sunumu.
    - shared_preferences: Quiz verilerinin tutulması.

Analiz Teknikleri

Araştırma sürecinde elde edilen veriler aşağıdaki yöntemlerle analiz edilmiştir:

- İstatistiksel Analizler: Anket sonuçları ve test verileri SPSS ve Excel yardımıyla değerlendirilmiştir. Ortalama kullanım süresi, hata oranı, kullanıcı memnuniyeti gibi metrikler hesaplanmıştır.
- Kapsamlı Testler:

- *Fonksiyonel Testler*: Tüm modüller senaryo bazlı testlerle değerlendirilmiştir.
- *Birime Yönelik Testler (Unit Test)*: Kod parçalarının bağımsız çalışması test edilmiştir.
- *Widget Testleri*: Flutter arayüz bileşenlerinin doğruluğu kontrol edilmiştir.

- Güvenlik Simülasyonları: Şifre kırma, kimlik avı URL'leri, anormal veri trafiği gibi tehditler yapay olarak üretilmiş ve uygulamaların verdiği yanıtlar analiz edilmiştir.
- Kullanıcı Deneyimi Analizi: Kullanılabilirlik, görsellik ve erişilebilirlik kriterleri çerçevesinde nitel değerlendirmeler yapılmıştır.

Bulgular

Bu çalışmada geliştirilen mobil uygulamalar, işlevsellik, kullanılabilirlik ve güvenlik kriterleri doğrultusunda test edilmiş ve analiz edilmiştir. Bulgular, kullanıcı geri bildirimleri, sistem çıktıları ve uygulama performans verileri ışığında aşağıda sunulmuştur.

Kullanıcı Geri Bildirimleri

Uygulamalar, toplamda 30 gönüllü kullanıcı tarafından test edilmiş ve deneyimlerine yönelik bir anket uygulanmıştır. Kullanıcılardan alınan geri bildirimler doğrultusunda genel memnuniyet düzeyi aşağıdaki gibidir:

Değerlendirme Kriteri	**Ortalama Puan (0-5)**
Kullanım Kolaylığı	4.6
Arayüz Tasarımı	4.3
Bilgilendirici İçerik Kalitesi	4.7
Performans ve Hız	4.2
Güvenlik Duygusu	4.5

Tablo 1: Kullanıcı Değerlendirme Anketi Sonuçları

Güçlü Şifre Üretimi ve Güvenlik Skoru

Güçlü şifre üretimi modülünde kullanıcıların oluşturduğu şifrelerin güvenlik düzeyleri sistem tarafından renk kodları ile analiz edilmiştir. Yapılan testlerde, aşağıdaki örnek şifrelerin analiz sonuçları alınmıştır:

Şifre Örneği	Güçlü / Orta / Zayıf	Renk Kodu
Aydn@2457	Güçlü	Yeşil
mehmet123	Zayıf	Kırmızı
Kor!2023	Orta	Sarı

Tablo 2: Şifre Güvenlik Analizi Sonuçları

Eğitim İçeriği Katılım ve Başarı Verileri

Kullanıcılara sunulan eğitim videoları ve quiz modülünün analizine göre, ortalama video izlenme süresi 3.7 dakika olup, quiz başarı oranı %78 olarak kaydedilmiştir.

Eğitim Konusu	Ortalama İzlenme (dk)	Quiz Başarı (%)
VPN Güvenliği	4.1	82%
Ağ Güvenliği	3.4	75%
Şifreleme Yöntemleri	3.6	77%

Tartışma

Geliştirilen mobil uygulama, dijital güvenliğin artırılmasına yönelik çok yönlü bir yaklaşım benimsemiş ve bu yönüyle literatürdeki benzer uygulamalarla karşılaştırıldığında önemli farklılıklar ortaya koymuştur. Örneğin, Sun ve ark. (2020) tarafından geliştirilen güvenlik farkındalığı mobil uygulaması, temel olarak kullanıcıya siber güvenlik eğitimi sağlarken, bu çalışmada geliştirilen uygulama hem eğitim hem de gerçek zamanlı güvenlik izleme özelliklerini entegre etmektedir. Bu durum, kullanıcı farkındalığını artırmanın yanı sıra, cihaz güvenliğini doğrudan izleme ve müdahale kapasitesiyle bütünleşik bir yapı sunmaktadır.

Benzer şekilde, Zhang ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada, güçlü şifre oluşturma ve şifre güvenliği ön planda tutulmuş, ancak kullanıcı özelleştirmesi sınırlı tutulmuştur. Bu çalışmada ise, şifre üretim aracı kullanıcıya karakter uzunluğu, sayı, özel karakter gibi parametreleri seçme imkânı sunarak daha esnek ve güvenli şifreler üretilebilmesini sağlamaktadır. Ayrıca, uygulamada sunulan kimlik avı tespiti, sadece uygulama içi kullanım ile sınırlı kalmamakta, gelecekteki sürümlerde tarayıcı entegrasyonlarıyla genişletilmesi hedeflenmektedir. Bu da uygulamanın kapsamını artırarak kullanıcıların çevrimiçi tehditlere karşı daha kapsamlı bir şekilde korunmasını olanaklı kılacaktır.

Ağ trafiği izleme modülü ise literatürde sıkça karşılaşılan yalnızca hız testi temelli sistemlerden farklı olarak (örn. Network Analyzer uygulamaları), ağ güvenliği kapsamında kullanıcıya uyarı ve bildirim mekanizması sunmakta; bu, özellikle VPN bağlantılarının değerlendirilmesinde kullanıcıya ek fayda sağlamaktadır. Ancak, testlerin simüle edilmiş verilerle yapılması uygulamanın gerçek dünya

performansına dair sınırlılık yaratmakta olup, literatürde de vurgulandığı gibi (Chen ve ark., 2019), uygulamaların sahada gerçek verilerle test edilmesi, geçerlilik açısından kritik öneme sahiptir.

Eğitim içeriklerine dayalı öğrenme modülleri, literatürde yer alan siber güvenlik farkındalık eğitim sistemleriyle (örneğin, CyberAware) paralellik göstermektedir. Ancak, bu çalışmada sunulan video, quiz ve makale gibi içerik türlerinin bir arada bulunması, çoklu öğrenme stillerine hitap etmesi açısından önemli bir avantaj sunmaktadır. Ek olarak, kullanıcı ilerlemesinin görsel olarak izlenebilmesi ve geri bildirim mekanizmaları, öğrenmenin pekiştirilmesi açısından literatürde önerilen etkileşimli tasarım ilkeleriyle (Mayer, 2005) uyum içerisindedir.

Sonuç ve Bilimsel Katkı

Bu çalışmada geliştirilen mobil uygulama, bireylerin dijital güvenliklerini artırmaya yönelik olarak kapsamlı bir sistem yaklaşımı sunmuştur. Cihaz güvenliği, ağ izleme, parola yönetimi, kimlik avı tespiti ve siber güvenlik eğitimi gibi çok sayıda işlevi tek bir mobil platformda bütünleştirerek hem teknik hem de pedagojik düzeyde katkı sağlamaktadır.

Çalışmanın bilimsel katkısı, kullanıcı merkezli güvenlik uygulamalarında çok modüllü yaklaşımın nasıl uygulanabileceğini göstermesi ve bu bağlamda farklı güvenlik katmanlarını (eğitim, izleme, uyarı, değerlendirme) entegre bir yapıda birleştirmesiyle ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, kullanıcı deneyimi verilerine dayalı olarak uygulamanın etkinliğinin değerlendirilmesi, geliştirilecek benzer sistemler için bir referans modeli niteliği taşımaktadır.

Uygulamaya yönelik çıkarımlar şunlardır:

Pratik Uygulama Potansiyeli: Eğitim kurumlarında veya bireysel kullanıcılar arasında güvenlik farkındalığı artırımı için kullanılabilir.

Uyarlanabilir Yapı: Yeni güvenlik tehditlerine karşı güncellenebilir modüler yapısı sayesinde uzun vadeli kullanılabilirlik sunar.

Geliştirilebilirlik: Gerçek zamanlı veri toplama, 2FA entegrasyonu ve tarayıcılarla tam entegrasyon gibi ileri düzey özelliklerle genişletilebilir.

Bu yönleriyle geliştirilen mobil uygulama, bireysel dijital güvenliğin artırılmasına yönelik sürdürülebilir, kullanıcı dostu ve bilimsel temelli bir çözüm sunmaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma kapsamında geliştirilen mobil uygulama, kullanıcıların cihaz güvenliğini artırmalarını, donanım ve yazılım bilgilerine erişmelerini, ağ performanslarını izlemelerini ve güvenli dijital alışkanlıklar kazanmalarını sağlamaktadır. Uygulamanın sunduğu özellikler şunlardır:

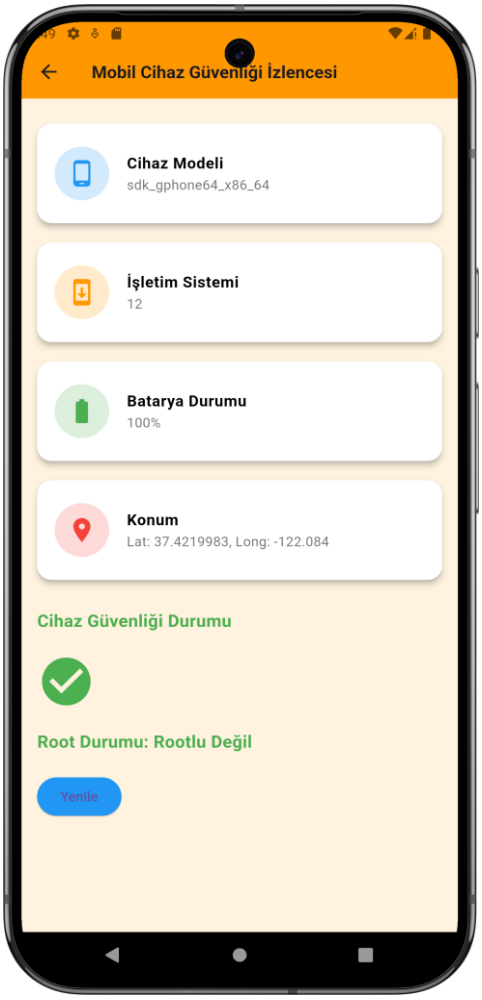
- Donanım ve yazılım bilgileri görselleştirilerek sunulmuştur.
- Root tespiti ile cihaz güvenlik durumu analiz edilmiştir.
- Ağ trafiği izlenerek kullanıcıya yüksek trafik bildirimleri sağlanmıştır.
- Phishing tespit aracı ile zararlı bağlantılar analiz edilmiştir.
- Şifre oluşturucu ve güvenlik denetim listesi ile kullanıcı farkındalığı artırılmıştır.
- Quiz ve video içeriği ile eğitsel yaklaşımlar entegre edilmiştir.

Araştırmanın Sınırlılıkları

- Uygulama Android tabanlıdır; iOS platformu için henüz geliştirme yapılmamıştır.
- Phishing tespiti yalnızca URL üzerinden yapılmaktadır; sahte e-posta gibi içerikler henüz analiz edilmemektedir.
- Quiz içerikleri başlangıç düzeyindedir; kapsamlı bilgi ölçümleri için genişletilmesi gerekmektedir.

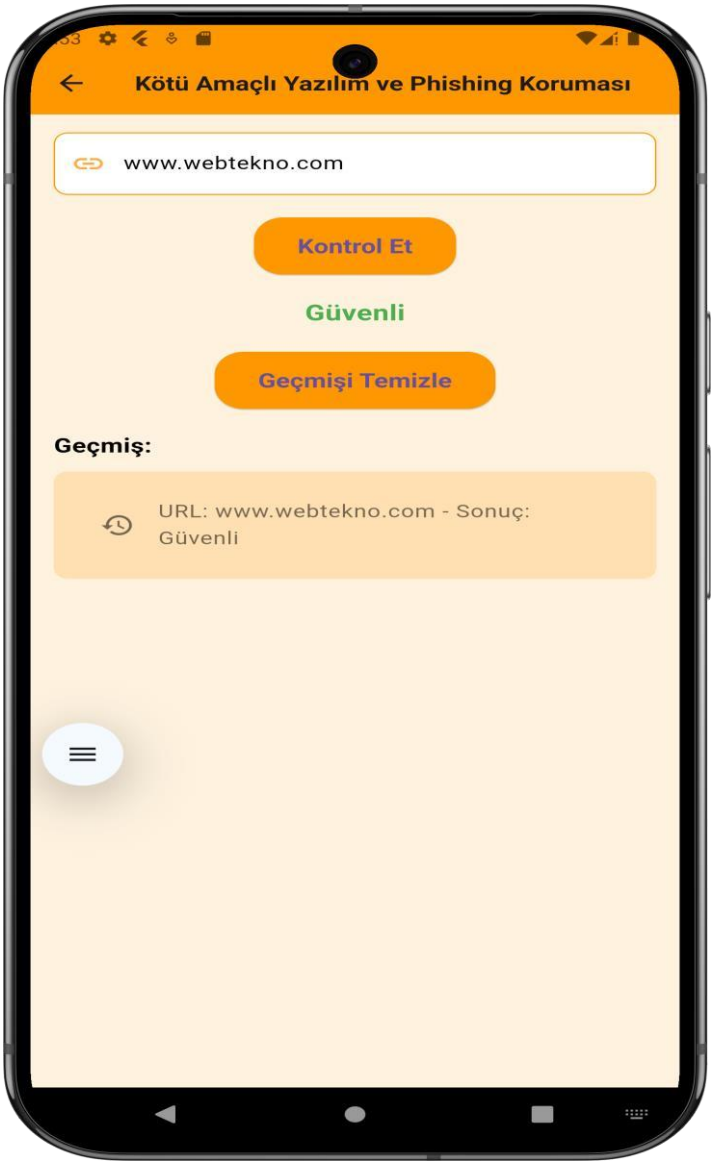
Gelecek Çalışmalar İçin Öneriler

- iOS cihaz desteği eklenerek daha geniş kullanıcı kitlesine erişim sağlanabilir.
- Phishing analizinde doğal dil işleme (NLP) teknikleri kullanılarak e-posta taramaları entegre edilebilir.
- Yapay zekâ destekli öğrenme analitiği modülü ile quiz sonuçları daha derinlemesine analiz edilebilir.
- Kullanıcı deneyimi ve arayüz tasarımı geliştirilerek etkileşim artırılabilir.
-



Şekil 1. Donanım Bilgilerinin Gösterimi
Cihaz modeli, işletim sistemi sürümü ve batarya seviyesi bilgileri görselleştirilerek kullanıcıya sunulmuştur.

Şekil 2. Ağ Trafiği İzleme Grafiği
İndirme ve yükleme hızları, zaman eksenine göre anlık olarak izlenmiştir. Kullanıcılara, belirli eşiğin üstünde bildirim gönderilmiştir.



Şekil 3. Phishing URL Tespiti Sonucu
Şüpheli URL'ler analiz edilerek, zararlı içerik barındıranlar kullanıcıya bildirilmiştir.

Kaynakça

Brown, J., & Davis, L. (2022). The role of VPN in enhancing privacy and security online. *Journal of Information Protection*, *8*(1), 58–70.

Kumar, R., Gupta, P., & Singh, S. (2020). Password management and its role in preventing cyberattacks. *International Journal of Information Security*, *6*(1), 52–64.

Lee, T., Kim, Y., & Choi, S. (2021). Phishing detection: A review of methods and tools. *Cybersecurity Review*, *3*(4), 112–130.

Miller, A., & Zhang, H. (2021). The impact of network traffic analysis on cybersecurity. *International Journal of Cyber Defense*, *7*(3), 112–125.

O'Connor, M., & Harris, B. (2022). Security audits and their contribution to network defense strategies. *Journal of Digital Security*, *9*(2), 74–85.

Smith, J. (2019). The importance of regular security audits in digital security. *Journal of Cybersecurity*, *5*(2), 34–45.

AÇIKLANABİLİR YAPAY ZEKA İLE DONANIMSAL ENERJİ TÜKETİMİNİ GÖRSELLEŞTİRME VE OPTİMİZASYON

VİSUALİZİNG AND OPTİMİZİNG HARDWARE ENERGY CONSUMPTİON WİTH XAI

Anıl Kuş[1]
Burak Can[2]

Özet

Yapay Zeka (YZ) teknolojilerinin hızlı bir şekilde yaygınlaşması ile birlikte, kişi ve kurumlar aynı hızda bu teknolojileri uygulamalarına entegre etmeye başladı. YZ öncesi donanın kullanımı çok daha sınırlı ve yeterli iken, özellikle sayıca fazla katmanlı derin öğrenme algoritmaları, yüksek kaliteli görüntü işleme teknolojileri içeren uygulamalar donanımsal olarak büyük güç gerektirmektedir. Bu kullanım cihazların doğaya bıraktığı etkiyi sürdürülebilirlik noktasında etkilemektedir. Bu çalışmada Açıklanabilir Yapay Zeka (XAI) kullanılarak, bu alanda çalışma yapan araştırmacı ve yazılımcıların kullandıkları donanımın farkında olması amaçlanmış ve alabilecekleri önemleri önceden bilmelerine olanak sağlamıştır. Çalışmada, YZ modelinin enerji tüketimini tahmin edilme, Kullanıcıya enerji tüketimini görselleştirerek gösterme ve daha sürdürülebilir seçimler için önerilerde bulunma özellikleri bulunmaktadır. Enerji tüketim noktasında, MLP,CNN ve Transformer modellerinin enerji tüketimi parametre sayısı ve eğitim iterasyonuna bağlı olarak hesaplanmıştır. Önerilen sistem enerji tüketimi tahminini nasıl yaptığını şeffaf hale getirmek için kullanılmıştır. Özellikle SHAP (SHapley Additive Explanations) yöntemi ile tahmin edilen enerji tüketiminin hangi faktörlerden etkilendiği açıklanmıştır. Modelin tahmin sürecinde "Model Türü", "Parametre Sayısı" ve "Eğitim İterasyonu" gibi değişkenlerin enerji tüketimine olan katkıları analiz edilmiştir. SHAP görselleştirmeleri kullanılarak, kullanıcılar hangi faktörlerin enerji tüketimini artırdığını veya azalttığını doğrudan görülebilmektedir. Bu sayede, YZ modellerinin enerji tüketimi üzerindeki etkisi daha anlaşılır hale getirilmiş ve kullanıcıların daha verimli model seçimleri yapabilmesi için şeffaf bir analiz sunulmuştur. Ayrıca, sistem öneriler sunarak yüksek enerji tüketimine sahip yapıların nasıl optimize edilebileceği konusunda rehberlik etmektedir. XAI'nin sunduğu bu açıklamalar sayesinde, YZ ve donanım sarfiyatı arasındaki ilişki daha iyi anlaşılmakta ve sürdürülebilir YZ çözümleri için bilinçli kararlar alınabilmektedir.
Anahtar Kelimeler: Açıklanabilir Yapay Zeka, Enerji, Donanım, Sürdürülebilirlik

Abstract

With the rapid spread of Artificial Intelligence (AI) technologies, individuals and institutions have increasingly begun to integrate these technologies into their applications. While hardware usage in the pre-AI era was much more limited yet sufficient, applications that incorporate deep learning algorithms with numerous layers and high-quality image processing technologies now demand substantial computational power. This increased usage has implications for sustainability, as it affects the environmental footprint of devices. This study employs Explainable Artificial Intelligence (XAI) with the aim of raising awareness among researchers and developers in the field about the hardware they utilize, and enabling them to anticipate necessary precautions. The proposed approach includes the ability to estimate the energy consumption of AI models, visualize this consumption for users, and provide recommendations for more sustainable choices. In terms of energy analysis, the energy consumption of MLP, CNN, and Transformer models is calculated based on the number of parameters and the number of training iterations. The system is designed to make the prediction process for energy consumption transparent. In particular, the SHAP (SHapley Additive Explanations) method is used to identify which factors influence the predicted energy usage. The contributions of variables such as "Model Type," "Number of Parameters," and "Training Iterations" to the overall energy consumption are analyzed in the model's prediction process. Through SHAP visualizations, users can directly observe which factors increase or decrease energy consumption. As a result, the impact of AI models on energy consumption becomes more comprehensible, and users are provided with a transparent analysis to support more efficient model selection. Furthermore, the system offers suggestions to guide the optimization of structures with high energy usage. Thanks to the explanations provided by XAI, the relationship between AI and hardware consumption is better understood, paving the way for more informed decisions in the development of sustainable AI solutions.
Keywords: Explainable Artificial Intelligence, Energy, Hardware, Sustainability

[1]Anıl Kuş, Öğr.Gör., Yozgat Bozok Üniversitesi, Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu Bilgisayar Teknolojileri Bölümü anil.kus@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5964-3727
[2]Burak Can, Öğr.Gör., Toros Üniversitesi, burak.can@toros.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7419-5942

1. Giriş

- Konunun arka planı ve önemi detaylıca açıklanmalı.
- Çalışmanın amacı ve araştırma soruları açıkça ifade edilmelidir.
- Literatürdeki ilgili çalışmalarla bağlantılar kurulmalıdır.

Yapay zeka ile ilişkili karbon ayak izi önemli bir çevresel endişe olarak görülmektedir. Yapay zeka modelleri sıklıkla eğitim ve çıkarım süreçleri sırasında çok fazla enerji kullanan yüksek performanslı bilgi işlem altyapısına ihtiyaç duymaktadır (De Lucia vd., 2023).

2. Yöntem

Bu çalışmada, YZ uygulamalarının kullandığı algoritmaların enerji tüketimini göstermek için SHAP (SHapley Additive Explanations) yöntemi kullanılmıştır. SHAP, her bir girdinin model çıktısına olan etkisini açıklamak için Shapley değerlerini kullanmaktadır. Geliştirilen uygulama python programlama dili ile yazılmış, geliştirme ortamı olarak Anaconda programı tercih edilmiştir. Uygulamanın tüm kodları https://github.com/anilkus adresinde paylaşılmıştır.

SHapley Katkı Açıklamaları (SHapley Additive exPlanations-SHAP)

SHAP yöntemi, oyun teorisindeki Shapley değerini temel alan ve özniteliklerin model çıktısına olan katkısını ölçmeye yönelik bir XAI tekniğidir. Shapley değeri, özellik uzayında tüm olası kombinasyonlar göz önüne alındığında her bir özelliğin ortalama marjinal etkisini hesaplamaktadır. SHAP, hem genel (global) model davranışını hem de bireysel (yerel) tahminleri açıklamak için kullanılabilmektedir. Teorik açıdan güçlü bir yöntem olmasına rağmen, yüksek boyutlu verilerde Shapley değerlerinin hesaplanmasının hesaplama maliyetinin yüksek olması bir dezavantaj oluşturabilir (Bhattacharya, 2022).

Çalışmada kullanılan estimate_energy_usage() fonksiyonu, verilen model türü, parametre sayısı ve eğitim iterasyonu bilgilerine göre tahmini enerji tüketimini hesaplamaktadır. Bu hesaplama, öncelikle, modelin türüne göre temel enerji tüketim katsayısı belirlenme ve daha sonra, parametre sayısı ve iterasyon sayısına bağlı olarak toplam enerji tüketimi hesaplanma üzerine kuruludur.

toplam enerji=(temel enerji katsayısı)×(parametre sayısı/1M) × eğitim iterasyonu (1)

Formül 1 de görüldüğü gibi, bir CNN modeli için 50 milyon parametre ve 100 iterasyon verildiğinde kullanılan enerji 6000kW olarak çıkmaktadır.

suggest_optimizations() fonksiyonu ise, enerji tüketiminin seviyesine bağlı olarak öneriler sunmaktadır. Eğer tüketim 100 kWh üzerindeyse, daha hafif modeller veya kuantizasyon kullanılması önerilmekte, eğer tüketim 50 kWh üzerindeyse, donanım optimizasyonları veya bulut çözümleri tavsiye edilmektedir. Harcanan enerji tüketimi düşükse, sistemin verimli olduğu bilgisi verilmektedir.

SHAP ile enerji tüketimini açıklayan bir waterfall plot (şelale grafiği) oluşturmak amacıyla explain_energy_usage() fonksiyonu kullanılmıştır.

```
explainer = shap.Explainer(lambda x: estimate_energy_usage(model_type, x[0]*1e6, x[1]))
```

Formül 2 de görüldüğü üzere, SHAP explainer fonksiyonuna, enerji tüketimi hesaplama fonksiyonu geçirilmiş ve SHAP, verilen parametrelerin enerji tüketimi üzerindeki etkisini analiz etmiştir.

3. Bulgular

- Araştırma sonuçları net, açık ve anlaşılır bir şekilde sunulmalıdır.

- Gerekirse tablo, grafik, şekil veya resim gibi görsellerle desteklenmelidir.
- Görseller, **şekil** veya **tablo** olarak numaralandırılmalı ve açıklayıcı başlıklarla belirtilmelidir (örnek: Şekil 1: Sürdürülebilirlik Modeli).
- Görseller sayfa içinde uygun yerlere yerleştirilmeli ve metin ile ilişkilendirilmelidir.
- Tablolar açık ve düzenli bir yapıya sahip olmalı, tablo içeriği kolayca anlaşılabilir olmalıdır.

4. Tartışma

- Bulgular, literatürdeki diğer çalışmalarla karşılaştırılmalı ve tartışılmalıdır.
- Çalışmanın bilimsel katkısı ve sonuçların uygulamalara yönelik çıkarımları vurgulanmalıdır.

5. Sonuç ve Öneriler

- Araştırmadan elde edilen temel sonuçlar özetlenmelidir.

Kaynakça

De Lucia, Gianluca, Marco Lapegna, and Diego Romano. "Unlocking the potential of edge computing for hyperspectral image classification: An efficient low-energy strategy." Future Generation Computer Systems 147 (2023): 207–218.

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK RAPORLAMASINDA ÇİFTE ÖNEMLİLİĞİN BELİRLEYİCİLERİ: TÜRKİYE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ENDEKSİ ÖRNEĞİ

Hüseyin Temiz

Özet

Bu çalışma, sürdürülebilirlik raporlamasında çifte önemlilik yaklaşımını benimseyen firmaların hangi özelliklere sahip olduğunu analiz etmektedir. Avrupa Birliği'nin Kurumsal Sürdürülebilirlik Raporlama Direktifi (CSRD) ile birlikte zorunlu hale gelen çifte önemlilik, şirketlerin hem finansal hem de çevresel-sosyal etkilerini eş zamanlı değerlendirmesini gerektirmektedir. Çalışmada, Borsa İstanbul Türkiye Sürdürülebilirlik Endeksi'nde (XUSRD) yer alan 60 firmanın 2024 yılına ait sürdürülebilirlik raporları içerik analizi yöntemiyle incelenmiştir. Lojistik regresyon modeli ile yapılan analizlerde, firma büyüklüğü ve kaldıraç düzeyinin çifte önemlilik uygulamasını pozitif yönde etkilediğini göstermektedir. Firma karlılık düzeyi ve yaşının ise çifte önemlilik kullanımı üzerinde anlamlı bir etkisi tespit edilmemiştir. Çalışmada elde edilen bulgular, özellikle büyük ve borçluluk düzeyi yüksek firmaların faaliyetlerinin hem çevre ve toplum üzerindeki etkilerine hem de çevre ve toplumun işletme faaliyetleri üzerindeki finansal etkilerine odaklanma konusunda daha duyarlı olduğu şekilde yorumlanmaktadır. Çalışma, gelişmekte olan ülke grubunda yer alan Türkiye'de faaliyet gösteren firmalar açısından çifte önemliliğin benimsenme dinamiklerini ortaya koyarak hem akademik literatüre hem de politika yapıcılara katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik Raporlaması, Çifte Önemlilik, CSRD, İçerik Analizi, BIST Sürdürülebilirlik Endeksi

Hüseyin Temiz (SY), Doç. Dr., Samsun Üniversitesi, huseyin.temiz@samsun.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0735-8884

1. Giriş

Küresel düzeyde artan çevresel krizler, sosyal eşitsizlikler ve kurumsal şeffaflığa yönelik beklentiler, işletmeleri yalnızca finansal performanslarıyla değil, aynı zamanda çevresel ve toplumsal etkileriyle de değerlendirme gerekliliğini gündeme getirmiştir. Bu bağlamda sürdürülebilirlik raporlaması, şirketlerin çevresel, sosyal ve yönetişim (ÇSY - ESG) performanslarını sistemli şekilde kamuoyuna açıklamaları için önemli bir araç haline gelmiştir.

2022 yılında Avrupa Birliği tarafından kabul edilen Kurumsal Sürdürülebilirlik Raporlama Direktifi (Corporate Sustainability Reporting Directive - CSRD), sürdürülebilirlik raporlamasını yalnızca gönüllü bir uygulama olmaktan çıkararak şirketler için yasal bir yükümlülük haline getirmiştir. Bu direktifin en çarpıcı yönlerinden biri, şirketlerin yalnızca kendi finansal sürdürülebilirliklerini değil, aynı zamanda çevre ve toplum üzerindeki etkilerini de dikkate almalarını zorunlu kılan "çifte önemlilik" (double materiality) ilkesidir.

Çifte önemlilik yaklaşımı, bir şirketin sürdürülebilirlik bağlamındaki konulara yalnızca kendisine etkileri açısından değil, aynı zamanda faaliyetlerinin toplum ve çevre üzerindeki etkileri bakımından da yaklaşmasını gerektirir. Bu yaklaşım, finansal önemlilik (financial materiality) ve etki önemliliği (impact materiality) olmak üzere iki yönlü bir analiz çerçevesi sunar. Örneğin bir şirketin su tüketimi, kuraklık riskleri açısından şirketin gelecekteki faaliyetlerini etkileyebilirken; aynı zamanda yerel topluluklar ve ekosistemler üzerinde olumsuz etkiler doğurabilir. Dolayısıyla çifte önemlilik, yalnızca yatırımcı odaklı bir raporlama anlayışını değil, tüm paydaş gruplarının beklentilerini gözeten daha kapsamlı bir kurumsal sorumluluk çerçevesini temsil eder.

Bu gelişmeler, sadece Avrupa'daki şirketleri değil, Avrupa Birliği ile ekonomik ilişkileri olan veya AB yatırımcılarını hedefleyen firmaları da etkilemektedir. Türkiye gibi AB aday ülkelerinde faaliyet gösteren şirketler açısından, bu yeni raporlama yaklaşımı hem stratejik bir uyum süreci hem de rekabet avantajı elde etme açısından önemlidir. Ayrıca, küresel yatırımcıların sürdürülebilirlik raporlamasına ilişkin beklentilerinin artması, Türk firmalarının da uluslararası raporlama normlarına daha fazla entegre olmasını gerekli kılmaktadır.

Türkiye'de sürdürülebilirlik raporlaması gönüllü temelli olmakla birlikte, son yıllarda Borsa İstanbul tarafından geliştirilen Türkiye Sürdürülebilirlik Endeksi (XUSRD) gibi girişimler sayesinde kurumsal raporlama standartlarında önemli gelişmeler yaşanmıştır. Ancak çifte önemlilik yaklaşımının Türkiye'deki yansımaları henüz yeterince incelenmemiştir. Bu çalışma, BIST Sürdürülebilirlik Endeksi'nde yer alan firmaların sürdürülebilirlik raporları üzerinden çifte önemlilik uygulamalarını analiz etmekte ve bu uygulamaların firma düzeyindeki belirleyicilerini ortaya koymaktadır. Böylece, Türkiye gibi gelişmekte olan bir ülkede bu yeni yaklaşımın benimsenme düzeyi ve arkasındaki dinamikler anlaşılmaya çalışılmaktadır. Diğer bir ifadeyle, bu çalışmanın katkısı, çifte önemlilik uygulamasının firma karakteristikleri ile nasıl ilişkilendiğini ortaya koyarak literatürdeki bu boşluğu doldurmasıdır. Ayrıca Türkiye gibi gelişmekte olan bir ekonomide yapılan analiz, küresel literatüre bölgesel bir katkı sunmaktadır.

2. Kavramsal Çerçeve

Çifte önemlilik, "finansal önemlilik" (outside-in) ve "etki önemliliği (inside-out) olarak iki boyutta ele alınmaktadır (Eccles & Krzus, 2014). Finansal önemlilik çevresel ve sosyal faktörlerin şirketin finansal performansını nasıl etkilediğini incelerken, etki önemliliği şirketin faaliyetlerinin çevre ve toplum

üzerindeki etkisini değerlendirir. Bu yaklaşım, entegre raporlama ve paydaş teorisi ile de desteklenmektedir (Freeman vd., 2010).

Çifte önemlilik, sürdürülebilirlik bağlamındaki olay ve olguların hem şirketin ekonomik-finansal performansı üzerindeki etkisini hem de şirketin bu konular üzerindeki etkisini aynı anda değerlendirme yaklaşımıdır. CSRD gibi düzenlemeler, şirketlerin bu iki boyutu entegre biçimde ele almasını ve sürdürülebilirlik raporlarında şeffaf bir şekilde açıklamasını zorunlu hale getirmiştir. Bu bağlamda çifte önemlilik, yalnızca yasal bir zorunluluk değil; aynı zamanda şirketlerin uzun vadeli değer yaratma stratejilerinde temel bir yapı taşı haline gelmiştir. Paydaşların beklentileri doğrultusunda şekillenen bu yaklaşım, yatırımcılara daha kapsamlı bir risk analizi sunarken; topluma ve çevreye karşı duyarlı kurumsal yapıları teşvik etmektedir.

Ek olarak çifte önemlilik, sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle de örtüşen bir yaklaşımdır. Küresel sürdürülebilirlik gündemi içinde yer alan iklim krizi, kaynak kıtlığı, insan hakları ve kurumsal etik gibi alanlarda şirketlerin hem maruz kaldığı riskler hem de bu alanlara yönelik etkileri giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu nedenle çifte önemlilik ilkesi, yalnızca raporlama açısından değil, kurumsal strateji ve yönetişim açısından da dikkate alınması gereken bütünsel bir değerlendirme çerçevesi sunmaktadır.

3. Literatür İncelemesi

Sürdürülebilirlik raporlaması üzerine yapılan çalışmalar, şirket özelliklerinin (örneğin büyüklük, borçluluk, kârlılık, yaş) raporlama davranışı üzerinde etkili olduğunu göstermektedir (Cho vd., 2012; Michelon vd., 2015). Ancak çifte önemlilik özelinde yapılan ampirik araştırmalar oldukça sınırlıdır. Mevcut literatürde genellikle çifte önemlilik analizinin metodolojisi ve uygulamadaki farklılıklar ele alınmakta, fakat bu uygulamayı benimseme kararında etkili olan içsel faktörler detaylı biçimde incelenmemektedir. Örneğin, Mezzanotte (2023) Firma faaliyetlerinin etkilerinin önemlilik değerlendirmesine, bu tür bir değerlendirmenin içerdiği zorluklara ve ilgili yasal risklere odaklanmaktadır. İncelenen zorluklar arasında şirket-paydaş katılım sürecindeki yasal risk, raporlamanın doğruluğu ve eksiksizliği ve etki önemliliğinin belirlenmesine yönelik yasal kriterler hakkındaki belirsizlik yer almaktadır. Çalışma (i) dış etkilere ilişkin şirket-paydaş etkileşimine sağlam bir yasal stratejinin rehberlik etmesini, (2) uygulama stratejilerinin yeşil yıkama (greenwashing) uygulamalarını da kapsayacak şekilde tasarlanmasını ve (3) sürdürülebilirlik raporlamasına yönelik güvence uygulamalarının hızla hayata geçirilmesini tavsiye etmektedir. Benzer şekilde, Belidan ve Baghad (2024) sürdürülebilirlik raporlaması kapsamında önemlilik araştırmalarının teorik temellerini, araştırmaların mevcut durumunu ve farklı yaklaşımların meşruiyetini incelemiştir. Elde edilen bulgular kapsamında; (i) paydaşların beklentileri ve düzenleyici talepler doğrultusunda sürdürülebilirlik raporlaması araştırmalarında çifte önemliliğin artan önemine vurgu yapılmış, (ii) paydaş ve meşruiyet teorisi gibi teorik çerçevelerin, önemlilik değerlendirmelerindeki karmaşıklıkları açıklamaya yardımcı olduğu ve tutarsız standartların uyumlaştırma ihtiyacına yönelik tespitlere yer verilmiş, ve (iii) paydaş katılımının kritik rolünü vurgulanarak standardizasyon, sektöre özgü zorluklar ve çifte önemliliğin uygulanması konularında daha fazla araştırma yapılması gerekliliği ifade edilmiştir.

4. Veri Seti ve Yöntem

Çalışmanın başlangıç veri seti, 2024 yılında Borsa İstanbul Türkiye Sürdürülebilirlik Endeksi'nde yer alan 88 şirketin sürdürülebilirlik raporlarından oluşmaktadır. Çifte önemlilik uygulaması, şirket raporlarında çifte önemlilik ifadesine açık biçimde yer verilmesi, çevresel ve sosyal etkilerin finansal risklerle ilişkilendirilmesi, paydaş önceliklendirme tablolarının kullanımı gibi kriterlerle ölçülmüştür.

Sistematik bir içerik analizine dayanan kodlama sürecinde bu unsurların sıklığı, rapor içindeki konumu ve detay düzeyi değerlendirilmiştir. Çalışma modelinde kullanılan değişkenlere ait eksik veriye sahip gözlemler çıkarıldığında toplam 60 firmanın verileri ile analizler gerçekleştirilmiştir.

4.1. Çalışmada Kullanılan Model

BIST Sürdürülebilirlik Endeksinde işlem gören firmaların çifte önemlilik kullanım düzeylerinin incelenmesinde aşağıda yer alan model kullanılmıştır:

$$Çifte\ Önemlilik_i = \alpha + \beta_1 Büyüklük_i + \beta_2 Kaldıraç_i + \beta_3 Karlılık_i + \beta_4 Yaş_i + \mu Sektör + \varepsilon$$

Modede yer alan bağımlı değişken (*Çifte Önemlilik*), çifte önemlilik uygulamasının varlığına ilişkin kukla (1=uyguluyor, 0=uygulamıyor) değişkeni tanımlamaktadır. Bağımsız değişkenler arasında firma büyüklüğü (*Büyüklük*), borçluluk oranı (*Kaldıraç*), karlılık (*Karlılık*) ve firma yaşı (*Yaş*) yer almaktadır. Büyüklük değişkeni firmaların toplam varlıklarının doğal logaritması, Kaldıraç değişkeni toplam borcun toplam varlıklara bölünmesi, karlılık değişkeni net karın toplam varlıklara bölünmesi, ve Yaş değişkeni kuruluş yılı ile inceleme dönemi olan 2024 yılı arasındaki fark şeklinde hesaplanmıştır. Model yapısında da gösterildiği gibi, tahminler lojistik regresyon yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Ek olarak, modele sektör sabit etkiler değişkeni (*Sektör*) eklenerek zamandan bağımsız sektörel etkiler kontrol edilmiş ve uç değerlerin elimine edilmesi için finansal veriler %1 ve %99 düzeyinde winsorize edilmiştir.

5. Bulgular

Çalışma örneklemine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Tanımlayıcı İstatistikler

Değişenler	Gözlem	Ortalama	Std. Sap.	Min	Max
Çifte önemlilik	60	0.717	0.454	0.000	1.000
Büyüklük	60	24.907	1.341	22.230	28.994
Kaldıraç	60	0.245	0.128	0.011	0.587
ROA	60	2.530	7.064	-17.220	16.282
Yaş	60	37.917	18.583	7.000	70.000

Tablo 1'de raporlandığı gibi *Çifte Önemlilik* değişkeni ikili bir değişkendir ve örneklemdeki firmaların %71.7'sinin sürdürülebilirlik raporlarında çifte önemlilik yaklaşımını kullandıklarını göstermektedir. Bu değişkenin standart sapması 0.454 olup, minimum değeri 0 ve maksimum değeri 1'dir. *Büyüklük* değişkeni firmaların doğal logaritması alınmış toplam varlıklarını ifade etmektedir. Ortalama büyüklük 24.91 olup, 1.341'lik bir standart sapma göstermektedir. Bu değerler, firmaların büyüklük bakımından görece homojen bir dağılıma sahip olduğunu göstermektedir. Gözlemler arasında en küçük değer 22.23, en büyük değer ise 28.99'dur. *Kaldıraç* değişkeni ortalaması 0.245'tir ve standart sapması 0.128'dir. Bu da firmaların finansal yapı bakımından çeşitli seviyelerde borçluluğa sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Minimum kaldıraç oranı 0.011 iken, maksimum oran 0.587'dir. *ROA* (varlık kârlılığı)

ortalama %2.53 düzeyindedir. Ancak standart sapmanın yüksekliği (7.064) firmalar arasında önemli ölçüde farklılık olduğunu göstermektedir. En düşük ROA değeri -%17.22 iken, en yüksek değer %16.28'dir. Bu, bazı firmaların zarar ettiğini gösterirken, diğerlerinin yüksek kârlılığa ulaştığını ortaya koymaktadır. Son olarak, *Yaş* değişkeni firmaların faaliyette bulundukları yıl sayısını ifade etmektedir. Ortalama firma yaşı yaklaşık 38 yıl olup, standart sapması 18.583'tür. Bu, örneklemde hem nispeten yeni hem de oldukça köklü firmaların bulunduğuna işaret etmektedir. Firma yaşı en az 7, en fazla 70'tir.

Kurulan lojistik modeline ait bulgular ise Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Model Bulguları

	Katsayılar
Değişkenler	Std. Sapma
Büyüklük	0.572**
	(0.292)
Kaldıraç	6.209**
	(2.980)
ROA	-0.003
	(0.048)
Yaş	0.013
	(0.019)
Sabit	-15.007**
	(7.045)
Gözlem Sayısı	60
Pseudo R2	0.188

Tablo 2'de sunulan lojistik regresyon sonuçları, firmaya ait çeşitli finansal ve yapısal özelliklerin çifte önemlilik olasılığı üzerindeki etkisini ortaya koymaktadır. Modelde yer alan *Büyüklük* değişkeninin katsayısı 0.572 olup %5 düzeyinde anlamlıdır ($p < 0.05$). Bu bulgu, firma büyüklüğündeki artışın çifte önemlilik olasılığını artırdığını göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, daha büyük firmalar, denetim sürecinde çifte önemlilik kriteri açısından daha hassas bir pozisyonda olabilirler. *Kaldıraç* değişkeninin katsayısı ise 6.209'dur ve bu da %5 düzeyinde anlamlıdır ($p < 0.05$). Bu sonuç, kaldıraç oranı yüksek olan firmaların çifte önemlilik olasılığının da daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durum, yüksek borçluluğun risk düzeyini artırarak denetim açısından daha fazla dikkate alınan firmalar haline

gelmelerine neden olabileceğini düşündürmektedir. Diğer yandan, *ROA* (varlık kârlılığı) ve *Yaş* değişkenlerinin katsayıları sırasıyla -0.003 ve 0.013 olup, her iki değişken de istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu durum, firmanın kârlılığının ve yaşının çifte önemlilik olasılığı üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığını göstermektedir.

Modelin sabit terimi -15.007 olup, bu değer de %5 düzeyinde anlamlıdır. Bu, bağımsız değişkenler sıfır olduğunda çifte önemlilik olasılığının oldukça düşük olduğunu göstermektedir. Son olarak, modelin pseudo R^2 değeri 0.188 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, modelin bağımlı değişkeni açıklama gücünün sınırlı ancak anlamlı düzeyde olduğunu göstermektedir.

6. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma, Türkiye'de faaliyet gösteren önde gelen firmaların sürdürülebilirlik raporlarında çifte önemlilik yaklaşımını benimseme eğilimlerini analiz etmiştir. Bulgular, özellikle büyük ve yüksek borçluluk düzeyine (örneklem firmaları açısından) sahip firmaların bu uygulamaya daha fazla yöneldiğini göstermektedir. Buna karşılık, karlılık ve yaş değişkenlerinin firmaların çifte önemlilik yaklaşımını benimsemeleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermiştir. Bu sonuçlar, gelişmekte olan piyasalardaki firmaların sürdürülebilirlik uygulamalarını tasarlarken etkisi olan faktörler hakkında bir iç görü sunmaktadır.

Çifte önemlilik ilkesi, sürdürülebilirlik raporlamasında hem düzenleyici kurumlar hem de paydaşlar açısından kritik bir yere sahiptir. CSRD gibi düzenlemeler ile birlikte bu yaklaşım artık tercihten çok yasal bir gereklilik halini almaktadır. Türkiye gibi aday ülkelerde de benzer regülasyonların devreye girmesi beklenmektedir. Bu bağlamda firmaların, şimdiden bu yeni raporlama yaklaşımına hazırlıklı olmaları stratejik bir öneme sahiptir. Ayrıca yatırımcılar açısından da çifte önemlilik, daha kapsamlı bir risk ve fırsat değerlendirmesi yapılmasına olanak tanımaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışma çifte önemlilik uygulamasının firma düzeyindeki belirleyicilerini ortaya koyarak literatüre hem teorik hem de uygulamalı katkılar sunmaktadır. Elde edilen bulgular, politika yapıcılar, düzenleyici kurumlar ve şirket yöneticileri için yol gösterici niteliktedir. Gelecek çalışmalar, farklı ülke örneklerini karşılaştırmalı olarak inceleyerek çifte önemlilik anlayışının küresel düzeyde nasıl evrildiğini daha kapsamlı biçimde ortaya koyabilir.

Kaynakça

Belidan, M. A., & Baghad, H. (2024). Navigating materiality in sustainability reporting: A scoping review of single and double materiality approaches. *Zeszyty Teoretyczne Rachunkowości*, (48 (4)), 11-32.

Cho, C. H., Michelon, G., & Patten, D. M. (2012). Impression management in sustainability reports: An empirical investigation of the use of graphs. *Accounting and the Public Interest*, *12*(1), 16-37.

Mezzanotte, F. E. (2023). Corporate sustainability reporting: double materiality, impacts, and legal risk. *Journal of Corporate Law Studies*, *23*(2), 633-663.

Michelon, G., Pilonato, S., & Ricceri, F. (2015). CSR reporting practices and the quality of disclosure: An empirical analysis. *Critical perspectives on accounting*, *33*, 59-78.

TÜRKİYE'DEKİ ÜNİVERSİTELERDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK RAPORLAMASI: MEVCUT DURUMUN ANALİZİ VE DEĞERLENDİRME

SUSTAINABILITY REPORTING AT UNIVERSITIES IN TÜRKIYE: ANALYSIS AND EVALUATION OF THE CURRENT SITUATION

Ahmet ÜNLÜ[1]
Oğuzhan DANIŞ[2]

Giriş

Çevresel kaygılarla sınırlı olmayan Sürdürülebilirlik, günümüzde ekonomik, sosyal ve kültürel boyutlarıyla birlikte değerlendirilen çok boyutlu bir kavram haline gelmiştir. Yükseköğretim kurumları ise bilgi üretme, toplumu yönlendirme ve nitelikli yeni nesiller yetiştirme misyonları gereği sürdürülebilirlik alanında öncü rol üstlenmektedir. Üniversiteler, çevresel etkilerin azaltılması, toplumsal sorumlulukların yerine getirilmesi, kaynakların etkin ve sürdürülebilir biçimde kullanılması ile şeffaf ve hesap verebilir yönetim ilkelerinin kurumsal düzeyde içselleştirilmesi doğrultusunda çok yönlü yükümlülükler taşımakta olup; bu kapsamda sürdürülebilirlik raporlaması, söz konusu yükümlülüklerin gerçekleştirilme düzeyinin izlenmesi, değerlendirilmesi ve paydaşlara şeffaf biçimde sunulması açısından stratejik bir yönetişim aracı işlevi görmektedir.

Üniversiteler için özel sürdürülebilirlik göstergeleri; enerji ve su tüketimi, atık yönetimi, karbon ayak izi, cinsiyet eşitliği, erişilebilirlik, sürdürülebilir kalkınma amaçlarına yönelik akademik yayınları hem çevresel hem de sosyal göstergeleri kapsar. Bu çalışma, Türkiye'deki üniversitelerin sürdürülebilirlik raporlamalarını değerlendirmeyi, mevcut durumu analiz etmeyi amaçlamaktadır.

Bu çalışma, Türkiye'deki üniversitelerin sürdürülebilirlik raporlamalarını değerlendirmek amacıyla nitel araştırma yöntemlerinden doküman analizi tekniğini kullanmaktadır. 2024 yılı itibarıyla YÖK'e bağlı 131 devlet ve 74 vakıf üniversitesinin resmi internet siteleri incelenmiş; sürdürülebilirlik raporları, kurumsal yapılar ve UI GreenMetric sıralamaları temel alınarak veriler toplanmıştır. Üniversitelerin kamuya açık raporları, içerik, kapsam ve güncellik açısından karşılaştırmalı olarak analiz edilmiş; bulgular, kurumsal şeffaflık ve sürdürülebilirlik yönetişimi çerçevesinde yorumlanmıştır. Çalışma, yalnızca kamuya açık verilerle sınırlı olup, herhangi bir üniversiteyle doğrudan temas kurulmamıştır.

Türkiye'deki Üniversitelerde Mevcut Durum Analizi

Türkiye'de sürdürülebilirlik raporu yayımlayan üniversite sayısı sınırlıdır. Çalışma kapsamında incelenen üniversitelerden 53 devlet üniversitesi ile 25 vakıf üniversitesi sürdürülebilirlik raporlarını açıklamaktadır. Ancak bu raporlar arasında içerik, format ve kapsam açısından ciddi farklılıklar bulunmaktadır. Sürdürülebilirlik raporlarının kamuoyuna sunulması, üniversitelerin kurumsal şeffaflığına önemli katkılar sağlamakta, hesap verebilirlik düzeyini artırmaktadır. Devlet üniversiteleri arasında Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi ve İnönü Üniversitesi öne çıkarken; vakıf üniversiteleri arasında Özyeğin Üniversitesi, Yeditepe Üniversitesi ve Başkent Üniversitesi dikkat çekmektedir.

[1]Ahmet ÜNLÜ, Öğr. Gör., Yozgat Bozok Üniversitesi, ahmet.unlu@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0143-7645
[2]Oğuzhan DANIŞ, Öğr. Gör., Yozgat Bozok Üniversitesi, oguzhan.danis@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6548-9490

Sürdürülebilirlik raporlarını kamuoyuyla paylaşan üniversitelerden 32'si 2024 yılına ait güncel raporlarını yayımlamışken, 42'si 2023 yılına, 3'ü 2022 yılına ve yalnızca 1'i 2018 yılına ait raporunu kamuoyuna sunmuştur; bu durum üniversitelerin sürdürülebilirlik raporlamasında güncellik düzeylerinin kurumsal kapasite ve raporlama sürekliliği açısından farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Türkiye genelinde 114 üniversite, sürdürülebilirlikle ilgili idari bir yapı (ofis, koordinatörlük, komisyon vb.) oluşturmuştur. Ancak bu üniversitelerden sadece 69'u sürdürülebilirlik raporu yayınlamıştır. Bu durum, sürdürülebilirlik konusunun kurumsal yapıya yansıtılmış olmasına rağmen, raporlama ve kamuoyu ile şeffaf bilgi paylaşımı noktasında eksikliklerin bulunduğunu göstermektedir. Rapor yayınlama oranı yaklaşık %61'dir. Bu tablo, sürdürülebilirliğin sadece yapısal düzeyde değil, aynı zamanda faaliyetlerin izlenmesi, değerlendirilmesi ve paylaşılmasıyla da desteklenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

UI GreenMetric, Endonezya Üniversitesi tarafından 2010 yılında başlatılan bir sıralama sistemidir ve dünya genelindeki üniversitelerin sürdürülebilirlik performanslarını değerlendirmeyi amaçlar. Üniversiteler; altyapı, enerji ve iklim değişikliği, atık yönetimi, su kullanımı, ulaşım ve eğitim gibi kriterlere göre puanlanır. 2024 UI GreenMetric sıralamasında Türkiye'den 120 üniversite yer almış ve 92 üniversite ilk 1000'e girmeyi başarmıştır. Türkiye, Avrupa'da sıralamada en fazla üniversitesi bulunan ülke konumundadır. GreenMetric sıralamasında bulunan 48 devlet üniversitesi ile 19 vakıf üniversitesi sürdürülebilirlik raporlarını yayımlamışlardır.

Sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin diğer bir parçası olarak toplumsal cinsiyet eşitliği yükseköğretim kurumlarında güçlendirilmektedir. Son yıllarda kadın akademisyen sayısı yükseköğretim kurumlarında artarak devam etmektedir. Devlet üniversiteleri arasında İzmir Demokrasi, Hacettepe, Mimar Sinan Güzel Sanatlar, Galatasaray ve Anadolu üniversiteleri; vakıf üniversiteleri arasında ise İstanbul Galata, Ankara Medipol, Çağ, Fenerbahçe ve Yeditepe üniversiteleri, kadın akademisyen temsili bakımından ön plana çıkmaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Türkiye'deki üniversitelerde sürdürülebilirlik raporlaması konusunda önemli bir bilinç oluşmaya başlamış olsa da uygulamada bütüncül ve standardize edilmiş bir yaklaşım henüz oturmamıştır. Üniversitelerin sürdürülebilirlik faaliyetlerini daha sistematik bir biçimde izleyip raporlayabilmesi için ortak göstergeler belirlenmeli, kurumsal kapasite artırılmalı ve uluslararası standartlarla uyum sağlanmalıdır. Bu adımlar, yükseköğretim kurumlarının sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkısını daha görünür ve etkili kılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik Raporlaması, Üniversite, GreenMetric, Cinsiyet Eşitliği

Introduction

Sustainability, which is not limited to environmental concerns, has become a multidimensional concept that is evaluated together with its economic, social and cultural dimensions. Higher education institutions assume a leading role in the field of sustainability due to their mission of producing knowledge, guiding the society and raising qualified new generations. Universities have multifaceted obligations in line with reducing environmental impacts, fulfilling social responsibilities, using resources effectively and sustainably, and internalizing transparent and accountable management principles at the institutional level; in this context, sustainability reporting serves as a strategic governance tool in terms of monitoring and evaluating the level of realization of these obligations and presenting them transparently to stakeholders.

Specific sustainability indicators for universities include both environmental and social indicators such as energy and water consumption, waste management, carbon footprint, gender equality, accessibility, academic publications for sustainable development purposes. This study aims to evaluate the sustainability reporting of universities in Turkey and analyze the current situation.

This study uses document analysis technique, one of the qualitative research methods, to evaluate the sustainability reporting of universities in Turkey. As of 2024, the official websites of 131 public and 74 foundation universities affiliated to the Council of Higher Education (YÖK) were analyzed and data were collected based on sustainability reports, institutional structures and UI GreenMetric rankings. The publicly available reports of the universities were analyzed comparatively in terms of content, scope and timeliness, and the findings were interpreted within the framework of corporate transparency and sustainability governance. The study is limited to publicly available data only and no direct contact was made with any university.

Current Situation Analysis at Universities in Türkiye

The number of universities publishing sustainability reports in Turkey is limited. Among the universities examined within the scope of the study, 53 public universities and 25 foundation universities disclose their sustainability reports. However, there are significant differences between these reports in terms of content, format and scope. Public disclosure of sustainability reports makes significant contributions to the institutional transparency of universities and increases the level of accountability. While Middle East Technical University, Yıldız Technical University and İnönü University stand out among public universities, Özyeğin University, Yeditepe University and Başkent University stand out among foundation universities.

While 32 of the universities that disclosed their sustainability reports to the public published their current reports for 2024, 42 of them disclosed their reports for 2023, 3 for 2022 and only 1 for 2018; this situation reveals that the level of timeliness in sustainability reporting of universities varies in terms of institutional capacity and reporting continuity.

Across Turkey, 114 universities have established an administrative structure (office, coordinatorship, commission, etc.) related to sustainability. However, only 69 of these universities have published sustainability reports. This shows that although sustainability is reflected in the institutional structure, there are deficiencies in reporting and transparent information sharing with the public. The rate of publishing a report is approximately 61 per cent. This table reveals that sustainability should be supported not only at the structural level, but also through monitoring, evaluation and sharing of activities.

UI GreenMetric is a ranking system launched by the University of Indonesia in 2010 and aims to assess the sustainability performance of universities around the world. Universities are scored according to criteria such as infrastructure, energy and climate change, waste management, water use, transport and education. In the 2024 UI GreenMetric ranking, 120 universities from Turkey took part and 92 universities managed to enter the top 1000. Turkey is the country with the highest number of universities in Europe. In the GreenMetric ranking, 48 public universities and 19 foundation universities have published their sustainability reports.

As another part of sustainable development goals, gender equality is being strengthened in higher education institutions. In recent years, the number of female academics has been increasing in higher education institutions. Among public universities, Izmir Democracy, Hacettepe, Mimar Sinan Fine Arts, Galatasaray and Anadolu universities; among foundation universities, Istanbul Galata, Ankara Medipol, Çağ, Fenerbahçe and Yeditepe universities stand out in terms of female academic representation.

Conclusion and Recommendations

Although a significant awareness on sustainability reporting has started to emerge in Turkish universities, a holistic and standardized approach has not yet been established in practice. In order for universities to monitor and report their sustainability activities more systematically, common indicators should be determined, institutional capacity should be increased and harmonization with international standards should be ensured. These steps will make the contribution of higher education institutions to sustainable development goals more visible and effective.

Keywords: Sustainability Reporting, University, GreenMetric, Gender Equality

1934-1951 YILLARI ARASINDA BULGAR ULUSLAŞMA SÜRECİ VE TÜRKİYE'YE YÖNELİK ZORUNLU GÖÇLERİN ORTA ANADOLU'YA YANSIMALARI

Hülya TOKER[1]
Mustafa TOKER[2]

Özet

Bu çalışmada, Bulgaristan'ın uluslaşma süreci çerçevesinde 1934-1951 yılları arasında Türkiye'ye yönelik gerçekleşen zorunlu göçler, Türkiye Cumhuriyeti'nin göç politikaları bağlamında değerlendirilerek göçlerin Orta Anadolu bölgesine olan etkilerini sürdürülebilirlik perspektifinden analiz edilecektir. 1934 yılından sonra Bulgaristan'da ulus-devlet inşası sürecinde Türklere yoğun bir şekilde asimilasyon ve baskı politikaları uygulanmış, bunun sonucu olarak kitlesel göçler hız kazanmıştır. Türkiye, göçler karşısında yeni politikalar belirlemiş ve özellikle Balkanlar'dan gelen göçmenler için hukuki düzenlemelerin yanı sıra siyasi tutumlar geliştirerek göçleri yönetmeye çalışmıştır.

Çalışmada öncelikle, Bulgaristan'ın bağımsızlığını kazandıktan sonra uluslaşma süreci ve bu sürecin Bulgaristan'da yaşayan Türkler üzerindeki etkileri tarihsel arka planıyla ele alınacaktır. 1934 Darbesi sonrası başlayan sistematik baskı ve 1950-51 yıllarındaki zorunlu göç dalgası Türkiye'de Tek Parti ve Demokrat Parti dönemi politikaları çerçevesinde ele alınarak, Türkiye'nin göç politikalarının dönüşümü ve siyasi aktörlerin bu politikaya etkisi analiz edilecektir. Çalışmada ayrıca göçmenlerin Bulgaristan'dan Türkiye'ye geliş süreci, Türkiye'de yerleştirildikleri bölgeler ele alınacaktır.

Araştırmanın odak noktalarından biri de göçmenlerin Türkiye'ye geldikten sonra yerleştirildikleri bölgeler ve bu bölgelerin önemidir. Gelen göçmenlerin önemli bir kısmının yerleştirilmesi için Orta Anadolu tercih edilmiştir. Göçmenlerin meslekleri ve bölgeye katkıları gerek Cumhurbaşkanlığı Cumhuriyet Arşivi gerekse ikinci el kaynaklar çerçevesinde incelenecektir. Göçmenlerin sosyal uyumu, yeni yaşam alanlarına entegrasyonu ve kırsal kalkınma üzerindeki etkileri, sürdürülebilirlik bağlamında değerlendirilecektir.

Sonuç olarak bu bildiri, zorunlu göçlerin yalnızca insani ve siyasi bir mesele olmanın ötesinde, yerel düzeyde sürdürülebilir toplumsal yapılar oluşturmadaki rolünü ve uzun vadeli etkilerini tartışmayı hedeflemektedir. Aynı zamanda Türkiye'nin erken Cumhuriyet dönemindeki göç yönetimi politikalarının süreklilik ve kırılma noktaları üzerinden tarihsel bir değerlendirme sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Türkiye, Bulgaristan, Zorunlu Göç, Uluslaşma, Göç Politikası, Orta Anadolu,

[1]Hülya Toker, Doç. Dr., Yozgat Bozok Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Uluslararası İlişkiler Bölümü, hulya.toker@yobu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2400-3826.
[2]Mustafa Toker, Öğr. Gör. Ankara Üniversitesi Türk İnkılap Tarihi Enstitüsü, toker@ankara.edu.tr, ORCID:0000-0002-1239-3935

1. Giriş

20. Yüzyılın başları, ulus-devletlerin şekillendiği Balkan coğrafyasında, çok kültürlü toplumsal yapının yerini homojenleştirme çabalarına bıraktığı bir dönem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sürecin olumsuz bir yansıması özellikle azınlık grupların sistematik baskılara, zorunlu göçlere ve asimilasyon politikalarına maruz kalması olmuştur. Bu sürecin en çarpıcı örneklerinden biri Bulgaristan örneğidir. Bulgaristan, Türk ve Müslüman azınlıklar üzerinde uyguladığı kimlik erozyonu politikaları ile dikkat çekmiştir.

Bulgaristan'da 1878 Berlin Antlaşması sonrası başlayan uluslaşma süreci, Osmanlı izlerinin silinmesi ve etnik homojenliğin sağlanması doğrultusunda yürütülmüştür. Bu çerçevede Türkler ve diğer Müslüman azınlıklar kültürel, dini ve dilsel baskılara maruz kalmış; cami, türbe ve diğer Osmanlı mimari eserleri yıkılarak kamusal alanda Türk izleri silinmiştir. Balkan Savaşları ve sonrasında başlayan Türk göçü, Cumhuriyetin ilk yıllarında da devam etmiştir.

Osmanlı dönemindeki göçler ile Cumhuriyet dönemi göçler arasında farklılıklar bulunmaktadır. Osmanlı dönemi göçleri genellikle savaş koşullarının doğurduğu zorunlu göçlerdir. Cumhuriyet dönemindeki göçler ise daha çok Türkiye ve Bulgaristan arasında imzalanan anlaşmalar doğrultusunda gerçekleşmiştir. Bu bağlamda, 1925 yılı iki ülke ilişkilerinde bir dönüm noktası olmuş, diplomatik yollarla göç süreçleri şekillenmiştir.

1925 Türk-Bulgar Dostluk Anlaşması iki ülke arasında diplomatik, ticari ve hukuki ilişkileri geliştirmeyi amaçlamış; azınlıkların haklarını güvence altına alan ek bir protokol de içermiştir. Bu protokole göre, Bulgaristan'daki Müslüman azınlıklar Neuilly Antlaşması, Türkiye'deki Bulgar azınlıklar ise Lozan Antlaşması hükümlerinden yararlanacaktı. Ayrıca göç eden kişilerin vatandaşlıkları karşılıklı olarak tanınmış, böylece hak kayıplarının önüne geçilmeye çalışılmıştır. Aynı yıl imzalanan Oturma (İkamet) Anlaşması, iki ülke vatandaşlarına karşılıklı oturma hakkı tanımıştır. 1934 yılında Bulgar yönetiminin değişmesi göçlerin mahiyetinde de değişiklik olmasına neden olmuştur.

Bu çalışmanın odak noktası, 1934-1951 yılları arasında Bulgaristan'da gelişen uluslaşma politikalarının Türk azınlık üzerindeki etkilerini ve bu etkilerin sonucunda Türkiye'ye, özellikle de Orta Anadolu'ya yönelen zorunlu göç dalgalarını incelemektir. Türkiye, özellikle 1936 ve 1938'de gelen Bulgar ve Romen göçmenleri Yozgat, Kayseri, Niğde, Konya gibi İç Anadolu illerine yerleştirmeyi planlamış, ancak toprak yetersizliği nedeniyle 25.000 göçmenin yalnızca 11.000'i bu bölgelere iskân edilebilmiştir. 1933 yılında Yozgat'a 3 hanede 13 kişi yerleştirilmişt,1936'da Yozgat Merkez'e 48 hane (226 kişi), Sorgun'a 18 hane (56 kişi) iskân edilmiştir.

Söz konusu göç hareketi, demografik bir değişimi yansıttığı gibi aynı zamanda iki ülke ilişkilerini de yakından etkilemiştir. Karşılıklı verilen notalar bunun en güzel örneklerindendir.

1944 yılı sonrası Bulgaristan'da Sovyet etkisiyle kurulan sosyalist rejim, tek ulus yaratma politikası doğrultusunda Türk ve Müslüman azınlıkları asimile etmeye çalışmıştır. Bu çerçevede eğitim politikalarıyla kimlik dönüşümü hedeflenmiştir.

1950 yılında Bulgaristan'dan Türkiye'ye yönelik kitlesel Türk göçü, iki ülke arasındaki ilişkilerde önemli bir diplomatik krize neden olmuştur. Bulgar Hükümeti'nin, göçün başlangıcında Türk azınlığa yönelik baskı ve ayrımcı uygulamaları, göçün hızlanmasına yol açmış; bu süreçte Türkiye'ye 250 bini aşkın göçmenin kısa sürede giriş yapması beklenmiştir. Türkiye bu talebi, hem demografik hem de ekonomik açıdan yönetilemez bulmuş, Bulgaristan'a karşı diplomatik notalarla tepki göstermiştir. 28 Ağustos 1950 tarihli Türk karşı notasında, Bulgar Hükümeti'nin insan haklarına aykırı uygulamaları ve göçmenlerin taşınabilir mallarını getirmesine izin vermemesi sert şekilde eleştirilmiştir.

Türkiye, göçmenlerin iskânını sağlamak için çeşitli bölgelerde konut ve altyapı hazırlıklarına girişmiş; özellikle Edirne, Tekirdağ, Çorlu, Tuzla gibi sınır bölgeleri geçici barınma merkezlerine dönüştürülmüştür. Ancak Bulgaristan'ın sahte vizelerle veya vizesiz şekilde Romen grupları ve komünist ajanlar da dahil olmak üzere Türkiye'ye göçmen göndermesi, Türkiye'nin sınırlarını kapatma kararı almasına yol açmıştır. Bu dönemde Türk yetkililer, 1925 tarihli Türk–Bulgar İkamet Sözleşmesi'ni temel alarak Bulgaristan'a nota vermiş, sınır geçişlerinde vize şartı ve etnik köken denetimi yapılacağını belirtmiştir.

Söz konusu göç krizi, sadece ikili ilişkileri değil, Türkiye'nin uluslararası konumunu da etkilemiştir. Türkiye, konuyu Birleşmiş Milletlere taşıma tehdidinde bulunmuş; Bulgaristan ise bu baskılar sonucunda Türkiye ile masaya oturmayı kabul etmiş ve vizesiz geçişlerin durdurulması şartıyla sınır yeniden açılmıştır. Türkiye'nin kararlı tutumu ve uluslararası kamuoyundan, özellikle ABD'den aldığı destek, Bulgaristan'ın tutumunu yumuşatmasında etkili olmuştur. Bu bağlamda, 1950 Bulgar göçünün yalnızca bir demografik hareketlilik değil, aynı zamanda Soğuk Savaş'ın ilk yıllarında Türkiye'nin izlediği Batı yanlısı dış politika tercihleriyle de doğrudan ilişkili olduğu görülmektedir.

Çalışmanın temel amacı, Bulgaristan'da Türk azınlıkların karşı karşıya kaldığı baskıların arka planını ortaya koymak ve bu baskıların Türkiye'ye göçe nasıl evrildiğini belgeler ve istatistikler ışığında açıklamaktır. Bu çerçevede şu araştırma sorularına cevap aranmaktadır:

- Türkiye-Bulgaristan ilişkilerinin tarihi temelleri nelerdir?
- 1934-1951 yılları arasında Bulgaristan'da uygulanan uluslaşma politikalarının temel özellikleri nelerdir?
- Bu politikalar Türk azınlıklar üzerinde nasıl bir baskı mekanizması oluşturmuştur?
- Türkiye ile Bulgaristan arasında yapılan ikili anlaşmalar, göç hareketini nasıl etkilemiştir?
- Türkiye'nin göç ve iskân politikaları nelerdir? Nasıl şekillenmiştir?
- Orta Anadolu'ya yerleştirilen göçmenlerin sosyal, ekonomik ve kültürel uyum süreçleri nasıl bir gelişim göstermiştir?

Konuyla ilgili Cumhurbaşkanlığı Cumhuriyet Arşivinde oldukça önemli belgeler bulunmaktadır. Ayrıca anlaşmalar ve kanunlara da resmi yazışmalar ve resmi gazetelerden ulaşılmıştır. Ayın Tarihi, dönemin gazeteleri çalışmada önemli ölçüde rehber olmuştur. Literatürde bu konuya dair çeşitli yayımlanmış çalışmalar bulunmakla birlikte, genellikle ya dış politika boyutuna ya da demografik verilere odaklanıldığı görülmektedir. Örneğin, Bilal Şimşir'in arşiv belgelerine dayanan çalışmaları göçün diplomatik boyutunu ortaya koyarken; Ömer Lütfü Barkan, Türkiye'de Muhacir İskanı İşleri ve Bir İç Kolonizasyon Planlama İhtiyaç başlıklı çalışmasında Türkiye'nin iskân politikasıyla ilgili sorgulamada bulunmuştur. Bununla birlikte, özellikle Orta Anadolu'ya yapılan yerleşimlerin sürdürülebilirlik bağlamında ele alınması ve göçmen kimliğinin uzun vadeli dönüşümünün incelenmesi sınırlı kalmıştır. Bu çalışma, söz konusu boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır.

2. Yöntem

Bu çalışma, tarihsel olayları açıklamaya ve yorumlamaya yönelik nitel araştırma yöntemlerine dayanarak hazırlanmıştır. Araştırmada ayrıca özellikle Devlet Arşivleri Başkanlığı Cumhuriyet Arşivinde araştırma yapıldığından ve önemli verilere ulaşıldığından belge tarama ve içerik analizi teknikleri bir arada kullanılmıştır. 1934-1951 yılları arasında Bulgaristan'daki uluslaşma süreci ile bu sürecin bir sonucu olarak Türkiye'ye yönelik yapılan zorunlu göçler üzerindeki etkisi, diplomatik belgeler, anlaşmalar, arşiv kayıtları ve döneme ilişkin akademik yayınlar üzerinden analiz edilmiştir. Aşağıda çalışmada kullanılan yöntemsel yaklaşımlar detaylandırılmaktadır.

2.1 Veri Toplama Yöntemleri

Araştırma kapsamında öncelikle birinci el kaynak olarak bilinen arşiv belgeleri taranmıştır. Bu anlamla Devlet Arşivleri Başkanlığı, Osmanlı Arşivi ve çoğunlukla Devlet Arşivleri Başkanlığı Cumhuriyet Arşivinde döneme ait kayıtlar incelenmiş ve oldukça önemli belgelere ulaşılmıştır.

TBMM zabıtları, dönemin gazete arşivleri ve diplomatik notalar göç sürecine ilişkin kamuoyunun ve devletin yaklaşımını anlamak adına değerlendirilmiştir.

Ayrıca çalışmada bilimsel kitaplar, makaleler, yüksek lisans ve doktora tezleri ve ilgili istatistiksel raporlardan faydalanılmıştır.

2.2 Araştırma Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın evreni, 1934-1951 yılları arasında Bulgaristan'dan Türkiye'ye zorunlu göçe tabi tutulmuş Türk ve Müslüman azınlıkları kapsamaktadır. Bu bağlamda özellikle Orta Anadolu Bölgesine yerleştirilen göçmenlerin durumu üzerinde odaklanılmıştır.

Araştırma, temsili örneklem yöntemiyle belirlenmiş belgeler, yazılı kaynaklar ve göç politikalarına ilişkin veriler doğrultusunda oluşturulmuştur. Sahadan doğrudan veri toplanmamakla birlikte, ikincil veriler bölgesel göçmen yerleşimlerini anlamaya yeterli ipuçlarını sunmaktadır.

2.3 Kullanılan Araçlar ve Analiz Teknikleri

Toplanan veriler**,** belgesel tarama ve içerik analizi yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Diplomatik belgeler ve anlaşma metinleri tematik başlıklar altında incelenmiş, göçmenlerin yerleştirilmesi, vatandaşlık kazanımı, ikamet hakları ve kültürel asimilasyon politikaları gibi konular tarihsel bağlam çerçevesinde değerlendirilmiştir.

Ayrıca göç sayıları ve yıllara göre değişimi içeren tablolar yorumlanarak, politik gelişmelerle göç hareketleri arasında korelasyon kurulmuştur. Niteliksel veri çözümleme yöntemi, belgelerdeki içeriklerin tarihsel bağlamla bütünleştirilmesi yoluyla kullanılmıştır.

3. Bulgular

1934-1951 yılları arasında Bulgaristan'dan Türkiye'ye yönelik yapılan zorunlu göç süreci kapsamında elde edilen bulgular, arşiv belgeleri, ikili anlaşma metinleri ve göç istatistiklerinden yararlanılarak sunulmaktadır. Veriler, nitel analiz ve tarihsel doküman incelemesi yöntemiyle değerlendirilmiştir.

3.1 Bulgaristan'daki Uluslaşma Politikalarının Türk Azınlık Üzerindeki Etkisi

Araştırma sonuçlarına göre, 1934'ten itibaren Bulgaristan'da yürürlüğe konan asimilasyon politikaları; Türk azınlığın dil, din ve kültür alanlarındaki özerkliğini büyük ölçüde ortadan kaldırmıştır. Özellikle 1944 sonrası sosyalist rejim döneminde azınlık okullarının kapatılması, Türkçe basın ve yayınların yasaklanması gibi uygulamalar, göçün itici faktörleri arasında yer almıştır.

3.2 Türk-Bulgar İlişkileri ve Göç Anlaşmalarının Etkileri

1925 tarihli Türk-Bulgar Dostluk Anlaşması ve İkamet Sözleşmesi, göçmenlerin geri dönüş hakkını ve mülkiyet güvenliğini garanti altına alsa da, araştırma verileri bu hükümlerin büyük ölçüde uygulanmadığını göstermektedir. Göçmenlerin mülkiyet hakları ihlal edilmiş, geri dönüş talepleri reddedilmiştir.

3.3 Göçmenlerin Orta Anadolu'ya Yerleşimi

Araştırma kapsamında incelenen yerleştirme politikaları, Türkiye Cumhuriyeti'nin göçmenleri öncelikle iklim şartları daha uygun olan Trakya bölgesine yerleştirdiği daha sonra gelen göçmenlerin fazla olması nedeniyle önemli bir kısmını da özellikle Orta Anadolu'daki kırsal alanlara yönlendirdiğini göstermektedir.

4. Tartışma

Bu araştırmada elde edilen bulgular, 1934-1951 yılları arasında Bulgaristan'daki uluslaşma sürecinin, ülkedeki Türk/Müslüman azınlık üzerinde sistematik bir asimilasyon baskısı oluşturduğunu ve bu sürecin Türkiye'ye yönelik kitlesel zorunlu göçlere neden olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, daha önce yapılmış çalışmalarla büyük ölçüde örtüşmektedir ancak bazı yönlerden özgün katkılar da sunmaktadır.

Örneğin, bazı araştırmacılar göç süreçlerini genel siyasi çerçevede ele aldıkları görülmektedir. Bu çalışmada ise özellikle Orta Anadolu bölgesine yapılan göçlerin mikro düzeydeki sosyodemografik etkilerine ve yerleşim politikalarının sürdürülebilirlik boyutuna odaklanılarak daha yerel ve derinlemesine bir analiz yapılmıştır.

Çalışmanın bilimsel katkısı, Bulgaristan'daki asimilasyon politikalarının sadece yasal ve kültürel boyutlarını değil; aynı zamanda bu süreçlerin Türkiye'nin göç yönetimi politikalarıyla olan etkileşimini de irdelemesidir. Özellikle Orta Anadolu'daki köylere yapılan yerleşimlerin, hem demografik yapı üzerinde uzun vadeli etkiler bıraktığı hem de sosyal uyum süreçlerini yeniden şekillendirdiği görülmüştür.

Uygulamalara yönelik çıkarımlar açısından bakıldığında, göçmenlerin yerleştirildiği bölgelerde sosyal bütünleşme ve toplumsal aidiyetin inşa sürecinde devlet politikalarının belirleyici olduğu, ancak yerel halkla kurulan ilişkilerin bu süreci ya kolaylaştırdığı ya da zorlaştırdığı anlaşılmaktadır. Bu bağlamda, tarihsel göç deneyimleri günümüz göç ve entegrasyon politikalarına da ışık tutacak niteliktedir.

Son olarak, göçmenlerin yerleştirilmesi, sadece insani bir yardım değil, aynı zamanda kırsal alanların kalkındırılması ve nüfusun dengeli dağılımı gibi uzun vadeli toplumsal hedeflere hizmet eden bir araç olarak değerlendirilmesi nedeniyle sürdürülebilirlik temasıyla da ilişkilendirilebilmektedir. Bu da göç olgusunun sadece geçmişin değil, geleceğin de önemli bir politik ve sosyal meselesi olduğunu göstermektedir.

5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, 1934-1951 yılları arasında Bulgaristan'da uygulanan uluslaşma politikalarının, ülkedeki Türk/Müslüman azınlık üzerinde yarattığı baskıların zorunlu göç hareketlerine yol açtığını ve bu göçlerin özellikle Türkiye'nin Orta Anadolu Bölgesi gibi kırsal alanlarına yönlendirildiğini ortaya koymuştur. Araştırmanın temel sonuçları şu şekilde özetlenebilir:

- Bulgaristan'daki ulus-devlet inşa süreci, "tek millet" ideali doğrultusunda azınlıkları hedef alan sistematik bir asimilasyon politikasıyla yürütülmüştür.
- 1925 yılında imzalanan Türk-Bulgar Dostluk ve İkamet Anlaşmaları, kısa vadeli olarak iki ülke arasındaki ilişkileri düzenlese de, 1944 sonrası sosyalist Bulgaristan bu yükümlülükleri askıya almış ve azınlıkları göçe zorlamıştır.
- 1950-1951 yılları arasında yaşanan büyük göç dalgası, Türkiye'nin göçmen kabul politikalarını zorlamış ve özellikle iskân uygulamaları üzerinden yeni bir yerleşim planlamasını zorunlu kılmıştır.

- Göçmenlerin Orta Anadolu'daki yerleşim alanlarına entegrasyonu, hem bölgesel kalkınmaya katkı sağlamış hem de sürdürülebilir kırsal nüfus politikaları bağlamında önemli bir örnek teşkil etmiştir.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu çalışmada öncelikle yazılı belgeler, arşiv kaynakları ve literatür taraması esas alınmıştır. Orta Anadolu bölgesinde hangi şehirlere ne miktarda Bulgar göçmenin geldiği verilerle ortaya konulmuştur.

Gelecek Çalışmalar İçin Öneriler

- Göçmenlerin yerleştiği köylerin tam tespitinin yapılması ve burada bulunan vatandaşlarda görüşmelerin gerçekleştirilebilir.
- Sözlü tarih yöntemleriyle bireylerin yaşantılarına dair birincil veriler toplanarak göçün bireysel ve toplumsal düzeydeki etkileri daha derinlemesine analiz edilebilir.
- Ayrıca, göçmenlerin ekonomik hayata katılımı, tarımsal üretimdeki rolleri ve yerleşim bölgelerine yaptıkları sosyo-kültürel katkılar da ayrı bir araştırma konusu olarak ele alınabilir.
- Sürdürülebilir kalkınma perspektifiyle, tarihi göçlerin kırsal bölgelerdeki demografik denge ve altyapı planlamasına etkileri daha detaylı incelenebilir.

Kaynakça

Devlet Arşivleri Başkanlığı Osmanlı Arşivi
Devlet Arşivleri Başkanlığı Cumhuriyet Arşivi
Ayın Tarihi
TBMM Zabıt Ceridesi
Resmi Gazete
Ağanoğlu, H. Y. (2017). *Osmanlı'dan Cumhuriyet'e Balkanların Makûs Talihi: Göç*. İstanbul: İz Yayıncılık.
Arı, K. (2000). *Büyük Mübadele Türkiye'ye Zorunlu Göç (1923-1925).* İstanbul: Tarih Vakfı Yayınları.
Babuş, F. (2006). *Osmanlı'dan Günümüze Etnik ve Sosyal Politikalar Çerçevesinde Göç ve İskân Siyaseti ve Uygulamaları.* İstanbul: Ozan Yayıncılık.
Baklacıoğlu Özgür, N. (2010). *Dış Politika ve Göç Yugoslavya'dan Türkiye'ye Göçlerde Arnavutlar (1920-1990).* İstanbul: Derin Yayınları.
Barkan, Ö. L. (1951). Türkiye'de Muhacir İskanı İşleri ve Bir İç Kolonizasyon Planına Olan İhtiyaç, İstanbul.
Beşikçi, İ. (1970). *Doğu Anadolu'nun Düzeni Sosyo- Ekonmik ve Etnik Temelleri.* Ankara: E Yayınları.
Bıçaklı, H. A. (1988). *Türkiye Bulgaristan İlişkileri (1919-1988) (Yayımlanmamış Doktora Tezi).* Ankara: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
Biçici, M. (2019). Lozan Barış Antlaşması ve Göç. M. N. Gültekin içinde, *The Global Refugee and Migration Congress* (s. 199-208). Gaziantep: Gaziantep Üniversitesi Yayınları.
Biçici, M. (2019). Lozan Barış Antlaşması ve Göç. *The Global Refugee and Migration Congress* (s.199-208). Gaziantep: Gaziantep Üniversitesi Yayınları.
Bozdağlıoğlu, Y. (2014). Türk- Yunan Nüfus Mübadelesi ve Sonuçları. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*(3), 9-32.
Bozkurt, M. (2019). *Türkiye ile Romanya Arasındaki Siyasi İlişkilerin Kurulması (1920-1930).* İstanbul: İstanbul Medeniyet Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
Çapa, M. (1990). Yunanistan'dan Gelen Göçmenlerin İskânı. *Atatürk Yolu Dergisi*, *2*(5), 49-69.

Çeçen, B. (2016). *Bulgaristan'dan Türkiye'ye Gelen Düzensiz Göçmenlerin Yasallaşma Süreçlerinde Göçmen Derneklerinin Rolü (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi).* İstanbul: İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Çelebi, B. (1999). *Türk-Yunan Nüfus Mübadelesi (Yayımlanmamış Yüksek Lisans TEzi).* Ankara: Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tarih Anabilim Dalı.

Demirtaş, B. (2008). *Lozan Mübadele Sözleşmesi'nin Etkileri ve Sonuçları Üzerine Bir Araştırma (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi).* Bursa: Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Duman, Ö. (2016). Romanya'dan Kocaeli Vilayetine Göç ve İskân. H. Ed. Selvi, B. M. Çelik, & A.Yeşildal içinde, *Uluslararası Kara Mürsel Alp ve Kocaeli Tarihi Sempozyumu* (s. 497-503).

Erdal, İ. (2018). *Ulusallaşma Sürecinde Türkiye ve Yunanistan 1923-1930.* İstanbul: İdeal Kültür Yayıncılık.

Güner, Z. (2017). *Lozan'da Türk- Yunan Mübadele Siyaseti.* Ankara: Siyasal Kitabevi.

İskan Tarihçesi. (1932). İstanbul: Hamit Matbaası.

Şimşir, B. N. (1986). Bulgaristan Türkleri, İstanbul.

REKLAM SEKTÖRÜNÜN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ BAĞLAMINDA GÖRSEL VE VİDEO ÜRETİMİ YAPAN YAPAY ZEKÂ UYGULAMALARININ REKLAMCILIK ALANINDA KULLANIMININ KARŞILAŞTIRMASI

Mücahit KARACA

Özet

Reklamcılık sektörü, dikkat çekici ve etkileşim yaratan içeriklere olan talebin artmasıyla sürekli bir dönüşüm içerisindedir. Bu bağlamda görsel ve video içerikler, marka iletişiminin temel taşları haline gelmiştir. Son yıllarda yapay zekâ (YZ), özellikle de üretken yapay zekâ (Generative AI) teknolojileri, reklam materyallerinin üretim süreçlerinde potansiyeliyle öne çıkmaktadır. Bu çalışma, reklamcılık özelinde, yapay zekâ tabanlı görsel üretim uygulamaları ile video üretim uygulamalarının yeteneklerini, avantajlarını, dezavantajlarını ve kullanım alanlarını karşılaştırmalı olarak incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmada, karşılaştırmalı analiz ve ikincil verilere dayalı vaka incelemesi yöntemleri kullanılmıştır. Araştırmanın, reklamcılık profesyonellerine bu yeni nesil araçların potansiyelini ve sınırlılıklarını anlama, farklı kampanya hedefleri için hangi tür uygulamanın daha uygun olabileceğini değerlendirme konusunda yol göstermesi hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zekâ, Üretken Yapay Zekâ, Sürdürülebilir Reklamcılık, Görsel Üretimi, Video Üretimi

Abstract

The advertising industry is in a constant transformation with the increasing demand for attention-grabbing and engaging content. In this context, visual and video content have become the cornerstones of brand communication. In recent years, artificial intelligence (AI), especially generative AI technologies, have come to the fore with their potential in the production processes of advertising materials. This study aims to comparatively examine the capabilities, advantages, disadvantages and usage areas of AI-based visual production applications and video production applications in advertising. The study uses comparative analysis and case study methods based on secondary data. The research is intended to guide advertising professionals in understanding the potential and limitations of these next-generation tools and evaluating which type of application may be more appropriate for different campaign objectives.

Keywords: Artificial Intelligence, Generative AI, Sustainable Advertising, Image Production, Video Production

Yüksel Lisans Öğrencisi, Yozgat Bozok Üniversitesi, E- Posta: karacamucahit@gmail.com, ORCID No: 0009-0005-4363-880X

1. Giriş

Dijitalleşmenin hız kazandığı günümüz dünyasında, yapay zekâ (YZ) teknolojileri, birçok sektörde olduğu gibi reklamcılık alanında da önemli dönüşümlere yol açmaktadır. YZ uygulamaları, reklamcılık sektöründe süreçleri optimize etmek, verimliliği artırmak ve yeni yaratıcı olanaklar sunmak amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda yapay zekâ (Artificial Intelligence-AI) ve uygulamalarının kullanımı yaygınlaşmakta ve gelişimini her geçen gün artırarak sürdürmektedir (Bulut & Yarar, 2024). Reklamcılık, hedef kitleye ulaşma, marka imajı oluşturma ve tüketici davranışlarını etkileme gibi temel amaçlar doğrultusunda sürekli olarak yeniliklere açık bir sektör olmuştur. Bu bağlamda, YZ'nin reklamcılık alanındaki rolü giderek artmaktadır.

YZ'nin reklamcılık alanındaki etkileri çok boyutludur. Yapay zekânın reklam endüstrisinin gelişiminde olumlu bir rol oynadığı ve verimsiz manuel işgücünü değiştirerek genel endüstri verimliliğini artırdığı gösterilmiştir (Yengin & Bayrak, 2024). YZ, reklamcılıkta hedef kitle belirleme, içerik oluşturma, medya planlama, reklam etkinliği ölçme ve müşteri ilişkileri yönetimi gibi pek çok alanda kullanılmaktadır. Hedef kitleye ulaşmada yapay zekâ, elde ettiği verileri derinlemesine analiz ederek tüketici davranışlarını, demografik bilgileri, çevresel faktörleri analiz eder ve reklamcıların hedef kitleyi daha iyi anlamalarına yardımcı olmaktadır (Bulut & Yarar, 2024).

Bu dönüşümün önemli bir parçası da görsel ve video üretimi yapan YZ uygulamalarıdır. Metinden görsele ve metinden videoya çevrim sağlayan bu teknolojiler, reklam içeriklerinin oluşturulma biçimini önemli ölçüde değiştirmektedir. Bu uygulamalar, reklamcılara daha hızlı, daha etkili ve daha özgün içerikler üretme imkânı sunarken, aynı zamanda maliyet ve zaman tasarrufu gibi avantajlar da sağlamaktadır (Patil, 2024).

Ancak yapay zekânın reklamcılık alanında yaygınlaşması, beraberinde bazı soru işaretleri ve zorlukları da getirmektedir. YZ uygulamalarının giderek daha fazla kullanılması; yaratıcılığın rolü, iş gücü piyasasındaki değişimler, etik sorunlar ve üretilen içeriklerin güvenilirliği gibi önemli konuları gündeme taşımaktadır. Reklam ajanslarında ChatGPT ve Midjourney gibi araçların kullanımına ilişkin yapılan araştırmalar, sektör profesyonellerinin bu yeni teknolojilerle olan deneyimlerini ortaya koymaktadır (Çeber, 2022). Özellikle deepfake teknolojisinin reklam filmlerinde kullanılması, yapay zekânın görsel anlatı üzerindeki etkisini ve beraberinde getirdiği potansiyel riskleri gözler önüne sermektedir(Acar ve Tanyıldızı, 2022).

Bu çalışmanın amacı, görsel ve video üretimi yapan YZ uygulamalarının reklamcılık alanındaki kullanımını karşılaştırmalı olarak incelemek ve bu teknolojilerin avantajlarını, dezavantajlarını ve potansiyel etkilerini ortaya koymaktır. Çalışma kapsamında aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranacaktır:

- Görsel ve video üretimi yapan YZ uygulamaları nelerdir ve reklamcılıkta hangi amaçlarla kullanılmaktadır?
- Bu uygulamaların reklam içeriklerinin üretim sürecine katkıları ve sınırlamaları nelerdir?
- YZ uygulamalarının reklamcılık sektöründeki yaratıcılık, iş gücü ve etik konularına etkileri nelerdir?
- Gelecekte görsel ve video üretimi yapan YZ uygulamalarının reklamcılık alanındaki rolü nasıl şekillenecektir?

Bu çalışma, literatürdeki ilgili çalışmalarla bağlantılar kurarak, YZ'nin reklamcılık sektöründeki mevcut durumunu ve gelecekteki potansiyelini kapsamlı bir şekilde analiz etmeyi hedeflemektedir.

2. Yöntem

Bu araştırmanın evrenini, reklamcılık alanında kullanılan yapay zekâ destekli görsel ve video üretim uygulamaları oluşturmaktadır. Ancak, bu alandaki uygulama sayısının fazlalığı ve sürekli gelişim göstermesi nedeniyle, çalışmanın kapsamı için bir örneklem seçimi yapılmıştır. İncelenecek uygulamalar belirlenirken, reklamcılık sektöründeki popülerlikleri, teknolojik yetenekleri, farklı yaklaşımları temsil etme potansiyelleri ve haklarında erişilebilir bilgi (incelemeler, kullanım örnekleri vb.) bulunması gibi kriterler göz önünde bulundurulmuştur. Özellikle görsel tasarım uygulamaları evreninin genişliği sebebiyle, pazardaki bilinirliği ve yaygın kullanımı en yüksek olan, dolayısıyla reklamcılık pratikleri üzerindeki etkisi daha belirgin olabilecek popüler uygulamalara odaklanılmıştır. Video üretim uygulamaları konusunda ise, alanın görece daha yeni olması nedeniyle, teknolojik olarak öne çıkan ve reklamcılık potansiyeli taşıdığı düşünülen başlıca platformlar incelenmiştir. Bu seçilim, reklamcılık alanı için en anlamlı ve güncel karşılaştırmayı sunmayı hedeflemektedir.

3. Bulgular

Bu bölümde, reklamcılık sektöründe öne çıkan yapay zekâ destekli spesifik görsel ve video üretim uygulamalarının, yapılan literatür taraması ve ikincil veri analizleri doğrultusunda; kalite, maliyet, çözünürlük, kullanım kolaylığı ve kontrol yetenekleri gibi kritik metrikler açısından karşılaştırmalı analizi sunulmaktadır.

3.1 Popüler Görsel Üretim YZ Uygulamalarının Karşılaştırılması

Reklamcılıkta sıkça kullanılan başlıca metinden-görsele YZ uygulamaları incelendiğinde, her birinin farklı güçlü ve zayıf yönleri olduğu görülmüştür. Aşağıdaki tablo, öne çıkan bazı uygulamaların temel özelliklerini karşılaştırmaktadır.

Tablo 1: Popüler Görsel Üretim YZ Uygulamalarının Reklamcılık Odaklı Karşılaştırması

Özellik	Midjourney (v6)	DALL-E 3 (ChatGPT/API)
Temel Güçlü Yön	Yüksek estetik kalite, sanatsal çıktılar	Doğal dil anlama, API entegrasyonu, metin yazma
Çıktı Kalitesi/Stil	Çok yüksek, stilize/fantastik yönü güçlü	Yüksek, fotorealistik ve illüstratif dengesi iyi
Çözünürlük (Tipik)	~1-2 MP (yükseltme ile artabilir)	~1.7 MP (çeşitli en boy oranları)
Kullanım Kolaylığı	Orta (Discord arayüzü, prompt öğrenme gerektirir)	Yüksek (ChatGPT arayüzü, doğal dil yeterli)
Kontrol/Özelleştirme	Orta (parametreler, stil referansı)	Sınırlı (API dışında az kontrol)
Maliyet Modeli	Basit Plan: $10 Pro Plan: $60	115 Kredi: $15
Hız (Tipik Üretim)	Hızlı (~30-60 sn)	Çok Hızlı (~10-30 sn)
Reklamcılık İçin Notlar	Konsept sanatı, ilham panoları, estetik odaklı	Hızlı prototipleme, API ile otomasyon, blog/sosyal medya

Midjourney'in özellikle estetik ve sanatsal kalitesi yüksek görseller gerektiren konsept geliştirme ve ilham aşamaları için öne çıktığını göstermektedir. DALL-E 3, kullanım kolaylığı ve API üzerinden entegrasyon yetenekleri sayesinde hızlı prototipleme ve otomatize edilmiş içerik üretim senaryolarında avantaj sağlamaktadır. Stable Diffusion ise açık kaynaklı yapısı ve sunduğu derinlemesine

kontrol/özelleştirme imkanları (örneğin, belirli bir marka stilini öğretme potansiyeli) ile daha teknik bilgiye sahip kullanıcılar veya spesifik ihtiyaçları olan projeler için güçlü bir alternatif olarak durmaktadır. Maliyet yapıları da kullanım sıklığı ve türüne göre tercihleri etkileyen önemli bir faktördür.

3.2 Popüler Video Üretim YZ Uygulamalarının Karşılaştırılması

Metinden-videoya veya görselden-videoya üretim yapan YZ uygulamaları daha yeni olmakla birlikte, reklamcılık potansiyeli taşıyan platformlar mevcuttur. Aşağıdaki tablo, bu alandaki iki popüler örneği karşılaştırmaktadır.

Tablo 2: Popüler Video Üretim YZ Uygulamalarının Reklamcılık Odaklı Karşılaştırması

Özellik	Runway (Gen-2)	Pika Labs
Temel Güçlü Yön	Çoklu modlar (text2vid, img2vid, vid2vid), araç seti	Yüksek görsel kalite, sinematik eğilim, kullanım kolaylığı
Çıktı Kalitesi/Stil	İyi, çeşitli stiller mümkün, bazen tutarsızlık	Çok İyi, estetik odaklı, genellikle daha tutarlı
Hareket/Tutarlılık	Orta, bazen titreklik veya mantıksız dönüşümler	İyi, genellikle daha akıcı ve mantıklı hareketler
Çözünürlük/Süre	Genellikle HD, ~4-16 saniye (uzatma mümkün)	Genellikle HD, ~3 saniye (uzatma mümkün)
Kullanım Kolaylığı	Orta (Web arayüzü, birçok ayar seçeneği)	Yüksek (Web ve Discord arayüzü, basit kullanım)
Kontrol/Özelleştirme	Yüksek (kamera kontrolü, motion brush, yönetmen modu)	Orta (parametreler, negatif prompt, görsel referans)
Maliyet Modeli	Abonelik ve kredi sistemi (sınırlı ücretsiz kullanım)	Abonelik (ücretsiz kullanım daha cömert)
Hız (Tipik Üretim)	Orta-Yavaş	Orta-Yavaş
Reklamcılık İçin Notlar	Çok yönlü araç seti (düzenleme, efekt), prototipleme	Hızlı estetik denemeler, kısa sosyal medya klipleri

Video üretiminde Runway, sunduğu kapsamlı araç seti (sadece üretim değil, düzenleme ve efekt ekleme gibi) ve farklı modları ile daha çok yönlü bir platform olarak öne çıkmaktadır. Özellikle mevcut videolara stil uygulama veya daha fazla kontrol gerektiren projeler için tercih edilebilir. Pika Labs ise, genellikle daha yüksek görsel estetik ve hareket tutarlılığı sunmasıyla ve daha basit arayüzü ile dikkat çekmektedir; kısa, etkileyici sosyal medya klipleri veya hızlı estetik denemeler için güçlü bir adaydır. Her iki platformun da hala geliştirme aşamasında olduğu ve çıktı kalitesi/tutarlılığının prompt'a ve modele bağlı olarak değişkenlik gösterdiği unutulmamalıdır. Maliyet ve ücretsiz kullanım limitleri de seçimde önemli bir rol oynamaktadır.

3.3 Gelecekteki Rol ve Beklentiler

İncelenen uygulamalar arasındaki rekabet ve hızlı gelişim, bu alandaki yeniliklerin devam edeceğini göstermektedir. Gelecekte:

- Uygulamaların kalite, tutarlılık ve kontrol yeteneklerinin artması beklenmektedir.

- Metin, görsel, video ve ses üretiminin tek platformlarda birleşmesi (multimodal entegrasyon) eğilimi güçlenecektir.
- API erişiminin yaygınlaşması, bu araçların reklam teknolojisi platformlarına ve ajans iş akışlarına daha kolay entegre olmasını sağlayacaktır.
- Spesifik uygulamaların etik kullanım politikaları ve yasal çerçeveler daha belirgin hale gelecektir.

4. Tartışma

Bu çalışma, reklamcılık sektöründe görsel ve video içerik üretiminde devrim yaratma potansiyeli taşıyan yapay zekâ (YZ) uygulamalarının, özellikle de önde gelen platformların yeteneklerini, avantajlarını ve sınırlılıklarını karşılaştırmalı olarak incelemeyi amaçlamıştır. Popüler uygulamaların (Midjourney, DALL-E 3, Stable Diffusion, Runway, Pika Labs vb.) ikincil verilere dayalı analizi sonucunda elde edilen bulgular, bu teknolojilerin reklamcılık pratiklerine sunduğu önemli fırsatların yanı sıra, dikkatle yönetilmesi gereken zorlukları da ortaya koymaktadır. Bu bulguları mevcut literatür ışığında yorumlamayı, çalışmanın bilimsel ve pratik katkılarını vurgulamayı ve gelecek araştırmalar için yönelimler sunmayı hedeflemektedir.

Araştırmanın temel bulgularından biri, incelenen görsel üretim YZ (GYZ) uygulamalarının (Bkz. Tablo 1) her birinin reklamcılık iş akışının farklı aşamaları için özgün avantajlar sunduğudur. Midjourney'in estetik ve sanatsal çıktılardaki gücü, özellikle konsept geliştirme ve ilham alma süreçleri için değerli bir kaynak olduğunu göstermektedir; bu durum, YZ'nin yaratıcı süreçleri zenginleştirme potansiyeline işaret eden çalışmalarla paralellik göstermektedir (Patil, 2024). DALL-E 3'ün doğal dil anlama yeteneği ve API entegrasyonu, hızlı prototipleme ve otomatize edilmiş içerik oluşturma (örneğin, çok sayıda sosyal medya görseli varyasyonu üretme) gibi daha pragmatik ihtiyaçlara yanıt vermektedir (Kavasoğlu, 2023). Stable Diffusion'ın açık kaynaklı yapısı ve sunduğu derin kontrol imkanları ise, markanın görsel kimliğine tam uyum veya spesifik sanatsal kontrol gerektiren durumlar için önemli bir potansiyel sunmakla birlikte, daha yüksek bir teknik uzmanlık gerektirmektedir. Bu durum, (Çeber, 2024) belirttiği gibi, sektör profesyonellerinin bu araçları etkin kullanabilmek için yeni beceriler (örneğin, prompt mühendisliği, model ince ayarı) edinmesi gerektiği gerçeğini pekiştirmektedir. Bulgularımız, reklamcıların tek bir "en iyi" GYZ aracı yerine, projenin spesifik hedefine, bütçesine ve mevcut teknik yetkinliğe göre araç seçimi yapması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Video üretim YZ (VYZ) uygulamaları (Tablo 2) karşılaştırıldığında, alanın GYZ'ye göre daha yeni olduğu ancak hızla geliştiği bulgusu teyit edilmiştir. Runway'in sunduğu çok yönlü araç seti ve farklı üretim modları, onu deneysel projeler ve prototipleme için cazip kılarken; Pika Labs'in genellikle daha tutarlı ve estetik açıdan güçlü kısa klipler üretmesi, onu sosyal medya odaklı hızlı içerikler için uygun bir seçenek haline getirmektedir. Ancak her iki platformda da gözlemlenen kalite değişkenliği, hareket tutarsızlığı ve sınırlı kontrol sorunları, literatürde VYZ teknolojilerinin karşılaştığı temel zorluklar olarak sıkça belirtilen bulguları desteklemektedir. Bu araçların mevcut haliyle, karmaşık anlatılar veya yüksek prodüksiyon değeri gerektiren ana akım reklam filmleri yerine, destekleyici veya kısa formatlı içerikler için daha uygun olduğu görülmektedir. Reklamcıların VYZ kullanırken beklentilerini gerçekçi tutmaları ve genellikle önemli bir post-prodüksiyon (düzenleme, efekt ekleme, ses tasarımı) ihtiyacı olacağını göz önünde bulundurmaları gerekmektedir(Türksoy, 2022).

Bu çalışmanın bilimsel katkısı, reklamcılık özelinde popüler GYZ ve VYZ uygulamalarını somut metrikler (kalite, maliyet, kontrol vb.) üzerinden karşılaştırarak literatüre güncel ve pratik odaklı bir

analiz sunmasıdır. Genel YZ tartışmalarının ötesine geçerek, reklam profesyonellerinin karar verme süreçlerine doğrudan etki edebilecek, araç bazında bir değerlendirme sağlamaktadır. Uygulamalara yönelik çıkarımı ise, ajansların ve markaların bu yeni nesil araçları stratejik olarak nasıl konumlandıracaklarına dair yol göstermesidir. Doğru aracı seçmek, beklentileri doğru yönetmek, ekipleri yeni becerilerle donatmak ve etik riskleri proaktif olarak ele almak, bu teknolojilerden sürdürülebilir fayda sağlamanın anahtarıdır.

Çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. İncelenen uygulamaların yetenekleri çok hızlı değiştiğinden, bulgular anlık bir durumu yansıtmaktadır. Analiz, büyük ölçüde kamuya açık bilgilere, üretici beyanlarına ve yayınlanmış incelemelere dayandığından, her aracın tüm yeteneklerinin derinlemesine test edildiği birincil bir deneysel çalışma değildir. Ayrıca, incelenen uygulama örneklemi popüler olmakla birlikte, pazarın tamamını kapsamamaktadır. Bu sınırlılıklar ışığında, gelecek araştırmalar için çeşitli yönelimler önerilebilir: Bu araçlarla üretilen reklam içeriklerinin etkinliğini (örneğin, etkileşim oranları, ROI) ölçen ampirik çalışmalar; reklam profesyonellerinin bu araçlarla uzun süreli kullanıcı deneyimlerini ve iş akışı entegrasyonlarını inceleyen nitel araştırmalar; YZ tarafından üretilen içerikler için adil ve uygulanabilir telif hakkı modelleri üzerine hukuksal ve etik çalışmalar; ve farklı araçların marka kimliğini tutarlı bir şekilde yansıtma yeteneklerini karşılaştıran daha teknik analizler bu alandaki bilgi birikimine önemli katkılar sunacaktır.

5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, yapay zekâ (YZ) uygulamalarının reklamcılıkta görsel ve video içerik üretimindeki potansiyelini ve sınırlılıklarını karşılaştırmıştır. Sonuç olarak, bu teknolojiler önemli fırsatlar sunarken yönetilmesi gereken zorluklar da içermektedir. Görsel üretimde Midjourney estetik çıktılar için, DALL-E 3 hızlı prototipleme için, Stable Diffusion ise özelleştirilmiş kullanımlar için avantajlıdır. Video üretimde Runway çok yönlü araçlar sunarken, Pika Labs estetik kısa klipler üretmede öne çıkmaktadır. Ancak her iki alanda da kalite, tutarlılık ve kontrol sorunları bulunmaktadır. Reklamcılar, proje hedeflerine göre araç seçimi yapmalı ve beklentilerini yönetmelidir. Bu çalışma, uygulamaların karşılaştırmalı analizini sunarak reklam profesyonellerine rehberlik etmeyi amaçlamaktadır. Ajanslar ve markalar, bu teknolojilerden fayda sağlamak için doğru araç seçimi yapmalı, ekiplerini eğitmeli ve etik riskleri yönetmelidir. Araştırmanın sınırlılıkları arasında, uygulamaların hızlı değişimi ve analizlerin kamuya açık verilere dayanması bulunmaktadır. Gelecek araştırmalar, içerik etkinliğinin ölçülmesi, kullanıcı deneyimlerinin incelenmesi, telif hakkı modellerinin geliştirilmesi ve marka kimliği yansıtma yeteneklerinin karşılaştırılması gibi konulara odaklanmalıdır.

KAYNAKÇA

Acar, H. M., & İmik Tanyıldızı, N. (2022). Reklamda Yapay Zekâ Kullanımı: Ziraat Bankası #Senhepgülümse Reklam Filminde Deepfake Uygulamasının Görsel Anlatıya Etkisi. *Kastamonu İletişim Araştırmaları Dergisi* (8), 78-99.

Bulut, B., & Yarar, A. (2024). Reklamcılıkta Yapay Zekâ: Hedefleme ve Kişiselleştirmeye Yönelik Bibliyometrik Analiz. *Beykoz Akademi Dergisi*, 366-394.

Çeber, B. (2024). Reklam Ajanslarında Yapay Zekâ Kullanımı: Sektör Profesyonellerinin ChatGPT ve Midjourney Deneyimlerine Yönelik Bir Araştırma. *Erciyes İletişim Dergisi, 11*(2), 583-606. https://doi.org/10.17680/erciyesiletisim.1439479

Çeber, B. (2024). Yapay Zekâ Etiği Bağlamında Reklamcılık Sektörü Üzerine Uygulamalı Bir Araştırma. *Intermedia International e-Journal*. *11*(20), 63-84. https://doi.org/10.56133/intermedia.1462312

Kavasoğlu, R. (2023). *Yapay Zekâ ve Görsel Tasarım Uygulamaları.* İksad Yayıncılık.

Patil, D. (2024). Generative artificial intelligence in marketing and advertising: Advancing personalization and optimizing consumer engagement strategies . *Available at SSRN 5057404*.

Türksoy, N. (2022). The Future of Public Relations, Advertising and Journalism: How Artificial Intelligence May Transform the Communication Profession and Why Society Should Care? *Türkiye İletişim Araştırmaları Dergisi*.

Yengin, D., & Bayrak, T. (2024). Dijitalleşen ve Yapay Zekâ ile Şekillenen Dünyada Pazarlama İletişimi. *Yeni Medya Çalışmaları ve Yapay Zekâ – I* içinde. İksad Yayınevi.

TAM METİN BİLDİRİLER

SÜRDÜRÜLEBİLİR GASTRONOMİ VE TEKNOLOJİ

Yasemin ASİLTÜRK OKUTAN

Özet

İnsanlar yaşamlarını sürdürebilmesi için birtakım fizyolojik ihtiyaçlara gerek duymaktadır. Bu ihtiyaçların başında beslenme gelmektedir (Aktaş Sarı, 2022). Beslenme yaşamsal fonksiyonların gerçekleşmesi, ihtiyaç duyulan enerjinin sağlanması için gerekli olan besinlerin tüketilmesi sürecidir (Baysal, 2020). Dünya genelinde artan nüfus doğal kaynakların bilinçsizce tüketilmesi çevresel, ekonomik ve sosyal sorunların yaşanmasına yol açmıştır. Kaynak israfının artması, doğada yaşanan tahribatlar kaynakların gelecek kuşaklara aktarılmasını olumsuz etkilediğinden sürdürülebilirlik kavramının önemini her geçen gün artırmaktadır (Çekal ve Doğan, 2021).

Gastronomi kültürü geçmişten günümüze kadar taşınan ve geliştirilerek gelecek kuşaklara aktarılması gereken önemli kültürel miraslar arasındadır. Her toplumun yaşadığı coğrafya ile oluşan, inanç ve beslenme alışkanlıkları ile şekillenen gastronomi kültürlü bulunmaktadır. Gastronomi kültürünün bozulmadan gelecek kuşaklara aktarılması için sürdürülebilirlik çalışmaları önemli olmaktadır. Sürdürülebilir gastronomi hem sosyal hem de ekonomik sorunlara çözüm bulmanın yanı sıra doğal kaymakların dengeli kullanımını sağlamaktadır. Sürdürülebilir gastronomi üretimden başlamakta olduğundan tarladan sofraya tüm süreçlerde doğal kaynakları korumak ve gelecek nesillere aktarmak için uygulanabilir politikalar geliştirmektedir (Bayram, 2023).

Sürdürülebilir gastronominin yeterli ve dengeli uygulanabilmesi için teknolojiden yararlanmak gerekmektedir. Gıdaların üretimlerinde kolaylık sağlamak ve verimi artırmak için teknolojiden yararlanılmaktadır. Teknolojinin olumlu etkilerinin kullanılması bilinci ve dengeli kullanım ile gerçekleşecektir. Bu sayede teknoloji sağladığı yenilikler ile sürdürülebilir gastronomi alanında ilerleme sağlayacak ve doğal kaynakların korunmasında etkili olacaktır

Abstract

People need some physiological needs in order to sustain their lives. Nutrition is one of these needs (Aktaş Sarı, 2022). Nutrition is the process of consuming the nutrients necessary for the realization of vital functions and providing the energy needed (Baysal, 2020). The increasing population worldwide has led to environmental, economic and social problems due to the unconscious consumption of natural resources. Since the increase in resource waste and the destruction of nature negatively affect the transfer of resources to future generations, the importance of the concept of sustainability increases day by day (Çekal & Doğan, 2021).

Gastronomy culture is among the important cultural heritages that have been carried from the past to the present and should be developed and transferred to future generations. Every society has a gastronomic culture shaped by the geography where it lives, shaped by beliefs and eating habits. Sustainability studies are important for the transfer of gastronomy culture to future generations without deterioration. Sustainable gastronomy provides solutions to both social and economic problems as well as balanced use of natural resources. Since sustainable gastronomy starts from production, it develops feasible policies to protect natural resources in all processes from field to table and to transfer them to future generations (Bayram, 2023).

It is necessary to utilize technology for the adequate and balanced implementation of sustainable gastronomy. Technology is utilized to facilitate the production of food and to increase efficiency. The use of the positive effects of technology will be realized with awareness and balanced use. In this way, technology will provide progress in the field of sustainable gastronomy with the innovations it provides and will be effective in the protection of natural resources.

Dr. Öğr. Üyesi, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Turizm İşletmeciliği ve Otelcilik Yüksekokulu, Gastronomi ve Mutfak Sanatları, yasilturkokutan@agri.edu.tr, ORCID No: 0000-0001-9134-6995

1. Giriş

Gastronomi kavramı "yemeği iyi yeme merakı" ve "sağlığa uygun, hoş, lezzetli mutfak, yemek düzeni ve sistemi" şeklinde tanımlanmaktadır (TDK, 2022). Gastronomi, yiyecek ve içeceklerin hazırlanması ve sunulmasını kapsamanın yanı sıra, ekonomik, kültür ve sosyal unsurlarda içermektedir (Sandıkçı vd., 2018). Yalnızca yemek hazırlamak ve servis etmek anlamına gelmeyen gastronomi, kültür, bilim, sanat ve iletişim sağlayan önemli bir iletidir. Bu sebeple bir yere ait yemek içme kültürünü de nesillerden nesillere aktarmaktadır.

Sürdürülebilir gastronomi, yerel üretimi, geleneksel damak tadını, yerel mutfak kültürüne ait bilgilerin sürdürülebilirlik çerçevesinde devam ettirilmesini savunmaktadır. Sürdürülebilir gastronomi, içselleştirilmiş deneyimler sunarak turistte merak uyandırmaktadır. Bir turist ziyaret ettiği destinasyona ait yerel yiyecekleri merak ederek tadıyor, bundan haz alıyor ve kendini o yerel halk gibi hissedebiliyorsa sürdürülebilirlik devam edebilir. Sürdürülebilirlik, yerelliğin devamını güçlendirmek, yiyecek deneyiminde marka oluşturmak ve yerel kaynakları geliştirmek için stratejiler sunmaktadır. Çevre dostu uygulamaları ile sürdürülebilir turizm için katkı sağlamaktadır.

Sürdürülebilir gastronominin yeterli ve dengeli uygulanabilmesi için teknolojiden yararlanmak gerekmektedir. Gıdaların üretimlerinde kolaylık sağlamak ve verimi artırmak için teknolojiden yararlanılmaktadır. Teknolojinin olumlu etkilerinin kullanılması bilinci ve dengeli kullanım ile gerçekleşecektir. Bu sayede teknoloji sağladığı yenilikler ile sürdürülebilir gastronomi alanında ilerleme sağlayacak ve doğal kaynakların korunmasında etkili olacaktır

Gastronominin nesilden nesile aktarılmasında etkili olan ekonomik, sosyolojik, ekolojik ve kültürel birçok faktör bulunabilmektedir. Gastronomide yemek kültürünün de nesilden nesile aktarılabilmesi sürdürülebilirlik ile sağlanmaktadır. Bir yerin gastronomik değeri ne kadar yüksek olursa olsun sürdürülebilir olmadığı takdirde başarısızdır.

2. Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Gastronomi

Sürdürülebilirlik, bir sistemin veya düzenin varlığını uzun süre devam ettirebilmesi için doğal kaynakların etkin kullanımının sağlanması, kaynakların gelecek kuşaklara da aktarılmasıdır (Gedik, 2020). Kavramın temelinde, ekonomi, çevre, sosyal kaynaklar yer almaktadır. Sürdürülebilirlik kaynakların bozulmadan gelecek kuşaklara aktarılmasının yanı sıra tehdit altında olan kaynakları iyileştirmeyi de kapsamaktadır.

Gastronomi ve sürdürülebilirlik ilişkisi, yemeklerin nasıl hazırlandığı, malzemelerin nerede ve nasıl üretildiği, restoranların çevreye etkileri gibi konuları kapsamaktadır (Pereira vd., 2023). Sürdürülebilir gastronomi, temelde gerekli olan malzemelerin sürdürülebilir bir şekilde üretimi ve işlenmesini sağlayan mutfak olarak ifade edilmektedir (Un, 2023). Bu sebeple ürünlerin üretiminden yani tarladan başlayan süreçten sofraya geldiği sürece kadar her aşama için uygulamalar sunmaktadır.

Sürdürülebilir gastronomi, toplum sağlığını korumanın yanı sıra sosyal, ekonomik ve çevresel konularda da olumlu katkılar sağlayan bir politikadır. Sürdürülebilir gastronomiden bahsedilmesi için tarımda sürdürülebilirliğin gerçekleşmesi, tüm dünyada adil gıda dağıtımın olması ve çevreye duyarlı üretimler gerçekleşmesi gerekmektedir (Bayram, 2023).

Gastronomi bulunduğu bölgede sürdürebilir kalkınma için önemli bir rol üstlenmektedir. Çünkü sağladığı ekonomik, sosyal ve çevresel katkılar ile bölgeye çekicilik sağlayarak rekabet unsuru oluşturmaktadır. Bir bölgede sürdürülebilir gastronomi faaliyetlerinin olması, o bölgenin gelenek ve kültürlerinin tanıtılması, coğrafi işaretli ürünlerin sayısının artması ve Pazar payının artması anlamına gelmektedir. Bu durumun doğal getirisi ise ekonomik kalkınmadır.

Sürdürülebilir gastronomi, tarım üretiminden de önce başlayarak, tüm aşamalarda etkisini göstermekte ve ürünün tabağa geldiği ve geldikten sonraki süreci de kapsamaktadır. Yerel gastronomi mirasının korunması, bozulmadan gelecek kuşaklara aktarılması ve beraberinde yerel ekonominin kalkınması sürdürülebilir gastronomi faaliyetleri gerçekleşmektedir. Özellikle son zamanlarda daha çok önem kazanan yerel mutfak sürdürülebilir gastronominin kaynaklarındandır.

Sürdürülebilir gastronominin gelişimi, birçok boyutu etkilemektedir. Yerel hammaddeye olan talebin artması, daha fazla istihdam sağlanması, yerel kalkınma etkileri bunlar arasındadır. Sürdürülebilir gastronomi çevresel sürdürülebilirliği beraberinde getirmekte ve toplumun sağlığını, sosyo-kültürel yapısını, ekonomisini korumakta ve geliştirmektedir. Ayrıca bir destinasyonun çekiciliğini artırmak için yerel ürünlerin kullanılması ve yerel kimliğin oluşturulmasının sağlanması sürdürebilir gastronomi etkileri arasındadır.

3. Sürdürülebilir Gastronomi Bileşenleri

3.1. Ekonomi

Sürdürülebilirlikte ekonominin yeri, refahın artırılmasının sağlanmasıdır. Yenilemeyen kaynak israfının ve çevre kirliğinin vereceği zararların mali etkilerinin tespit edilmesi ve sorunların çözülmesini kapsamaktadır. Ekonomik kalkınmaya engel olacak sorunların ortadan kaldırılması için faaliyetler gerçekleştirilmektedir.

Ekonomik yönden sürdürülebilirliğin sağlanması, sürekli üretimi desteklemekte ve kaynakların etkin kullanımı prensibini oluşturmaktadır. Üretim aşamasında oluşabilecek dengesizliklerin yok edilmesi tüketim aşamasına kadar her aşamada etkisini gösterecektir. Yöresel gıdaların ulusal ve uluslararası düzeylerde tanıtımının yapılması ve markalaşmanın sağlanması gastronomi turizmine katkı sağlamaktadır. Bu durumun doğal getirisi ise ekonomik kalkınmadır. Tüketicinin daha önce yaşadığı gastronomi deneyimini tekrarlamasak istemesi halinde ilk deneyimi ve son deneyiminde aynı hazzı almasının sağlanması ürün devamlılığını ve standartlaşmayı gerektirmektedir.

3.2. Sosyoloji

Sosyal açıdan sürdürülebilirlik sağlamak için, eşitlik, eğitim, sağlık, toplumsa cinsiyet eşitliği gibi konularda yeterli düzeyde hizmet verilmesi gerekmektedir (Gedik, 2020). Yemek toplumlararası farlılık ve benzerliklerin ortaya konduğu bir unsurdur. Toplumun ve toplumda yaşayan bireylerim kimliklerinin yansımasıdır. Sosyoloji teorilerine göre yemek doğal bir eylemdir. Ayrıca insanları bir araya getiren sosyal bir olgu ola yemek, yalnızca fizyolojik ihtiyacın karşılanması değil, aynı zamanda farklı sosyalleşmelerin ve kültürlerin birleşmesidir.

Gastronominin temelinde insan faktörü vardır ve yemek kültürünü oluşturmaktadır. Yemek kültürü oradaki insanların yaşam biçimleriyle ilişkilidir. Yemek kültürünün sürdürülebilirliğinin sağlanması gastronomide sürdürülebilirliği sağlamakta ve toplumun sosyolojik yapısına bağlı kalmaktadır. Bir

toplumun tarihi sürecinde yaşadığı olaylar, değişimler ve kültürele etkileşimler yemek kültürlerini etkilemektedir. Dolayısıyla sosyolojik yapısı da değişmektedir.

3.3. Ekoloji

İnsanların yaşamlarını sürdürebilmeleri yeterli miktarda ve güvenli gıda olmalarına bağlıdır. Hızla artan dünya nüfusuna karşın çevre kirliliği artmakta ve güvenli gıdaya ulaşım zorlaşmaktadır. Gıda güvenliği üzerine etki eden birçok faktör bulunmaktadır. Tarladan sofraya kadar geçen tüm süreçlerde gıdalar farklı kaynaklardan zararlar alabilmektedir. Fiziksel, biyolojik ve kimyasal etkenler gıdalarda tehlike oluşturmakta ve güvenli gıdaları sınırlandırmaktadır.

Doğada bulunan tüm kaynaklar sınırlıdır. Bu kaynaklar yenilenebilir olmasına rağmen hızla tüketilmektedir. Bu kapsamda sürdürülebilir stratejiler uygulanarak kaynakların dengeli tüketimi sağlanabilmektedir. Sürdürülebilirliğin çevresel boyutu doğal ve çevresel kaynakların korunmasında ve tüketilmesinde etkiler sağlamaktadır. Tarlada üretim aşamasında kontrollü tarım yapılmasından başlanarak tüketim aşamasına kadar dengeli ilerlemesi sürdürülebilirliği sağlamaktadır.

3.4. Kültür

Toplumların beslenme alışkanlıklarının oluşmasında coğrafya, kültür, ekonomi, ekoloji yapı ve tarih etkili olmaktadır. Farklı toplumların tercihleri ve olanakları ile şekillenen yemek, kültürel ve tarihsel faktörler ile şekillenmektedir. Toplumların kimliklerinin belirlenmesinde yemek alışkanlıkları önemli yer tutar. Beslenme yalnızca fizyolojik bir ihtiyaç değiş bir sosyalleşme unsurudur.

Yiyecekler kültürü bütünleştiren parçalardır. Dünyada her kültürün kendine özgü özellikler barındıran mutfağı vardır. İnsanlar hem fizyolojik yapı gereği hem de sosyal olarak kültürün etkisi ile yemek anlayışı edinirler. Yaşam biçimlerinde oluşan değişiklikler yeme alışkanlıklarını da değiştirir. Yalnızca açlık giderme amacı olmayan gıdalar, toplumun kültürünün bir değeridir.

3.5. Coğrafi İşaret

Coğrafi işaretler, ürün ve değerlerin kökenini belirleyen, onları diğerlerinden ayıran, ürün kalitesini güvene alan, kültürü ve geleneksel değerleri koruyan unsurlardır. Coğrafi işaretli ürünler bulunduğu toplumu ulusal ve uluslararası arenada tanıtma işlevi görmektedir. Bunun yanı sıra coğrafi işareti olan ürünler bulundukları toplumlara ve bölgelere ekonomik kalkınma sağlamaktadır (Doğanlı, 2020).

Yerel gastronomik ürünlerin coğrafi işaret alması, o ürünlerin kayıt altına alınması, gelecek kuşaklara aktarılmasını sağlamaktadır. Bu durum sürdürülebilir gastronomi için önemlidir. Yerel mutfağın koruma altına alınmasını, gastronomik değerlerin unutulmamasını sağlayarak yemek kültürünün gelecek kuşaklara aktartılmasını sağlamak sürdürülebilir gastronominin temel amaçlarındandır.

4. Sürdürülebilir Gastronomi ve Teknoloji

Sürdürülebilir gastronomi, teknoloji ile birleştiğinde çevre dostu ve inovasyonel çözümler ortaya çıkmaktadır. Günümüzde çevre bilincinin daha çok oluşmasından dolayı, sürdürülebilirlik daha çok öne çıkmaktadır. İnsanların bilinçlenerek sağlıklı beslenmeye yönelmesi ve çevre dostu yaşamı tercih etmelerinde teknolojinin rolü büyüktür. Sürdürülebilir gastronomi lezzetli yemekler sunmanın çok daha ötesine geçerek doğal kaynakların etkin kullanımı amacı gütmektedir. Teknolojide yaşanan yenilikler ve yenilikçi yaklaşımlar, gastronomide kendini göstermekte ve etkin kullanılmaktadır. Teknolojinin etkin

kullanımı daha sağlıklı ve daha sürdürülebilir dünya sağlamakta ve bu durum gastronomi alanında da kendini göstermektedir.

Teknoloji gastronomide kullanılan mutfaklarda dönüşüm yaşanmasını sağlayarak, yemeklerin hazırlanma sürecinde etkili olmaktadır. Yiyeceklerin tarladaki üretim süreçlerinde başlayan teknoloji, hazırlanması, pişirilmesi, servis edilmesi gibi aşamalarda kullanılmaktadır. Sürdürülebilirliğin tarlada başlaması adına yeni nesil teknolojiler ile yapılan tarım faaliyetleri teknolojinin önemli bir aşamasıdır. Besinlerin tarlada üretilmeleri, kullanmaya hazır hale gelmeleri, tüketim aşamalarında geçirilen işlemler, pişirilme süreçleri, sunumları, müşterilerin beğenileri ve sonra yeniden tercihleri gibi birçok aşamada teknolojinin etkilerini görmek mümkündür.

Teknolojinin etkileri ile ortaya çıkan dijitalleşme uygulamaları restoranlarda müşterilere yemeklerin içerikleri, pişirilmeleri ve sunumları ile ilgili bilgiler verebilmektedir. Bu sayede sağlığına dikkat eden müşteriler daha bilinçli tüketim yapmakta ve deneyimlerini artırmaktadır. Teknoloji ile oluşan yenilikçi yaklaşımlar yemeklerin pişirilmesinde de farklılıklar ortaya koymakta ve yemek planlamasını kolaylaştırmaktadır. Bu sayede teknoloji sağlık ve lezzeti bir araya getirerek sürdürülebilir bir gastronomi temellerini oluşturabilmektedir.

Gastronomi alanında yapılan sıfır atık uygulamaları ile çevresel sürdürülebilirlik sağlanabilmektedir. Yemeklerin hazırlanmasında oluşacak atıkların yönetiminde teknolojinin desteği yeni yöntemler gerçekleştirilebilmektedir. Doğal kaynakların verimli kullanılmasını sağlayarak sürdürülebilirliğin çevreye olumlu etkileri kullanılabilmektedir. Teknolojik yenilikleri ile gerçekleştirilecek olan ölçümleme sistemleri, geri dönüşüm yöntemleri sıfır atık için önemli birer unsurdur.

Tarladan sofraya kadar süreçte, daha sürdürülebilir tarım faaliyetleri için yenileyici tarım teknolojileri kullanılabilmektedir. Daha az kaynak tüketimi ile daha fazla verim elde edilebilmektedir. Bu sayede hem doğal kaynaklar korunmakta hem de daha besleyici gıdalar üretilebilmektedir. Bunun yanı sıra, teknoloji yemek yapma deneyimini de değiştirmektedir. Teknoloji yemeklerin pişirme süreçlerini kolaylaştırmak için kullanılarak zaman kazanılmasını sağlamaktadır.

Teknoloji mutfakta kullanılan ekipmanları da değiştirmiş, mutfak deneyimlerini artırmak için yenilikçi teknolojiler yer almıştır. Akıllı mutfak teknolojileri, mutfak konforunu artırarak, daha sağlıklı ve daha sürdürülebilir beslenme imkânı sunmaktadır. Ayrıca yemeklerin zamanında ve doğru sıcaklıkta pişirilmesini sağlayan teknolojiler ile mutfak deneyimleri artmaktadır. Sürdürülebilir gastronomi, yemeklere karşı daha geniş bir bakış açısı sunmaktadır.

Teknolojinin sunduğu yenilikçi yaklaşımlar işletmelerin yanı sıra, üretim aşamasında da kendini göstermektedir. Akıllı tarım uygulamaları kaynakların daha verimli kullanılmasında bilgiler sunmaktadır. Sulama sensörleri sayesinde veri analitiği yapılarak verimlilik artmaktadır. Yine bu uygulamalar sayesinde gıda atık yönetimleri sağlanarak israfların önüne geçilebilmektedir. Bu sayede de sürdürülebilir bir üretim sistemi oluşmaktadır.

Sanayi devrimi ile birlikte hızla gelişen teknoloji birçok alanda değişime uğrattığı gibi gastronomi alanında da dönüşümlere yol açtı. Gastronomi alanında yaşanan yenilikçi yaklaşımlar rekabet üstünlüğünü de artırmaktadır. Pazarda varlığını sürdürmek isteyen işletmeler teknolojik gelişmelere uyum sağlamak zorunda kalmaktadır. Teknoloji her ne kadar bir maliyet gerektirse de (Mutlu Öztürk, 2020), işletmelerde gelir artırmaya katkı sağlamaktadır. Yemek yemek yalnızca fizyolojik bir ihtiyaç karşımalktan çok daha öte bir hal almış ve tüketicilerin eşsiz bir deneyim kazanması sağlanmıştır. Bu

eşsiz deneyim tüketicinin işletmeyi tercih etmesinden önce başlayıp, işletmeden çıkışından sonrasında kadar devam etmektedir (İbiş, 2022).

Gelişen teknoloji sayesinde mutfak ekipmanları, gelişmiş ve iş yükü azalmıştır. Mutfak robotları, hamur açma, sebze doğrama makineleri, pişirme ekipmanları, işletmelerde hem iş yükünün azalmasına hem de zaman tasarrufu sağlanmasına katkıda bulunur. Bunların yanı sıta 3D yazıcılar ile üretilen ürünler, serviste kullanılacak animasyonlar, dijital menüler, masaya gelen ürünün nasıl görüneceği ve içeriği, besin değerleri gibi konularda teknolojinin yenilikçi yaklaşımları devreye girmekte ve müşteriye bilgi sunmanın yanında farklı bir haz yaşatmaktadır. Teknolojilerin bu aşamalarda kullanımı ile siparişlerin doğru ve hızlı bir şekilde müşteri ulaşmasının yanı sıra standartlaşma sağlanmaktadır (Baydan Çağman ve Baylan Kalaycı, 2023). Bu sayede sürdürülebilir bir gastronomi oluşturulabilmektedir.

Teknolojinin gelişmesi yalnızca üretim ve tüketim alışkanlıklarını değiştirmekle kalmaz, çevre düzeninin değişmesine de katkı sağlayarak sürdürülebilir açıdan önemli faydalar sağlar (Koyuncu ve Akpolat, 2023). Teknoloji birçok alanda gösterdiği etkiyi sürdürülebilirlik üzerinde de göstermektedir. İşlem, iletişim ve verimlilik alanlarında teknolojinin olumlu katkıları bulunmaktadır. Teknolojinin doğru stratejiler ile kullanılması ile gelecek nesillere daha yaşanabilir bir dünya bırakmak mümkündür.

Sonuç

Doğa ve çevre yıllar boyunca hiç tükenmeyecek bir kaynakmış gibi kullanılmıştır. Ancak çevrenin ve doğanın kendini yenileyebilme yeteneğinin bir sınırı olduğu anlaşılmış ve bozulan dengenin bir daha düzelmeyeceği bilincine varılmıştır. Tahribatların önlenemez boyutlara ulaşmasını önlemek için sürdürülebilir yaklaşımlar daha önemli olmaya başlamıştır. Yalnızca teorikte kalmayan sürdürülebilirlik gittikçe tüketim üzerine odaklanan dünyada pratikte uygulanmaya başlanmıştır. Sürdürülebilir yaklaşımların uygulandığı alanlardan biri de gastronomidir.

Günümüzde hızla artan nüfus artışına paralel olarak besin ihtiyaçlarının artması besin tedariklerinin sağlanmasını ve sağlıklı beslenme imkânlarını zora sokmaktadır. Ekonomik, sosyal, kültürel faktörler sürdürülebilir gastronomiyi etkileyen unsurlardır. Teknolojinin gelişmesi ve her alanda etkilerini göstermesi ile gastronomi üzerindeki etkilileri de önemli olmuştur. Gastronomide sürdürülebilir yaklaşımların uygulanması için teknolojinin yenilikçi fikirlerinden yararlanılmaktadır.

Sürdürülebilirlik kavramı teknolojik gelişmeler ile birlikte her geçen gün önemini artırmakta, gastronomi alanını da dönüşüme uğratmaktadır. Teknolojinin dengeli ve yeterli kullanımı, sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir gastronomi alanında yenilikler yaşanmasına katkılar sağlar. Teknolojinin faydaları kullanılarak oluşturulan sürdürülebilir yaklaşımlar sayesinde gastronomi alanında önemli dönüşümler ve değişimler görülebilmektedir.

KAYNAKÇA

Aktaş Sarı, S. (2022). 17. Yüzyılda Kırım Mutfağı. Sinop Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 409-429.

Baydan Çağman S. ve Baylan Kalaycı, D. (2023). Günümüzün Yeni Gerçekleri: Sanal Gerçeklik Teknolojileri ve Gastronomi. Jurnal of Tourismand Gastronomy Studies, 161-179.

Bayram, Ü. (2023). Sürdürülebilir Gastronomi Turizmi: Bir Sistemaatik Literatür Taraması. Journal of Gastronomy, Hospitality and Travel, 74-82.

Baysal, A. (2020). Beslenme. Ankara: Hatiboğlu Yayıncılık.

Çekal, N. ve Doğan, E. (2021). Sürdürülebilir Gastronomide Standart Reçete ve Coğrafi

İşaretlerin Önemi. Turizm Çalışmaları Dergisi, 49-60.

Doğanlı, B. (2020). Coğrafi İşaret, Markalaşma ve Kırsal Turizm İlişkileri. İnsan ve Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt 3, Sayı 2, 525-541.

Gedik, Y. (2020). Sosyal, Ekonomik ve Çevresel Boyutlarla Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Kalkınma. Uluslararası Ekonomi Siyaset İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi, 3(3), 196-215.

İbiş, S. (2022). Gastronomi ve İnovasyon İlişkisi Üzerine Kavramsal Bir Değerlendirme Safran Kültür ve Turizm Araştırmaları Dergisi, 288-298.

Koyuncu, N. ve Akpolat, O. (2023). Sürdürülebilirlik Açısından Teknoloji, Çevre ve İnsan Etkileşimi. Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi, 46-60.

Mutlu Öztürk. H. (2020). Teknolojik Gelişmeler ve Gastronomi Alanına Yansımaları: Gastronomi 4.0. Güncel Turizm Araştırmaları Dergisi, 222-239.

Pereira, L. M., Calderón-Contreras, R., Norström, A.V., Espinosa, D., Willis, J., Lara, L. G. Ve Amaya, O. P. (2023). Chefs as change-makers from the kitchen: indigenous knowledge and traditional food as sustainability innovations. Global Sustainability, 2, e16.

TDK. (2022). Türk Dil Kurumu Sözlükleri. https://sozluk.gov.tr/.

Un. What Is Sustainable Gastronomy? (2023). https://www.un.org/en/observances/sustainable-gastronomy-day.

İŞLETMELERDE SÜRDÜRÜLEBİLİR TEDARİK İÇİN BİR REHBER: ISO 20400 STANDARDI

Engin YURDASEVER

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı işletmelerde sürdürülebilir tedarik uygulamaları için bir rehber olarak kabul edilen ISO 20400 standardını incelemek ve standardı benimsemenin işletmelere sağlayacağı faydaları ve karşılaşılabilecek zorlukları ortaya koymaktır.

Yöntem: Çalışmada nitel araştırma yöntemi benimsenmiş ve tarama modeli kullanılarak sürdürülebilir tedarik ve ISO 20400 ile ilgili literatür taranmıştır. Ardından standart içerik analizi tekniği ile incelenerek, standardı kullanmanın işletmelere sağlayacağı muhtemel faydalar ve karşılaşılabilecek zorluklar sıralanmıştır.

Bulgular: Çalışmada ISO 20400 standardının "Kapsam, Referanslar, Terimler ve Tanımlar, Esaslar, Politika ve Strateji, Kolaylaştırıcılar ve Süreç" şeklinde isimlendirilen yedi temel bölümden oluştuğu belirlenmiştir. Bu bölümler aracılığıyla standardın amacı, sürdürülebilir tedarikin ilkeleri ve bu ilkelere dayalı uygulama adımları sistematik biçimde sunulmaktadır. Özellikle şeffaflık, hesap verebilirlik, etik davranış, insan haklarına saygı ve hukuka uygunluk gibi ilkelerin standartta güçlü şekilde vurgulandığı tespit edilmiştir. Ayrıca standardın, sürdürülebilirliğin işletme politikalarına entegrasyonu için yönetişim mekanizmaları, performans izleme, paydaşlarla iş birliği gibi konularda da detaylı rehberlik sunduğu gözlemlenmiştir. Uygulama adımları ise işletmelerin strateji belirleme, risk analizi yapma ve tedarik kararlarında çevresel ve sosyal kriterleri dikkate alma süreçlerini kapsamaktadır. Çalışmada ayrıca, standardın başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için üst yönetim desteği, çalışan farkındalığı ve kurum içi iletişimin kritik olduğuna vurgu yapılmıştır.

Sonuç: ISO 20400, işletmelere sürdürülebilirliği tedarik süreçlerine dahil etmeleri için kapsamlı bir çerçeve sunmaktadır. İşletmeler standardı tedarik ile ilgili faaliyetlerine entegre ederek çevresel performanslarını artırabilir, sosyal sorumluluğu teşvik edebilir ve maliyet tasarrufu sağlayabilirler. Ancak, karmaşık tedarik zincirleri, veri kullanılabilirliği, değişime direnç ve sorumluluk karmaşası gibi uygulama zorluklarının dikkatlice ele alınması gerekmektedir. ISO 20400 standardını benimsemek, işletmelerin hem kendilerine hem de topluma fayda sağlayan bilinçli tedarik kararları almalarını sağlayarak sürdürülebilir bir geleceğe katkıda bulunmanın bir yolu olarak görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Tedarik, Sürdürülebilir Tedarik, Uluslararası Standardizasyon Örgütü, ISO 20400

Dr. Öğr. Üyesi, Ordu Üniversitesi, enginyurdasever@odu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3853-2032

1. GİRİŞ

Dünya genelinde birçok ülkede artan ekolojik krizler ve kötüleşen sosyo-ekonomik koşulların etkisiyle sürdürülebilir davranış ve uygulamalara duyulan ihtiyaç giderek artmaktadır. Bu ihtiyacı yaratan sebeplerin başında ise işletmeler gelmektedir. Çünkü büyüklüğü ve sektörü ne olursa olsun her işletme çevre, toplum ve ekonomi üzerinde bir etki bırakmaktadır. Özellikle sürdürülebilir olmayan işletme uygulamalarının zararlı etkilerine ilişkin toplumsal farkındalık ve kurumsal sosyal/çevresel sorumluluğa duyulan ihtiyaç arttıkça, işletmelerin sürdürülebilirlik kaygılarını politikalarına, prosedürlerine ve uygulamalarına dahil etmeleri için üzerlerindeki baskı da artmaktadır (Leighton, 2023). Bu sebeple üretim süreçlerinin ve aşırı hammadde tüketiminin neden olduğu olumsuz etkileri azaltabilecek yeni zihniyet ve teknoloji arayışı, iş dünyasında giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Teixeira vd., 2018). Bu anlamda, sürdürülebilirliğin yeni yönetim modellerinde giderek daha fazla yer almaya başladığı görülmektedir. İşletmelerde özellikle mal ve hizmet tedarik süreci, yalnızca kârlılık üzerinde değil, aynı zamanda çevre, toplum ve küresel ekonomi üzerinde de geniş kapsamlı etkilere sahiptir (Lutterodt, 2024). Bu nedenle sürdürülebilirliği örgütsel süreçlere ve uygulamalara entegre etmek için işletmeler tarafından kullanılan kilit stratejilerden birisi "sürdürülebilir tedarik"tir (Kabra vd., 2023).

Satın alma kararları verirken çevresel, sosyal ve ekonomik faktörleri göz önünde bulundurmayı içeren sürdürülebilir tedarik, sürdürülebilir iş uygulamalarının en önemli yönlerinden birisini oluşturmaktadır (Vela, 2023). İşletmelerin sürdürülebilir tedarik beklentilerini karşılaması ve tedarik süreçlerinde sürdürülebilirliği sağlama çabalarının onaylanması için atılacak en önemli adımlardan birisi de Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO) tarafından önerilen uluslararası standartlara uyum sağlamaktır. ISO serisinde, işletme yönetimini, çevre standartlarını, enerji verimliliğini, yatırımcı çekiciliğini ve nihayetinde iklim değişikliğiyle mücadeleyi iyileştirmeyi amaçlayan ISO 5001, ISO 9001, ISO 14067 ve ISO 14001 gibi çok sayıda farklı ISO sertifikası türü bulunmaktadır (Safdie, 2024). Bunlardan birisi de işletmelerde tedarik süreçlerinin sürdürülebilir bir şekilde nasıl yürütüleceği konusunda rehberlik sağlayan ISO 20400 standardıdır. ISO tarafından 2017 yılında yayınlanan bu standart, işletmelerin sürdürülebilir uygulamalarını mal ve hizmet tedarik süreçlerine entegre etmelerine yardımcı olmayı amaçlayan uluslararası bir rehberdir. ISO 20400, işletmelere yalnızca ürünlerin fiyatını ve kalitesini değil aynı zamanda çevre, toplum ve ekonomi üzerindeki etkilerini de göz önünde bulundurarak nasıl sorumlu bir şekilde tedarik gerçekleştirebileceklerini göstermektedir (García Ortega, 2024).

İşte bu çalışmanın amacı, işletmelerde sürdürülebilir tedarik uygulamaları için bir rehber olarak kabul edilen ISO 20400 standardını incelemek ve standardı benimsemenin işletmelere sağlayacağı faydaları ve karşılaşılabilecek zorlukları ortaya koymaktır. Araştırmada nitel araştırma yöntemi benimsenmiş ve tarama modeli kullanılarak sürdürülebilir tedarik zinciri ve ISO 20400 standardı ile ilgili literatür taranmıştır. Ardından standart, içerik analizi tekniği ile incelenerek standardı kullanmanın işletmelere sağlayacağı muhtemel faydalar ve karşılaşılabilecek zorluklar sunulmuştur.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Sürdürülebilir Tedarik

Sürdürülebilir tedarik kavramı olumlu sosyal, ekonomik ve çevresel sonuçlar elde etmek için sürdürülebilirlik faktörlerinin tedarik sürecine entegre edilmesini ifade etmektedir (Brammer & Walker, 2011). Bir başka ifadeyle sürdürülebilir tedarik, tüm tedarik süreçlerini yönetirken aynı zamanda çevresel, ekonomik ve sosyal performansı (üçlü kar hanesi performansı) en üst düzeye çıkarma

faaliyetidir (Garza-Reyes vd., 2019). ISO 20400 standardının 4. maddesine göre sürdürülebilir tedarik, tüm yaşam döngüsü boyunca mümkün olan en olumlu çevresel, sosyal ve ekonomik etkilere sahip olan ve olumsuz etkileri en aza indirmeye çalışan tedariktir (ISO, 2017:7-8). Dolayısıyla sürdürülebilir tedarik aynı zamanda çevresel, sosyal ve ekonomik hususları tedarik kararlarına entegre eden ve tedarik zinciri boyunca olumsuz etkileri en aza indirirken uzun vadeli değer elde etmeyi amaçlayan stratejik bir yaklaşımdır (Panigrahi, 2024).

Çoğu işletmenin en büyük sürdürülebilirlik riskleri, tedarik zincirlerinde yatmaktadır. Bu nedenle yaşam boyu sürdürülebilirlik etki değerlendirmesi, azaltma-yeniden kullanma-geri dönüşüm uygulamaları, etik kaynak kullanımı, çevre dostu ürünlerin tedariki ve sürdürülebilir tedarikçi entegrasyonu gibi uygulamaların sosyal, ekonomik ve çevresel sorunların ele alınmasında hayati önem taşıdığı düşünülmektedir (Boruchowitch & Fritz, 2022). ISO'ya (2017) göre işletmeler sürdürülebilir tedarik uygulamalarını benimsediklerinde, çalışanların ve tedarikçilerinin çalışma koşullarının iyi olmasını ve sürdürülebilir ürünleri tedarik ederek eşitsizlik ve yoksulluk gibi sosyo-ekonomik konuların ele alınmasını da sağlayabilmektedir. Çünkü sürdürülebilir tedarik yalnızca maliyete, kaliteye ve teslimat sürelerine odaklanan geleneksel tedarik uygulamalarının ötesine geçmektedir. Sürdürülebilir tedarik, karbon emisyonlarının azaltılması, doğal kaynakların verimli kullanılması, iş gücü ve insan haklarına saygı gösterilmesi ve etik iş uygulamalarının teşvik edilmesi gibi sürdürülebilirlik ilkelerine saygılı ürün ve tedarikçilerin seçilmesini de içermektedir (García Ortega, 2024; Lutterodt, 2024).

İşletmelerde sürdürülebilir tedarikin sağladığı finansal faydalar arasında maliyetleri azaltma (Bureau Veritas & CDP, 2021), çevresel faydalar arasında sera gazı emisyonunu ve kaynak bağımlılığını azaltma (García Ortega, 2024), sosyal faydalar arasında ise iyi çalışma koşullarının sağlanması ile eşitlik ve kapsayıcılık sayılabilmektedir (Lutterodt, 2024). Ancak tüm bu faydalarının yanında sürdürülebilir tedarik uygulamalarının benimsenmesinde karşılaşılan zorluklar da bulunmaktadır. Bunlar arasında finansal kısıtlamalar, farkındalık eksikliği, nitelikli liderlik eksikliği, yetersiz politikalar ve stratejiler, zayıf şeffaflık, eğitim eksikliği ve tedarikçi direnci sayılabilmektedir (Aroonsrimorakot & Laiphrakpam, 2024). Bu zorluklara ek olarak sürdürülebilir tedarik için genel kabul görmüş bir çerçevenin olmaması ve standartlaşmadaki eksiklikler de bir zorluk olarak kabul edilmektedir (Bureau Veritas & CDP, 2021). Ancak bu çalışmanın konusu olan ve ISO tarafından 2017 yılında yayınlanan ISO 20400 standardının yaygınlaşması ile bu zorluklar nispeten hafifletilebilmektedir.

2.2. ISO ve ISO Standartları

Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO), gönüllü uluslararası standartlar geliştiren ve yayınlayan bağımsız bir uluslararası kuruluştur. ISO standartlarına uymak isteğe bağlıdır ancak birçok işletme operasyonlarını iyileştirmek, itibarlarını artırmak ve müşteri beklentilerini karşılamak için bu standartları benimsemeyi tercih etmektedir. Bu standartlar uluslararası alanda yaygın olarak tanınmakta ve saygı görmekte aynı zamanda verimlilik ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasına da katkıda bulunmaktadır. ISO standartları, teknoloji, üretim, sağlık, güvenlik, çevre yönetimi, sosyal sorumluluk ve daha bir çok farklı alanı kapsamaktadır. Bu standartlar, dünyanın dört bir yanından uzmanların, paydaşların ve ilgili tarafların katkılarını içeren ve fikir birliğine dayalı bir süreçle geliştirilmektedir (Vela, 2023). ISO tarafından yaygın olarak bilinen ve benimsenen ISO 9001 Kalite Yönetimi, ISO 14001 Çevre Yönetimi ve ISO 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği dahil olmak üzere 20.000'den fazla standart geliştirilmiştir. ISO'nun standart geliştirdiği alanlardan birisi de "sürdürülebilir tedarik"tir. Sürdürülebilir tedarik konusunda dünyanın ilk büyük uluslararası standardı olan ISO 20400, işletmelere tedarik işlevleri aracılığıyla sürdürülebilirlik hedeflerini uygulamak için rehberlik sağlayarak tedarik zincirlerinde olumlu bir değişiklik yapmaları için bir fırsat sunmaktadır (Bureau Veritas & CDP, 2021).

Literatür incelendiğinde ISO 20400 standardını ele alan oldukça kısıtlı sayıda çalışma olduğu görülmektedir. Örneğin Talamo & Atta (2019) inşaat sektöründe sürdürülebilir tedarik ile ilgili çalışmalarında ISO 20400 standardının önemine atıf yapmışlardır. Panigrahi (2024) ise ISO 20400 standardını incelediği kavramsal çalışmasında sürdürülebilir tedarik için kritik yönergeleri ve pratik stratejileri vurgulamıştır. Aroonsrimorakot & Laiphrakpam (2024) ise çalışmalarında literatür taraması yoluyla ISO 20400 standardını ele almış ve standardın önemi ve faydalarını açıklamışlardır. Barbanti vd. (2022) çalışmalarında Brezilya'da imalat sanayinde tedarikçi seçimini ele almış ve seçim kriterlerini belirlerken ISO 20400 yönergelerinin ele alınabileceğini öne sürmüşlerdir. Primmer (2021) ise standardın yayınlandığı 2017 yılı ile 2021 yılları arasında işletmelerde ne düzeyde kullanıldığını 20 kişilik katılımcı grup üzerinde incelemiş, standardı uzun süredir kullanan işletmelerin daha sürdürülebilir bir tedarik modeli geliştirdikleri ve beklenen faydayı elde ettikleri sonucuna ulaşmıştır. Özetle literatür incelendiğinde her ne kadar son yıllarda sürdürülebilir tedarik konusunda yapılan akademik çalışmaların sayısında artış gözlemlense de ISO 20400 standardını ve standardın işletmelere sağladığı katkıları ele alan oldukça kısıtlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu nedenle çalışmanın bu boşluğun doldurulmasına ve literatürün gelişmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2.3. ISO 20400 Standardı

Sürdürülebilir tedarik birkaç on yıldır kullanılan bir kavram olsa da küresel olarak kabul gören bir tanımı ve çerçevesi olmadığından işletmeler ve ülkeler arasında uygulama konusunda bir tutarsızlık söz konusudur. Ancak ISO'nun yayınladığı 20400 standardı ile birlikte hem sürdürülebilir tedarik kavramının tanımı standartlaştırılmış hem de sektör ve büyüklükten bağımsız olarak tüm işletmeler için sürdürülebilir tedarikin uygulanmasında benimsenebilecek bir çerçeve ortaya çıkmıştır. ISO 20400, 2017 yılının başında 52 endüstri ülkesini ve 10'dan fazla uluslararası kuruluşu (OECD, BM ve Avrupa Komisyonu vb.) içeren küresel bir girişim ile bir kılavuz olarak hazırlanan ve sürdürülebilir tedarik odaklı ilk uluslararası standarttır (Dongo & Baldelli, 2019).

ISO 20400 tedarik kararlarının çevresel, sosyal ve ekonomik etkilerini göz önünde bulundurarak sürdürülebilirliği tedarik süreçlerine entegre etmek isteyen işletmelere rehberlik sağlamaktadır (ISO, 2017). Standart, yükleniciler, tedarikçiler, alıcılar ve kamu yetkilileri dahil olmak üzere iç ve dış tedarik süreçlerinde yer alan tüm paydaşlar için yönergeleri ve ilkeleri standartlaştırmayı ve sürdürülebilir tedarik için iyi uygulamaları göstermeyi amaçlamaktadır (Harris & Divakarla, 2017). Standart tedarik kararlarının yalnızca finansal sonuçları etkilemediği ilkesine dayanır. Çünkü bir işletmenin yaptığı her tedarik, kaynak çıkarmadan işgücü uygulamalarına ve üretimde kullanılan enerjiden ürünlerin faydalı ömürlerinden sonra bertarafına kadar çevresel ve sosyal etkilere sahip olabilmektedir. ISO 20400, işletmelerin bu etkileri anlamalarına ve azaltmalarına yardımcı olmayı ve tedarik zincirleri boyunca olumlu sürdürülebilirlik sonuçlarını teşvik etmelerini sağlamayı amaçlamaktadır (Lutterodt, 2024).

Ancak bilinenin aksine ISO standartlarının çoğu sertifikalandırılsa da ISO 20400 bir rehberlik standardıdır ve sertifikalandırılmaz (Setiadi & Abduh, 2020). ISO 20400 standardı, ISO serisinde bulunan ve sürdürülebilirlikle bağlantılı ISO 14067, ISO 5001, ISO 14001 gibi diğer standartlarla karşılaştırıldığında, diğer standartların ana hedeflerine doğrudan veya dolaylı olarak fayda sağlayabilen tek standart olarak kabul edilmektedir (Safdie, 2024). Bir başka ifadeyle ISO 20400 standardının benimsenmesi ve uygulanması bir işletmenin ISO serisindeki diğer birkaç standarda birden uyum sağlamasına yardımcı olabileceği için oldukça değerlidir.

2.3.1. ISO 20400 Standardının Yapısı

ISO 20400 standardının içeriğine bakıldığında standardın sürdürülebilir tedarikin kapsamını, tedarik süreçlerinde dikkat edilmesi gereken esasları ve sürdürülebilir tedarikin pratikte nasıl hayata geçirilebileceğine dair rehberlik sağlamak üzere hazırlandığı görülmektedir. ISO 20400 standardının yedi bölümden oluşan yapısına dair genel görünüm Şekil 1'de gösterilmiştir.

Şekil 1. ISO 20400 Standardının Genel Yapısı

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Şekil 1 incelendiğinde standardın yedi ana bölümden oluştuğu görülmektedir. Bu bölümlerden ilk üçü, genellikle daha teorik ve genel bir çerçeve sunmakta ve diğer bölümlerden ayrılmaktadır. Uygulamaya ilişkin bir yöntem içermediklerinden uygulayıcıların üzerinde çok fazla durmadıkları bölümlerdir. Bu üç bölümün içerdiği kavramlar ve ilkeler, sürdürülebilirlik ile ilgili temel anlayışı geliştirir ve standardın uygulanacağı pratik adımlara zemin hazırlar. İşletmelerin genellikle daha somut adımlar ve uygulama yöntemlerine odaklanmak istemesi nedeniyle bu bölümler daha az dikkat çekmektedir (Lutterodt, 2024). Bu bölümlerden *Kapsam* bölümünde standardın amacı, kapsamı ve hedefleri tanımlanmakta, *Referanslar* bölümünde ise ISO 20400 standardının dayandığı diğer ilgili standartlar sunulmaktadır. *Terimler ve Tanımlar* bölümünde ise standartta kullanılan ve önemli kavramların daha iyi anlaşılmasını sağlamak amacıyla hazırlanan terminolojiye (döngüsel ekonomi, sürdürülebilir tedarik, yaşam döngüsü yaklaşımı, paydaş, tedarik zinciri vb.) yer verilmektedir.

Uygulayıcıların asıl odaklandıkları ve standardın dört ana bileşenini oluşturan diğer bölümler ise *Esaslar, Politika ve Strateji, Kolaylaştırıcılar ve Süreç*tir. Standardın uygulamaya dönük bu bölümleri ile bölüm amaçları, açıklamaları ve bölüm içeriğinin kimi hedeflediğine ilişkin bilgiler Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. ISO 20400 Standardının Uygulamaya İlişkin Bölümleri

Bölüm Adı	Bölüm Amacı	Bölüm Açıklaması	Hedeflenen Kişi
4. Esaslar	Sürdürülebilir tedariki anlamak	Sürdürülebilir tedarik ilkelerini ve temel konuları açıklar.	Üst yönetim, tedarik yönetimi, tedarik personeli
5. Politika ve strateji	Sürdürülebilir tedarikin tedarik politikası ve stratejisine entegre edilmesi	Sürdürülebilir tedarikin işletme stratejisine ve politikalarına nasıl entegre edileceğini açıklar.	Üst yönetim
6. Kolaylaştırıcılar	Tedarik fonksiyonunun sürdürülebilirliğe doğru organize edilmesi	Sürdürülebilir tedariki sağlamak için gerekli örgütsel koşulları ve yönetim tekniklerini açıklar.	Tedarik yönetimi
7. Süreç	Sürdürülebilirliğin tedarik sürecine entegre edilmesi	Tedarik departmanını ilgilendiren operasyonel süreçleri ve sürdürülebilirlik kriterlerinin entegrasyonunu açıklar.	Tedarik personeli

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Tablo 1'de görüldüğü gibi her bölümün sürdürülebilirliği sağlamak için farklı bir alt amacı vardır ve işletmede bu amaçları gerçekleştirme sorumluluğunu taşıyan kişiler farklılık göstermektedir. Şekil 2'de ise bu dört ana bölümde ele alınan temel konular alt başlıkları ile birlikte gösterilmiştir.

Şekil 2. ISO 20400 Standardının Uygulamaya İlişkin Bölümlerinde Yer Alan Temel Konular

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Şekil 2'de yer alan dört ana bölümden 5, 6 ve 7. bölümler tamamen uygulamaya dönük adımları içerirken 4. bölüm uygulama aşamasına temel oluşturan ve sürdürülebilir tedarik için bilinmesi gereken önemli esasları içermektedir. 4. bölümde özellikle sürdürülebilir tedarik ile ilgili *temel ilkeleri* anlamak ve benimsemek oldukça önem arz etmektedir. Dolayısıyla aşağıda bu alt bölüm kısaca açıklanmıştır.

2.3.2. ISO 20400 Standardının Temel İlkeleri

Sürdürülebilir tedarik yaklaşımının temel dayanağını oluşturan ilkeleri bilmek ve anlamak, bu yaklaşımın işletmelerde etkili ve tutarlı bir şekilde uygulanması için esastır. Bu ilkeler, bir işletmenin sürdürülebilir tedarik alanındaki eylemlerine rehberlik etmesi gereken temel değerleri ve inançları oluşturarak etik ve davranışsal rehber görevi de görmektedir. ISO 20400 standardının 4.2. maddesine göre sürdürülebilir tedarik için temel ilkeler Şekil 3'te gösterilmiştir.

Şekil 3. ISO 20400 Standardının Temel İlkeleri

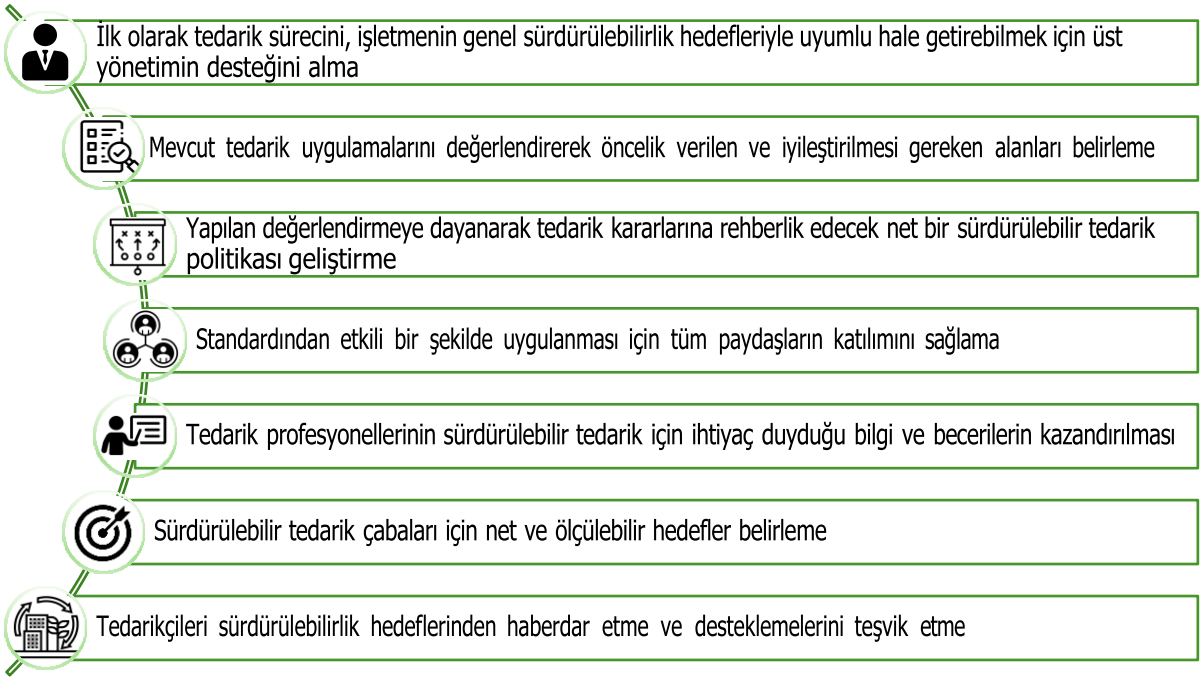
Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Şekil 3'te görüldüğü gibi sürdürülebilir tedarik, sürdürülebilirliği çevresel, sosyal ve ekonomik yönleriyle ele alan temel ilkelerden oluşmaktadır. Bu nedenle ISO 20400 uygulayıcılarının sürdürülebilir tedariki sağlamak için bu ilkeleri tamamen benimsemiş olmaları gerekmektedir.

2.3.3. ISO 20400 Standardını Uygulama Adımları

Sürdürülebilir tedariki hayata geçirmek, özellikle henüz bu yolculuğa çıkmamış olan işletmeler için zor bir görev gibi görülebilmektedir. Halbuki standardın 4. bölümünü iyi anlamak ve 5, 6 ve 7. bölümlerinde yer alan hususları sırayla hayata geçirmek standardın başarıyla uygulanması için yeterli olacaktır. Ancak standardı hayata geçirirken iyi planlamanın ve işbirliğinin oldukça önemli olduğunu unutmamak gerekir. ISO 20400 standardını uygulamak isteyen işletmeler için atılması gereken adımlar standardın içeriğinden yararlanarak Şekil 4'te sıralamıştır.

Şekil 4. ISO 20400 Standardını Uygulama Adımları



Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

İşletmelerin Şekil 4'te yer alan uygulama adımlarını izleyerek ISO 20400 standardını başarıyla hayata geçirebilmeleri mümkündür. Bu da işletmelerin hem kendisi için hem de daha geniş ölçekte tüm paydaşları için sürdürülebilir tedarikin teşvik edilmesi ve öncü rol üstlenmesi anlamına gelmektedir.

2.3.4. ISO 20400 Standardının Sağladığı Faydalar ve Uygulama Zorlukları

ISO'ya (2017) göre ISO 20400 standardının benimsenmesi, işletmenin çevre üzerindeki etkisini azaltmasına, insan hakları sorunlarını ele almasına ve tedarikçilerle ilişkileri yönetmesine yardımcı olabilirken, aynı zamanda uzun vadeli maliyet avantajı sağlamakta, tedarik performansını iyileştirmekte ve böylece işletmeye rekabet avantajı sağlamaktadır. Dolayısıyla ISO 20400 standardını uygulamak, büyüklük veya sektörden bağımsız olarak işletmelere çok sayıda fayda sağlamaktadır. Bu potansiyel faydalardan bazıları Tablo 2'de sıralanmıştır.

Tablo 2. ISO 20400 Standardını Uygulamanın Sağladığı Faydalar

Kurumsal itibar artışı	Müşterilerin sürdürülebilirlik farkındalığı arttıkça standardı benimseyen işletmelerin marka itibarları iyileşebilir bu da rekabet avantajı sağlayabilir.
Maliyet tasarrufu	Standardın benimsenmesiyle atıkları azaltma, enerji verimliliğini artırma ve kaynak tüketimini en aza indirme fırsatları sayesinde operasyonel maliyetler düşebilir.
Azaltılmış risk	Tedarikçileri sürdürülebilirlik kriterlerine göre seçmek işletmelerin tedarik zincirlerindeki riskleri belirlemesine ve azaltmasına yardımcı olabilir.
Küresel sürdürülebilirlik hedeflerine katkı	Standardı benimsemek, işletmelerin BM Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri dahil olmak üzere daha geniş küresel sürdürülebilirlik hedeflerine katkıda bulunmasına yardımcı olabilir.
İyileştirilmiş çevresel performans	Standart sayesinde çevreye duyarlı tedarikçileri seçmek, çevre dostu ürün ve hizmetlerin kullanımını teşvik etmek ve tedarik zinciri boyunca kaynak verimliliğini desteklemek çevresel etkileri azaltabilir.
Gelişmiş sosyal sorumluluk	Standardı benimsemek işçi hakları, insan hakları ve adil ticaret uygulamaları gibi sosyal faktörleri göz önünde bulundurarak işletmelerin olumlu sosyal etkiler yaratmasına yardımcı olabilir.
İnovasyonu teşvik etme	Standart işletmeleri daha verimli ve çevre dostu tedarik stratejileri geliştirmeye yönlendirerek inovasyonu da teşvik edebilir.

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

ISO 20400 standardı her ne kadar Tablo 2'de sıralanan potansiyel faydalara ulaşmak için çok değerli bir araç olsa da bunları elde etmek için uygulama aşamasında aşılması gereken bazı zorluklar da bulunmaktadır. Tablo 3'te bu zorluklardan bazıları sıralanmıştır.

Tablo 3. ISO 20400 Standardının Uygulanmasında Karşılaşılabilecek Zorluklar

Karmaşık tedarik zincirleri	Çok sayıda tedarikçiyi içeren karmaşık tedarik zincirlerinde standardı uygulamak ve sürdürülebilirlik uygulamalarını zincir boyunca sürdürmek zor olabilir.
Veri kullanılabilirliği	Sürdürülebilirlik verilerinin ölçümündeki eksiklikler veya tutarsızlıklar standardın etkilerini anlamayı zorlaştırabilir.
Örgüt kültüründe değişim	Standardı benimsemek ve sürdürülebilir tedariki uygulamak işletme içinde kültürel bir değişim gerektirdiğinden bu zihniyet değişikliğini sağlamak zor olabilir.
Tedarikçi direnci	Tedarikçilerle iş birliği ve katılım, etkili sürdürülebilir tedarik için çok önemli olduğundan tedarikçilerin olası dirençleri standardın uygulanmasını zorlaştırabilir.
Zaman ve çaba	Standardın başarılı bir şekilde uygulanmasının zaman ve çaba gerektirmesi bir zorluk olarak sayılabilir.
Sorumluluk karmaşası	Birçok işletmede tedarik ve sürdürülebilirlik ekipleri birbirinden ayrı olduğundan standardın uygulanması konusunda sorumlulukları belirlemek zor olabilir.

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Tablo 3'te sıralanan zorluklar işletmeler için aşılması gereken sürdürülebilir tedarik zorlukları olsa da bu zorluklarla proaktif bir şekilde mücadele eden işletmeler uygulama sürecini daha etkili bir şekilde yönetebilecek ve sürdürülebilir tedarik uygulamalarının uzun vadeli başarısını sağlayabilecektir.

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak ISO 20400 rehberliğinde sürdürülebilir bir tedarik yaklaşımının etkin bir şekilde uygulanmasının çevre, toplum ve ekonomi üzerinde olumlu etkiler yaratacağını söylemek mümkündür. ISO'ya (2017) göre işletmeler sürdürülebilir tedarik politikasını oluşturmak için ISO 20400 standardını benimsediklerinde BM'nin açıkladığı 17 sürdürülebilir kalkınma hedefinden 9'una doğrudan katkıda bulunmaktadırlar. Dolayısıyla ISO 20400 standardını benimsemek aynı zamanda sürdürülebilir kalkınmaya da bağlılık anlamına gelmektedir. ISO 20400 tarafından sağlanan yönergeleri takip etmek zaman alıcı ve zorluklarla dolu görülebilir, ancak sürdürülebilirliğin üç boyutunu (çevresel, sosyal, ekonomik) geliştirmek isteyen herhangi bir işletme için oldukça önemlidir ve standardı benimsemenin faydalarının zorluklarından çok daha büyük olduğunu söylemek mümkündür.

Bunun yanında sürdürülebilirlik ile ilişkili ISO sertifikaları arasında ISO 20400, edinilebilecek en değerli ISO sertifikalarından biri olabilir. Çünkü ISO 20400 standardının daha önce belirtilen sürdürülebilirlikle ilişkili diğer ISO sertifikalarının hemen hemen hepsine ulaşmanın kapısını açmaya yardımcı olabilmesi ve aynı zamanda bu ISO sertifikalarının çoğunu sürdürmek için gereken gerekliliklerini iyileştirmeye yardımcı olabilmesi onu diğerlerinden ayırmaktadır. Sonuç olarak ISO 20400 standardının bir işletmenin sürdürülebilir tedarik hedefi için yararlanabileceği en değerli rehber

olduğunu söylemek mümkündür. Özellikle henüz başlangıç aşamasında olan sürdürülebilirlik farkındalığı ve sürdürülebilirlik raporlamasının yaygınlaşması ile ISO 20400 standardının gelecekte daha geniş bir şekilde kullanım alanına sahip olacağı düşünülmektedir.

Sürdürülebilir tedarik için ISO 20400 standardını hayata geçirmeyi düşünen işletmelere üst yönetim liderliğinde bir sürdürülebilir tedarik politikası geliştirmeleri, net ve ölçülebilir hedefler belirlemeleri, sürece tüm paydaşların katılımını teşvik etmeleri ve sürdürülebilirliğin önemini pekiştirmek için çeşitli etkinlikler ve eğitimler düzenlemeleri önerilmektedir. Ayrıca hükümetlerin sürdürülebilir tedariki sağlamak için ISO 20400 ile uyumlu ulusal standartlar geliştirmesi ve sürdürülebilir tedarik ilkelerini ülke çapında yaygınlaştırması sürece katkı sağlayabilir. Yine standardı kullanan ve/veya kullanmayı düşünen işletmeler ile üniversiteler arasında profesyonel işbirlikleri ile farkındalığı artırmak ve standardın daha iyi anlaşılmasını sağlayarak kullanımını yaygınlaştırmak da mümkündür. Araştırmacılara da çeşitli ülke ve sektör örneklemlerinde standardı kullanmanın işletmelerin iş sonuçlarına ve performansına etkisini araştırmaları önerilmektedir. Çünkü literatürde bunu ortaya koyacak henüz bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle yapılacak çalışmalar sürdürülebilir tedarikin gelişmesine büyük katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Aroonsrimorakot, S. & Laiphrakpam, M. (2024). ISO 20400 guidance standard for sustainable procurement: A search for challenges and recommended strategies for successful implementation. *Interdisciplinary Research Review, 19*(4), 80-90.

Barbanti, A. M., Anholon, R., Rampasso, I. S., Martins, V. W. B., Quelhas, O. L. G. & Leal Filho, W. (2022). Sustainable procurement practices in the supplier selection process: An exploratory study in the context of Brazilian manufacturing companies. *Corporate Governance (Bingley), 22*(1), 114-127. https://doi.org/10.1108/CG-10-2020-0481

Boruchowitch, F. & Fritz, M. M. C. (2022). Who in the firm can create sustainable value and for whom? A single case study on sustainable procurement and supply chain stakeholders. *Journal of Cleaner Production, 363*, 1-12. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132619

Brammer, S. & Walker, H. (2011). Sustainable procurement in the public sector: An international comparative study. *International Journal of Operations & Production Management, 31*(4), 452-476. https://doi.org/10.1108/01443571111119551

Bureau Veritas & CDP (2021). *The road to sustainable procurement with ISO20400: What, why and how*. 7 Ocak 2025 tarihinde https://www.bureauveritas.com.au/newsroom/road-sustainable-procurement-iso-20400-0 adresinden edinilmiştir.

Dongo, D. & Baldelli, G. (2019). *ISO 20400, guidelines for sourcing from sustainable supply chains*. 6 Ocak 2025 tarihinde https://greatitalianfoodtrade.it/en/progress/ISO-20400-guidelines-for-sourcing-from-sustainable-supply-chains-a/ adresinden edinilmiştir.

Galea-Pace, S. (2023). *Top 5 sustainability challenges in procurement*. 9 Ocak 2025 tarihinde https://cpostrategy.media/blog/2023/11/14/top-5-sustainability-challenges-in-procurement/ adresinden edinilmiştir.

García Ortega, B. (2024). *Fundamentos de la ISO 20400: Integracion de la sostenibilidad en las compras de las organizaciones*. 15 Ocak 2025 tarihinde http://hdl.handle.net/10251/205583 adresinden edinilmiştir.

Garza-Reyes, J. A., Kumar, V., Lim, M. K., Antony, J. & Tiwari, M. K. (2019). Interventions for Delivering the triple-bottom-line. *Production Planning & Control, 30*(5-6), 347-352. https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1501828

Harris, K. & Divakarla, S. (2017). Supply chain risk to reward: Responsible procurement and

the role of ecolabels. *Procedia Engineering, 180,* 1603-1611. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.323

ISO [International Organization for Standardization] (2017). *ISO 20400:2017 sustainable procurement – guidance*. 11 Ocak 2025 tarihinde https://www.iso.org/standard/63026.html adresinden edinilmiştir.

Kabra, G., Srivastava, S. K. & Ghosh, V. (2023). Mapping the field of sustainable procurement: A bibliometric analysis. *Benchmarking: An International Journal, 30*(10), 4370-4396. https://doi.org/10.1108/BIJ-06-2022-0418

Leighton, A. (2023). *ISO 20400 for sustainable procurement a framework for better global citizens*. 5 Ocak 2025 tarihinde https://www.sofeast.com/knowledgebase/iso-20400-for-sustainable-procurement-introduction/ adresinden edinilmiştir.

Lutterodt, M. (2024). *A comprehensive guide to ISO 20400: sustainable procurement standard*. 5 Ocak 2025 tarihinde https://www.vizibl.co/blog/comprehensive-guide-to-iso-20400-sustainable-procurement-standard adresinden edinilmiştir.

Panigrahi, S. (2024). *ISO 20400 transforming procurement for sustainability.* 6 Ocak 2025 tarihinde https://taxguru.in/finance/iso-20400-transforming-procurement-sustainability.html adresinden edinilmiştir.

Primmer, R. (2021). *ISO 20400:2017-2021 progress report*. 7 Ocak 2025 tarihinde https://www.iso20400.org/iso-20400-report-dec-2021-by-ross-primer/ adresinden edinilmiştir.

Safdie, S. (2024). *ISO 20400 meaning, standard and requirements*. 5 Ocak 2025 tarihinde https://greenly.earth/en-gb/blog/company-guide/iso-20400-meaning-standard-and-requirements adresinden edinilmiştir.

Setiadi, T. & Abduh, M. (2020). The study of sustainable procurement in the procurement of ready mixed concrete supplier. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 520(1), 1-9. https://doi.org/10.1088/1755-1315/520/1/012004

Talamo, C. & Atta, N. (2019). FM services procurement and management scenarios of innovation. C. Talamo & N. Atta (Ed.) *Invitations to Tender for Facility Management Services*. Springer.

Teixeira, C. R. B., Assumpção, A. L., Correa, A. L., Savi, A. F. & Prates, G. A. (2018). The contribution of green logistics and sustainable purchasing for green supply chain management. *Independent Journal of Management & Production, 9*(3), 1002-1026. https://doi.org/10.14807/ijmp.v9i3.789

Vela, R. A. (2023). *The power of ISO 20400:2017 - A framework for sustainable procurement*. 5 Ocak 2025 tarihinde https://www.linkedin.com/pulse/power-iso-204002017-framework-sustainable-procurement-vela adresinden edinilmiştir.

FCC PROJESİ VE BİLİMİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ: YÜKSEK ENERJİ FİZİĞİ DENEYLERİNİN GELECEĞİ

Dr. Öğr. Üyesi Metin Yalvaç

Özet

Bu çalışma, yüksek enerji fiziği alanındaki güncel gelişmeler ve bu gelişmelerin bilimsel sürdürülebilirlik açısından taşıdığı önem üzerine odaklanmaktadır. Parçacık fiziğinin temel kuramı olan Standart Model'in sınırları, CERN'de yürütülen LHC gibi büyük deneylerle test edilmiş, Higgs bozonunun keşfiyle önemli başarılar elde edilmiştir. Ancak evrenin gizemlerini tam anlamıyla çözmek için daha güçlü çarpıştırıcılara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda, Future Circular Collider (FCC) projesi, hem teorik fizik açısından hem de teknolojik sürdürülebilirlik bakımından yeni ufuklar açmaktadır. Türkiye'nin bu tür projelere katkısı, uluslararası bilimsel iş birliklerinin güçlenmesi ve nitelikli insan kaynağının gelişimi açısından önemlidir. Bu bildiride, FCC'nin yapısı, hedefleri ve bilimsel katkısı ele alınmış; sürdürülebilirlik çerçevesinde yüksek enerji fiziğinin geleceği tartışılmıştır.

Abstract

This study focuses on current developments in the field of high-energy physics and their significance in terms of scientific sustainability. The Standard Model, which forms the theoretical foundation of particle physics, has been extensively tested through major experiments like the LHC at CERN, with the discovery of the Higgs boson marking a significant milestone. However, unraveling the remaining mysteries of the universe requires even more powerful colliders. In this context, the Future Circular Collider (FCC) project opens new horizons both in theoretical physics and technological sustainability. Turkey's contribution to such projects is crucial for strengthening international scientific collaborations and developing a skilled research workforce. This paper discusses the structure, objectives, and scientific contributions of the FCC, and explores the future of high-energy physics within the framework of sustainability.

Yozgat Bozok Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü metin.yalvac@bozok.edu.tr

Giriş

Yüksek enerji fiziği, diğer adıyla parçacık fiziği, maddenin ve enerjinin temel bileşenlerini ve bunlar arasındaki etkileşimleri inceleyen temel bir bilim dalıdır. Bu alan, evrenin yapı taşlarını ve doğanın temel kuvvetlerini anlamaya yönelik en kapsamlı teorik ve deneysel yaklaşımları içermektedir. Parçacık fiziğinin temel amacı, evrende gözlenen karmaşık yapıların ardındaki basit ve evrensel ilkeleri ortaya çıkarmaktır (Griffiths, 2008).

Yüksek enerji fiziği yalnızca temel bilim açısından değil, aynı zamanda teknoloji, mühendislik ve bilgi sistemleri açısından da stratejik bir rol üstlenmektedir. Parçacık hızlandırıcıları, algılayıcı teknolojileri ve ileri düzeyde veri işleme sistemleri bu alanın gelişimiyle doğrudan ilişkilidir. Bu sistemlerin tarihsel evrimi, Bevatron, ISR ve LEP gibi hızlandırıcıların gelişimiyle biçimlenmiştir (Tazzari, 2006; Yavaş, 2024). Söz konusu teknolojiler, medikal görüntüleme, malzeme bilimi ve bilgi teknolojileri gibi pek çok alanda uygulama alanı bulmakta, toplumsal fayda üretmektedir (Camporesi, 2015).

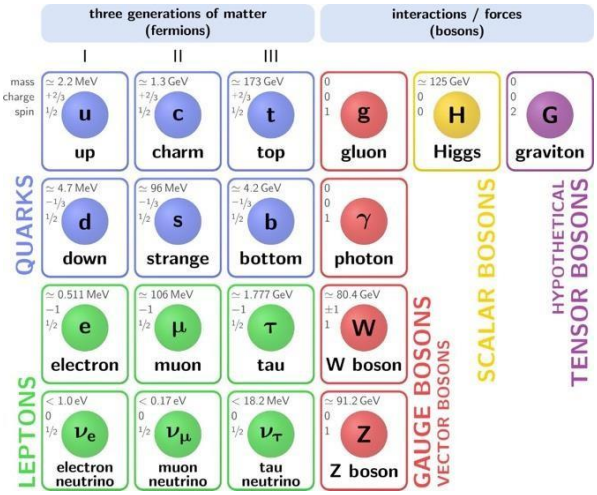
Bu bağlamda, yüksek enerji fiziği sadece evrenin temel yapıtaşlarını araştırmakla kalmaz, aynı zamanda bilimsel bilgi üretiminin sınırlarını genişletir, disiplinler arası iş birliklerini teşvik eder ve genç araştırmacılar için ileri düzeyde eğitim olanakları sunar. Bilimsel ve teknolojik kalkınmanın sürdürülebilirliğinde kilit rol oynayan bu alan, 21. yüzyılın bilgi temelli toplumlarının gelişiminde merkezi bir konuma sahiptir (Roser, 2020; Türk Çakır, 2023).

Standart Model

Parçacık fiziği, doğadaki en küçük yapıtaşlarını ve bu yapıtaşlarının birbirleriyle nasıl etkileştiklerini araştıran bir fizik dalıdır. Bu alandaki temel kuramsal çerçeve, 20. yüzyılın ikinci yarısında geliştirilen ve günümüzde geçerliliğini büyük ölçüde koruyan Standart Modeldir. Standart Model, tüm bilinen temel parçacıkları ve bunların etkileşimlerini kuantum alan kuramı çerçevesinde açıklayan kapsamlı ve deneysel olarak doğrulanmış bir teoridir (Griffiths, 2008).

Standart Model üç temel parçacık ailesini kapsar: kuarklar, leptonlar ve bozonlar. Kuarklar ve leptonlar, maddenin yapıtaşlarını oluştururken; bozonlar, bu parçacıklar arasındaki etkileşimleri sağlayan kuvvet taşıyıcı parçacıklardır. Kuarklar, altı çeşitten (yukarı, aşağı, tılsım, garip, üst, alt) oluşur ve proton ile nötron gibi bileşik parçacıkların yapısında bulunurlar. Lepton ailesi ise elektronu, müon, tau ve bunların nötrinolarını içerir. Her bir kuark ve lepton için üç nesil (ya da kuşak) mevcuttur ve her nesil bir öncekine göre daha yüksek kütlelidir.

Model, üç temel kuvvetin doğasını açıklar: elektromanyetik kuvvet (foton aracılığıyla), zayıf nükleer **kuvvet** (W ve Z bozonları aracılığıyla) ve güçlü nükleer kuvvet (gluon aracılığıyla). Bu kuvvetler sayesinde parçacıklar birbirleriyle etkileşime girer, atomlar ve daha karmaşık yapılar oluşur. Ancak **yerçekimi kuvveti**, bu modelin dışında kalır. Bu durum, yeni kuramların gerekliliğini ortaya koyar (Wille, 2001).



Şekil1. Standart Model'e göre temel parçacıklar ve etkileşimler

Modelin en önemli başarılarından biri, Higgs bozonunun varlığını öngörmesidir. Parçacıkların kütle kazanmasını açıklayan bu mekanizma, 2012 yılında CERN'deki ATLAS ve CMS deneyleri tarafından doğrulanmış ve bu keşif 2013 Nobel Fizik Ödülü ile onurlandırılmıştır (ATLAS Collaboration, 2012). Higgs alanı sayesinde temel parçacıklar kütle kazanmakta ve bu da madde oluşumunun temelini oluşturmaktadır.

Buna karşın, Standart Model evrendeki madde miktarının yalnızca yaklaşık %5'ini açıklayabilmektedir. Karanlık madde ve karanlık enerji, modelin dışında kalan ancak evrenin büyük bir kısmını oluşturan olgulardır. Ayrıca, nötrinoların kütleli olduğu gerçeği, modelin genişletilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu nedenlerle parçacık fiziği topluluğu, Standart Model'in ötesindeki kuramsal yapıları (örneğin süpersimetri, ekstra boyutlar veya büyük birleşim teorileri) araştırmaktadır.

Sonuç olarak, Standart Model, modern fiziğin en başarılı teorilerinden biri olmakla birlikte, evrenin tüm yönlerini açıklamaya yetmemektedir. Bu durum, yeni nesil hızlandırıcı deneylerinin ve kuramsal çalışmaların önemini artırmaktadır.

1. Parçacık Fiziği Deneylerinin Kısa Tarihçesi

Parçacık fiziği deneyleri, evrenin temel yapı taşlarını anlamaya yönelik en önemli adımları mümkün kılmıştır. Bu deneysel yolculuk, 1897 yılında J. J. Thomson'ın elektronu keşfetmesiyle başlamış, 20. yüzyıl boyunca hızla gelişmiştir (Griffiths, 2008). Rutherford'un 1911'deki saçılma deneyiyle atom çekirdeği ortaya konmuş, 1932'de nötronun keşfiyle atomun iç yapısı büyük ölçüde anlaşılmıştır.

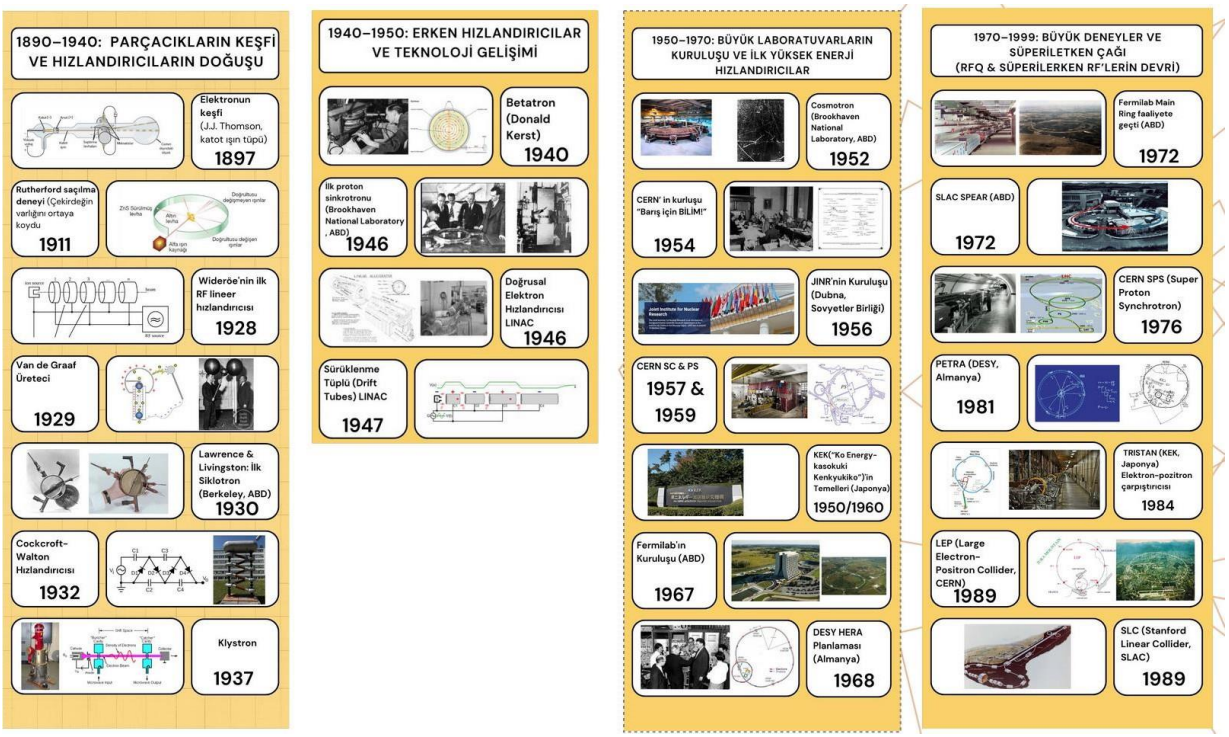
Bu keşifler, daha küçük parçacıkları araştırmak için daha güçlü araçlara ihtiyaç olduğunu göstermiştir. 1920'lerden itibaren lineer hızlandırıcılar ve 1930'larda siklotronlar geliştirilmiş, parçacıklara yüksek enerji kazandırmak mümkün hale gelmiştir (Tazzari, 2006).

1940'lardan sonra, parçacık fiziği hızla uluslararası ve çok disiplinli bir alana dönüşmüştür. 1954'te CERN'in kurulması ve sonrasında Sovyetler Birliği'nde JINR gibi büyük araştırma merkezlerinin açılması, hızlandırıcı teknolojilerinin ve dedektör sistemlerinin gelişimini hızlandırmıştır (Yavaş, 2024).

Bu dönemde geliştirilen Proton Sinkrotronu (PS) ve Süper Proton Sinkrotronu (SPS) gibi sistemler, birçok temel parçacığın gözlemlenmesini sağlamıştır.

1970'lerden itibaren süperiletken mıknatıslar kullanılarak daha güçlü ve verimli hızlandırıcılar yapılmış; PETRA (DESY), TRISTAN (KEK) ve LEP (CERN) gibi projeler ile kuarkların çeşitliliği, W ve Z bozonları gibi parçacıklar deneysel olarak doğrulanmıştır (Wille, 2001).

Son olarak, 2008 yılında faaliyete geçen LHC ile bilim insanları Higgs bozonunu gözlemlemeyi başarmış ve Standart Model'in eksik bir parçası daha tamamlanmıştır (ATLAS Collaboration, 2012). Günümüzde LHC, halen en büyük ve en güçlü parçacık çarpıştırıcısıdır. Bunun yanında FCC gibi gelecek projeler, daha yüksek enerjilerle Standart Model ötesindeki fiziksel olguları araştırmayı hedeflemektedir (Benedikt et al., 2019).



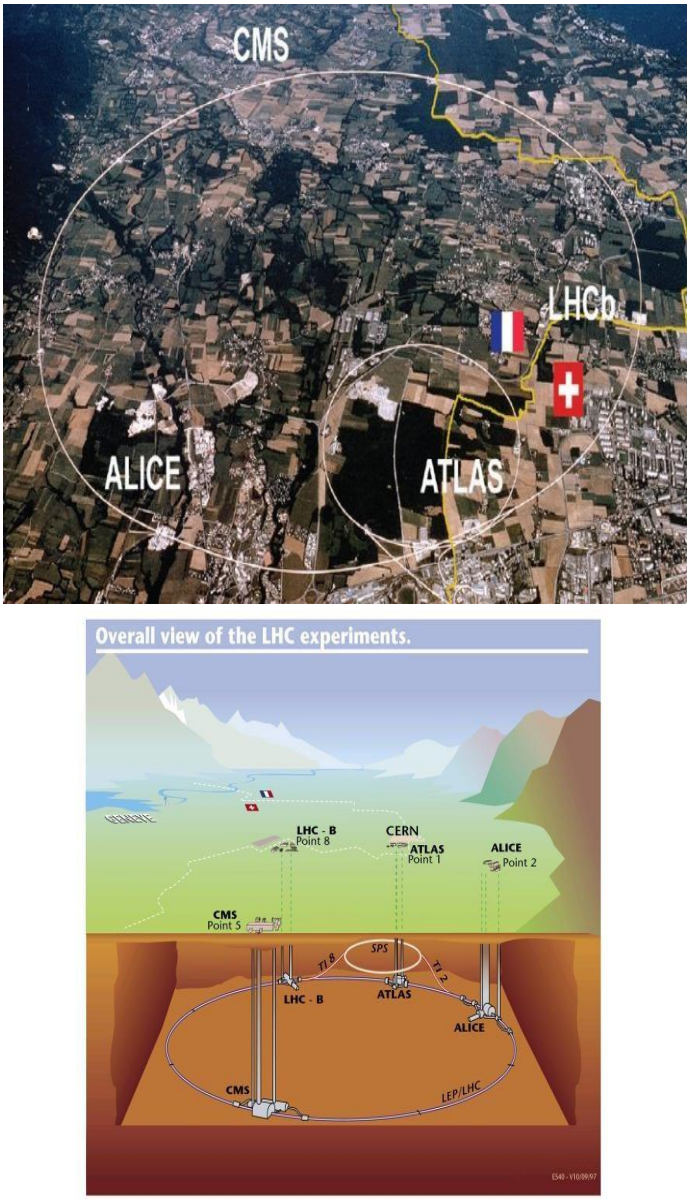
Şekil2. Parçacık fiziği deneylerinin kısa tarihçesi

Bu tarihsel gelişim, parçacık fiziği deneylerinin sadece bilimsel keşifler için değil, aynı zamanda teknolojik yenilikler, uluslararası iş birlikleri ve insan kaynağı yetiştirme açısından da büyük önem taşıdığını göstermektedir.

2. Günümüzde Parçacık Fiziği: LHC ve Küresel İş Birliği

Parçacık fiziğinin günümüzde ulaştığı en ileri düzey, CERN'de (Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi) kurulu olan Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (LHC) ile temsil edilmektedir. LHC, dünya üzerindeki en büyük ve en yüksek enerjili parçacık çarpıştırıcısıdır. 27 kilometrelik bir halka boyunca yerin yaklaşık 100 metre altına kurulmuş olan bu dev hızlandırıcı, protonları ışık hızına yakın enerjilerle çarpıştırarak evrenin temel yapı taşlarını incelemeye olanak tanır (Benedikt et al., 2019).

LHC'nin dört ana dedektör istasyonu vardır: ATLAS, CMS, ALICE ve LHCb. ATLAS ve CMS, özellikle Higgs bozonunun keşfine katkı sağlayan iki genel amaçlı dedektördür (ATLAS Collaboration, 2012). ALICE ağır iyon çarpışmalarını; LHCb ise madde-antimadde asimetrisinin kökenlerini araştırır. Her biri farklı amaçlarla yapılandırılmış bu deneyler, modern fiziğin en kritik sorularına yanıt arar.



Şekil 3. LHC yerleşim şeması

LHC'nin başarısı yalnızca teknolojik değil, aynı zamanda uluslararası iş birliği açısından da dikkat çekicidir. CERN, 1954 yılında 12 Avrupa ülkesi tarafından "barış için bilim" sloganıyla kurulmuş ve günümüzde 23 tam üye, 10'un üzerinde aday ve gözlemci ülke ile çalışmaktadır. Bu çok uluslu yapı, 100'den fazla milletten 12.000'in üzerinde bilim insanını bir araya getirir (CERN, 2023). CERN'in bütçesi ve altyapısı, Avrupa'daki büyük bir üniversitenin düzeyinde olsa da etki alanı küreseldir.

Türkiye, 2015 yılında CERN'e "Asosiye Üye" olarak katılmıştır. Bu statü sayesinde Türk araştırmacılar CERN projelerinde aktif rol alabilmekte, üniversitelerden lisansüstü düzeyde öğrenci ve mühendisler LHC deneylerinde görev alabilmektedir. Türkiye'den birçok üniversite ATLAS, CMS ve ALICE gibi deneylerde katkı sağlamaktadır (Türk Çakır, 2023). Ayrıca Türk firmaları, LHC'nin bazı teknik altyapı bileşenlerinin tedarikine de katkıda bulunmuştur.

LHC'nin inşasında kullanılan süperiletken mıknatıslar, gelişmiş vakum sistemleri ve veri işleme altyapıları gibi ileri mühendislik uygulamaları, yalnızca temel bilime değil, aynı zamanda endüstriye ve yüksek teknolojili üretim alanlarına da katkı sunmaktadır. Bu anlamda LHC, temel araştırma ile uygulamalı mühendisliği bir araya getiren eşsiz bir platformdur (Wille, 2001).

3. Parçacık Fiziği Deneylerinin Günlük Yaşama Katkıları

Parçacık fiziği deneyleri yalnızca evrenin temel yapısını anlamaya hizmet etmez; aynı zamanda günlük yaşamda yaygın olarak kullanılan pek çok teknolojinin de temelini oluşturur. Bu katkılar sağlık, bilgi teknolojileri, güvenlik, eğitim ve uluslararası iş birliği gibi çeşitli alanlarda görülmektedir.

Tıpta kullanılan cihazların önemli bir kısmı, parçacık fiziğinden türetilmiş teknolojilere dayanmaktadır. Örneğin, manyetik rezonans görüntüleme (MRI) sistemleri, kuantum mekaniği ve nükleer manyetik rezonans ilkelerine dayanır; bu tekniklerin gelişiminde hızlandırıcı fiziği önemli rol oynamıştır. Benzer şekilde, proton ışınlarıyla yapılan kanser radyoterapisi, tümörlerin çevre dokulara zarar vermeden tedavi edilmesini sağlamaktadır (Camporesi, 2015).

Bilgi teknolojileri alanında da parçacık fiziği öncülük etmiştir. 1991 yılında Tim Berners-Lee tarafından CERN'de geliştirilen World Wide Web (WWW), bugün internetin temel protokolü haline gelmiştir. LHC deneylerinden elde edilen büyük veri setlerinin işlenmesi için geliştirilen Grid bilişim altyapısı, günümüzde bulut teknolojisinin gelişimine katkı sunmuştur (CERN, 2023).

Ayrıca, ATLAS ve CMS gibi deneylerde kullanılan yapay zekâ ve makine öğrenmesi teknikleri, veri madenciliği alanının gelişimini desteklemiştir. Bu teknolojiler, günümüzde sağlık, finans ve savunma sektörlerinde yaygın biçimde kullanılmaktadır (Benedikt et al., 2019).

Dedektör teknolojileri de günlük yaşama uyarlanmıştır. Cep telefonlarında, dijital kameralarda ve medikal görüntüleme sistemlerinde kullanılan CMOS sensörleri, parçacık dedektörlerinden türetilmiştir. Havaalanlarında kullanılan X-ışını güvenlik tarayıcıları, parçacık saçılma prensiplerine dayanır (Wille, 2001).

Son olarak, parçacık fiziği yalnızca teknolojik değil, aynı zamanda kültürel bir etki de yaratmaktadır. Uluslararası laboratuvarlar bilgi paylaşımı, barışçıl iş birliği ve bilimsel kültürün gelişimi açısından önemli örnekler sunar. STEM eğitimi kapsamında, parçacık fiziğine dayalı deneysel ve analitik beceriler, genç nesillere kritik düşünme ve problem çözme becerileri kazandırmaktadır (Türk Çakır, 2023).

4. Parçacık Fiziğinde Sürdürülebilirlik: Geçmişten Geleceğe

Parçacık fiziği deneylerinin sürdürülebilirliği, yalnızca fiziksel altyapının değil, aynı zamanda bilimsel, teknolojik ve toplumsal boyutların uzun vadeli planlamasını gerektirir. CERN gibi uluslararası laboratuvarlar, bu sürdürülebilirliği sağlayabilmek için sistemli bir tarihsel gelişim ve gelecek vizyonu doğrultusunda hareket etmektedir.

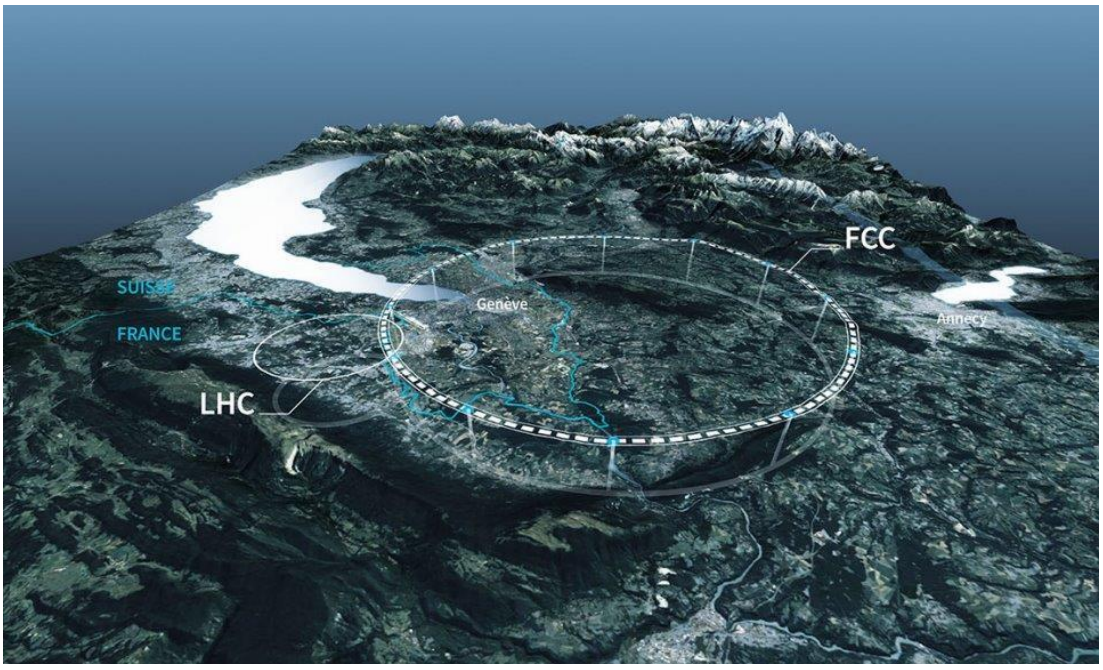
1954 yılında CERN'in kuruluşuyla başlayan süreçte, Proton Sinkrotronu (1959), Süper Proton Sinkrotronu (1976) ve LEP (1989) gibi hızlandırıcılar, evrenin yapı taşlarını anlamada önemli kilometre taşları olmuştur. 2008'de faaliyete giren LHC (Large Hadron Collider) ile enerji sınırları genişletilmiş, 2012'de Higgs bozonunun keşfiyle Standart Model'in temel bir öngörüsü doğrulanmıştır (ATLAS Collaboration, 2012).

LHC'nin sürdürülebilirliği, sadece inşa edilmesiyle değil, aynı zamanda uzun vadeli kullanım ve kademeli yükseltme planlarıyla sağlanmaktadır. LHC şu anda üçüncü çalışma evresindedir (Run 3) ve 2026'da devreye girmesi planlanan Yüksek Parlaklıklı LHC (HL-LHC), çarpışma yoğunluğunu 5–7 kat artırarak yeni keşiflere olanak sunacaktır (Benedikt et al., 2019).

Bu geçişin bir parçası olarak, hem hızlandırıcı sistemlerinde hem de dedektör altyapısında önemli teknik güncellemeler yapılmaktadır. Işın borularının radyasyon dayanımı artırılmakta, veri işleme altyapısı daha verimli hale getirilmektedir. Böylece enerji ve kaynak kullanımı daha optimize edilerek çevresel etkiler azaltılmaktadır (Roser, 2020).

Gelecekte ise FCC (Future Circular Collider) ve ILC (International Linear Collider) gibi projeler gündemdedir. FCC, yaklaşık 91 kilometrelik bir halka yapısıyla LHC'nin dört katı büyüklüğünde olacak ve hem e^+e^- (FCC-ee) hem de p-p (FCC-hh) çarpışmaları için uzun vadeli keşifler hedeflemektedir. Bu projeler, sadece temel fiziğe değil; süperiletken mıknatıslar, kriyojenik sistemler ve yapay zekâ destekli veri analizi gibi pek çok teknolojik alanın gelişimine de katkı sunacaktır.

Sonuç olarak, parçacık fiziği deneylerinin sürdürülebilirliği; planlama, teknoloji geliştirme ve uluslararası iş birliğinin sürekliliği ile mümkündür. Bu alan, hem temel bilim için hem de toplumun teknolojik geleceği açısından kritik bir yatırım alanı olmaya devam etmektedir.



Şekil 4. FCC Yerleşim Şeması

5. FCC Fizik Programı ve Bilimsel Öncelikler

FCC-ee, parçacık fiziğinde "yoğunluk sınırı" (intensity frontier) olarak bilinen hassasiyet alanında çalışacaktır. Hedefleri arasında şunlar yer alır:

- Higgs fiziği: Higgs bozonunun kendi kendine etkileşimi ve diğer parçacıklarla olan bağlanma sabitlerinin yüksek hassasiyetle ölçülmesi.
- Top kuark fiziği: Top kuarkın kütlesi ve zayıf kuvvetle etkileşimi gibi parametrelerin hassas analizi.
- Lepton evrenselliği testleri, CP ihlalleri, flavor fiziği ve yeni hafif parçacıkların doğrudan aranması da programın önemli parçalarıdır (Türk Çakır, 2023).

Bu deneylerin yürütülmesi için gelişmiş dedektör sistemleri, yüksek çözünürlüklü izleyiciler, parçacık tanıma cihazları ve yapay zekâ destekli veri işleme algoritmaları geliştirilecektir.

6. Küresel Katılım ve Türkiye'nin Yeri

FCC projesi, dünya genelinde 34 ülke, 150 araştırma enstitüsü ve 32 özel sektör şirketi tarafından desteklenmektedir. Bu uluslararası yapı, parçacık fiziğinde yalnızca bilimsel değil, aynı zamanda ekonomik ve teknolojik sürdürülebilirliği de güçlendirmektedir (FCC PED, 2023).

Türkiye, FCC Fizibilite Çalışması'na 2023 itibarıyla resmi olarak katılmıştır. FCC'nin Accelerator-Experiment-Detector (PED) organizasyon yapısı içinde, Türkiye'den 15'ten fazla üniversite yer almaktadır. Bu üniversiteler arasında Yozgat Bozok Üniversitesi de bulunmaktadır. Yozgat Bozok Üniversitesi, CERN ile imzalanan Mutabakat Zaptı kapsamında, FCC deneylerine yönelik fizibilite ve hazırlık çalışmalarına katkı sunmaktadır.

Bu katılım sayesinde, üniversitelerimiz sadece deneysel araştırmalarda değil; yazılım geliştirme, dedektör tasarımı, veri analizi ve eğitim gibi alanlarda da uluslararası iş birliğine dahil olmaktadır. Aynı zamanda Türkiye'deki genç araştırmacılar için yeni eğitim ve proje fırsatları doğmaktadır.

7. FCC Gerçekleştirilebilir mi? Feasibility Raporu 2025 ile Güçlü Bir Onay

31 Mart 2025 tarihinde CERN, Future Circular Collider (FCC) projesine ilişkin kapsamlı fizibilite raporunu kamuoyuna sundu. Bu rapor, Avrupa Parçacık Fiziği Strateji Güncellemesi (ESPPU) ve CERN Konseyi tarafından değerlendirilecek olup, FCC'nin teknik, mali, çevresel ve sosyopolitik açılardan gerçekleştirilebilirliğini kapsamlı biçimde ortaya koymaktadır (CERN, 2025a).

Rapor, FCC'nin 90.7 km uzunluğundaki tünelinin jeolojik uygunluğunu, İsviçre ve Fransa yerel yönetimleriyle yapılan planlamaların olumlu ilerlediğini ve altyapının sürdürülebilir şekilde uygulanabileceğini göstermektedir. Ayrıca, inşaat süreci boyunca çevresel etkilerin azaltılmasına yönelik stratejik adımlar belirlenmiş; enerji verimliliği, iş gücü planlaması ve teknoloji transferi gibi unsurlar da detaylı olarak ele alınmıştır (CERN, 2025b).

LHC'nin gerçekleştirilme süreciyle büyük paralellik gösteren bu planlama, tıpkı 1984–2008 arasındaki LHC inşa döneminde olduğu gibi çok aşamalı, disiplinler arası ve uluslararası bir iş birliği çerçevesinde ilerlemektedir. LHC'nin ardından HL-LHC yükseltmeleri için benimsenen yöntemler de FCC sürecine örnek teşkil etmektedir (Benedikt et al., 2019; Roser, 2020).

Feasibility raporunda vurgulandığı üzere:

- FCC-ee, Higgs bozonu, W ve Z bozonları, top kuark gibi temel parçacıkların yüksek hassasiyetli ölçümleri için tasarlanmıştır.

- FCC-hh, 100 TeV enerji seviyesine ulaşarak yeni fizik arayışları için çığır açacak çarpışmalar gerçekleştirmeyi hedeflemektedir (FCC Collaboration, 2023).

Bunun yanında, 34 ülke, 150 araştırma kurumu ve çok sayıda özel sektör partnerinin dahil olduğu bu küresel proje, sadece temel bilime değil, aynı zamanda ileri mühendislik, bilgi teknolojileri ve eğitimde de geniş çaplı etki yaratacaktır.

Kaynakça

ATLAS Collaboration. (2012). *Observation of a new particle in the search for the Standard Model Higgs boson with the ATLAS detector at the LHC*. Physics Letters B, 716(1), 1–29. https://doi.org/10.1016/j.physletb.2012.08.020

Benedikt, M., Abada, A., Abiven, Y., Acerbi, E., Ahdida, C., Aleksa, M., ... & Zimmermann, F. (2019). *FCC-hh: The Hadron Collider: Future Circular Collider Conceptual Design Report Volume 3*. EPJ Special Topics, 228, 755–1107. https://doi.org/10.1140/epjst/e2019-900088-6

Camporesi, T. (2015). *What has CERN ever done for us?* CERN Courier. https://cerncourier.com/a/what-has-cern-ever-done-for-us/

CERN. (2023). *About CERN*. https://home.cern/about

CERN. (2025a, March 31). *CERN releases report on the feasibility of a possible Future Circular Collider*. https://home.cern/news/news/accelerators/cern-releases-report-feasibility-possible-future-circular-collider

CERN. (2025b). *FCC tunnel implementation and civil engineering progress*. In *FCC Feasibility Study Report 2025*. https://fcc-cdr.web.cern.ch

European Strategy for Particle Physics Update (ESPPU). (2020). *Recommendations for the long-term future of European particle physics*. CERN Council. https://cds.cern.ch/record/2721370

FCC Collaboration. (2023). *FCC Feasibility Study: Status and Implementation Plans*. https://fcc-cdr.web.cern.ch

FCC PED Collaboration. (2023). *FCC PED Organization Structure and Participating Institutes*. https://fcc.web.cern.ch/ped

Griffiths, D. (2008). *Introduction to Elementary Particles* (2nd ed.). Wiley-VCH.

Roser, T. (2020). *Sustainability Considerations for Future Colliders*. Brookhaven National Laboratory Report. https://www.bnl.gov

Tazzari, S. (2006). *Short History of Particle Accelerators*. CERN Accelerator School. https://cas.web.cern.ch

Türk Çakır, İ. (2023). *FCC İşbirliği Çalıştayı-II Sunumları*. CERN FCC Collaboration.

Wille, K. (2001). *The Physics of Particle Accelerators: An Introduction*. Oxford University Press.

Yavaş, Ö. (2024). *Parçacık Hızlandırıcılarının Gelişimi*. 16. Ulusal Parçacık Hızlandırıcıları ve Detektörleri Yaz Okulu (UPHDYO), Muğla.

ÖZEL GÜVENLİK VE KORUMA PROGRAMLARINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA AMAÇLARI

SUSTAİNABLE DEVELOPMENT GOALS İN PRİVATE SECURİTY AND PROTECTİON PROGRAMS

Mertcan ARITÜRK[1]
Latif GÖKALP[2]

Özet

Yükseköğretim kurumları, eğitim, araştırma ve toplumsal katkı yoluyla Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına ulaşılmasında hayati bir rol oynarken, üniversitelerde görev yapan akademik personel de çeşitli akademik yayın ve projeler aracılığıyla bu sürece doğrudan katkıda bulunmaktadır. Türkiye'de Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü Özel Güvenlik ve Koruma programlarında görev yapan akademik personelin, Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları çerçevesinde yaptıkları akademik faaliyetlerin, bilimsel çalışmaların (kitap, kitap bölümü, tam metin veya özet bildiri, araştırma makalesi) eğilimini belirlemek araştırmanın amacını oluşturmaktadır. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden doküman analizi kullanılmış ve elde edilen veriler betimsel analiz yoluyla incelenmiştir. Araştırmada maksimum çeşitlilik örneklemi kullanılarak, Türkiye İstatiski Bölge birimlerinden yararlanılarak, 12 Düzey 1 bölgesinden, 12 Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü Özel Güvenlik ve Koruma ön lisans programı seçilmiştir. Bahsi geçen programlarda görev yapan 46 akademik personelin 152 bilimsel yayını sürdürülebilir kalkınma amaçları kapsamında değerlendirilmektedir. Araştırma kapsamında belirlenen programlardaki akademik personellerin yayın sayıları incelendiğinde; en çok yayının Adıyaman Üniversitesi'nden 57 (%37,5) yayın, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nde 22 (%14,47) yayın ve Yozgat Bozok Üniversitesi'nde 20 (%13,15) yayın yapıldığı tespit edilmiştir. Programlardaki akademik personelin cinsiyet dağılımında %82,60 oranla 38 erkeğin baskın olduğu ve toplam akademik yayınların 139'unu (% 91,44) gerçekleştirdikleri, belirlenmiştir. Araştırmada, sürdürülebilir kalkınma amaçları farkındalığının ve akademik yayınların çeşitliliğinin artırılması ile kurumsal sürdürülebilirliğe ilişkin üniversite politikalarının güçlendirilmesinin gerekliliğine vurgu yapılmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları, Özel Güvenlik ve Koruma Programı, Akademik Personel, Üniversite, Akademik Yayın.

Abstract

While higher education institutions play a vital role in achieving the United Nations Sustainable Development Goals through education, research and social contribution, academic personnel working in universities also directly contribute to this process through various academic publications and projects. The aim of the research is to determine the tendency of the academic activities and scientific studies (book, book chapter, full text or summary report, research article) carried out by the academic personnel working in the Property Protection and Security Department Private Security and Protection programs in Turkey within the framework of the Sustainable Development Goals. Document analysis, which is one of the qualitative research methods, was used in the research and the obtained data was examined through descriptive analysis. In the research, maximum variation sampling was used and by utilizing the Turkish Statistical Institute Regional distinction, 12 Property Protection and Security Department Private Security and Protection associate degree programs were selected from 12 Level 1 regions. 152 scientific publications of 46 academic personnel working in the aforementioned programs are evaluated within the scope of sustainable development goals. When the number of publications of the academic personnel in the programs determined within the scope of the research is examined; It was determined that the most publications were made by Adıyaman University with 57 (%37.5) publications, Van Yüzüncü Yıl University with 22 (%14.47) publications and Yozgat Bozok University with 20 (%13.15) publications. It was determined that 38 males were dominant in the gender distribution of academic staff in the programs with a rate of 82.60% and that they made 139 (%91.44) of the total academic publications. The research emphasizes the necessity of increasing awareness of sustainable development goals and the diversity of academic publications and strengthening university policies regarding institutional sustainability.
Key Words: Sustainable Development Goals, Private Security and Protection Programme, Academic Staff, University, Academic Publication.

[1]Lecturer, Yozgat Bozok University, Şefaatli Vocational School, Property Protection and Security Department, Private Security and Protection Program, mertcan.ariturk@yobu.edu.tr, Orcid No: 0000-0003-2752-7008.
[2]Lecturer, Yozgat Bozok University, Şefaatli Vocational School, Department of Property Protection and Security, Private Security and Protection Program, latif.gokalp@yobu.edu.tr, Orcid No: 0000-0002-0585-991X.

Giriş

Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA), Birleşmiş Milletler tarafından 2015 yılında kabul edilen ve 2030 yılına kadar gerçekleştirilmesi planlanan 17 temel hedeften oluşan küresel bir eylem planıdır (Şekil: 1). Bu hedefler, yoksulluğun ortadan kaldırılması, eşitsizliğin azaltılması, çevrenin korunması ve herkes için barış ve refahın sağlanması gibi geniş bir yelpazedeki konuları kapsamaktadır (SKA Klavuzu 2016; Tezcan, 2020). Yükseköğretim kurumları bu hedeflere ulaşmada önemli bir rol oynamakta ve sürdürülebilir kalkınma konusunda bilincin oluşturulup yaygınlaştırılmasına katkı sağlar (Suklun & Bengü, 2024; Alfathy vd., 2024; Castro vd., 2020).

Şekil 1: BM Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları

Eğitim, SKA'lara ulaşmada merkezi bir rol oynar. Özellikle SKA 4, kapsayıcı ve kaliteli eğitimi sağlamayı ve yaşam boyu öğrenme fırsatlarını teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Yükseköğretim kurumları, sürdürülebilir kalkınma konusunda farkındalığı artırmada, araştırma ve inovasyon yoluyla çözümler geliştirmede ve toplum için liderlik sağlamada hayati bir rol oynar (Alfathy vd., 2024). Ancak, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak güvenli bir toplum olmadan imkânsızdır. Özel Güvenlik ve Koruma programlarının, insanların, kurumların ve kamusal alanların güvenliğini sağlayacak personel yetiştirerek SKA'lara ulaşılmasına katkıda bulunur.

Sürdürülebilir kalkınma hedefleri arasında yer alan SKA 16 (Barış, adalet ve güçlü kurumlar), toplumda hukukun üstünlüğünü sağlamayı, suçu azaltmayı ve güvenli bir ortam yaratmayı amaçlamaktadır (Alfirevi´c, vd., 2023; Yumnam vd., 2024). Özel güvenlik sektörü, bu hedefe ulaşılmasına katkıda bulunmada önemli bir rol oynamaktadır.

Sürdürülebilir kalkınma yalnızca ekonomik ve sosyal boyutlarla sınırlı değildir; çevresel sürdürülebilirlik de bu sürecin bir parçasıdır (Mensah, 2019). Özel güvenlik sektörü, yeşil güvenlik

uygulamaları, düşük karbon ayak izi ve yenilenebilir enerji kullanımı (Alfirevi´c, vd., 2023) gibi alanlarda yenilikler geliştirerek çevresel sürdürülebilirliği destekleyebilir.

Literatür taraması kapsamında araştırmamıza yön verebileceği düşünülen çalışmalara odaklanılmış bu anlamda Suklun ve Bengü (2024) araştırmalarında, yükseköğretim kurumlarının sürdürülebilir kalkınma hedefleri konusunda nasıl etkili bir şekilde farkındalık yaratabileceklerini amaçlamış ve bulguların, yükseköğretim kurumlarının ötesinde, tüm kuruluşlara yayılarak farkındalık yaratma uygulamalarının gerekliliğine vurgu yapmışlardır. Yine Bilgili ve Topal (2021) çalışmalarında, Talloires Bildirgesi'nin sürdürülebilir yükseköğretim kurumları yaratmadaki rolünü, önemini ve dönüşümlerini araştırmayı amaçlamışlardır. Yükseköğretim kurumlarının Talloires Bildirgesi'nin öncülüğünü yaptığı sürdürülebilirlik tartışmasına en önemli katkısının, sürdürülebilir yükseköğretim kurumları olma yolundaki başarıları olduğunu belirtmişlerdir. Güngör-Taç ve diğerleri (2022), tarafından Türkiye'deki üniversitelerin sürdürülebilirlik açısından mevcut durumlarını belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, üniversitelerin çoğunun sıfır atık üretimi ve yeşil kampüs gibi çevresel sürdürülebilirliğin bir unsuruna odaklanarak sürdürülebilirlikle ilgili faaliyetleri yürütme eğiliminde olduğu bulunmuştur. Alfathy ve diğerleri, (2024), literatür taramasına dayanan çalışmalarının amacını, yükseköğretim alanından SKA'lara ilişkin farkındalığı etkili bir şekilde artıran ve yaygın olarak uygulanmamış SKA araştırma fırsatlarını gösteren bir araştırma çerçevesi türetmek olarak belirlemiş ve Yükseköğretimde SKA'ların uygulanmasında inovasyona ilişkin araştırma bulgularının, öğrenme, paydaşlar, öğretim ve yaklaşım kategorilerinde bir eğilime sahip olduğunu belirtmişlerdir. Serafini ve diğerleri (2022), Yüksek Öğretim Kurumları'nın ve 2030 Gündemi'nin, dünya çapındaki Yüksek Öğretim Kurumları'na nasıl dâhil edildiğini anlamayı amaçlayan çalışmalarında, üst yönetimin karar alma süreçlerini en iyi şekilde bilgilendirmek için stratejik planlamanın bir kurumun tüm hiyerarşik düzeyleriyle uyumlu hale getirilmesi gerektiği sonucuna varmışlardır.

Araştırma kapsamı her ne kadar yükseköğretim kurumları ve sürdürülebilirlik hedefleri bağlamında bir çalışma olsa da literatür incelemesinde Özel Güvenlik ve Koruma programlarında kalkınma amaçları doğrultusunda yapılan çalışmaları inceleyen bir yayına rastlanamamıştır. Bu çalışmanın kapsamının üniversitelerdeki eğitim öğretim faaliyetlerini yürüten ön lisans programlarına yönelik belirlenmesi netice itibariyle farklılık yaratmaktadır.

Araştırmanın Amacı

Özel Güvenlik ve Koruma ön lisans programları gelişmekte olan bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. Çalışmanın literatüre değerli bir katkı sunması hedeflenmekle birlikte bahsi geçen alanda öncül ve özgün bir araştırma sunmak öncelikli amaç edinilmiştir. Bununla birlikte Türkiye'de Özel Güvenlik ve Koruma programlarında görev yapan akademik personelin, SKA çerçevesinde yaptıkları akademik faaliyetleri belirlemek araştırmanın amacını oluşturmaktadır. Bu ana amaçlar bağlamında araştırmanın aşağıda sunulan sorular çerçevesinde yönlendirildiği ifade edilebilir:

1. Üniversitelere göre BM Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları çerçevesinde yapılan akademik faaliyet sayısı nedir?

2. Yapılan akademik faaliyetlerin, akademik personelin cinsiyetine göre dağılımı nasıldır?

Yöntem

Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada; nitel araştırma yöntemlerinden doküman incelemesi kullanılmıştır. Nitel araştırma, genel olarak insanların yazılı ve sözlü ifadeleri ile gözlemlenen davranışlarından elde edilen tanımlayıcı verileri analiz etmeyi amaçlayan bir yaklaşımdır (Taylor vd., 2016). Nitel araştırmalarda veriler; gözlem, görüşme ve çeşitli belgeler aracılığıyla toplanabilir (Lune ve Berg, 2017; Merriam, 2013). Doküman incelemesi, basılı veya dijital (bilgisayar ve internet tabanlı) belgelerin sistematik bir şekilde analiz edilmesini ve değerlendirilmesini içeren bir yöntemdir. Diğer nitel analiz tekniklerinde olduğu gibi, doküman incelemesi de verilerin incelenerek yorumlanmasını, anlamlandırılmasını ve bu süreçten içgörüler elde edilmesini gerektirir (Bowen, 2009; Corbin ve Strauss, 2008; Rapley, 2007).

Verilerin Toplanması ve Analizi

Araştırmanın verilerini; Birleşmiş Milletler 2030 sürdürülebilir kalkınma hedefleri kitapçığı, çalışmanın örneklemini oluşturan üniversitelerin Web sayfaları, AVESİS Bilgi Sistemi ve YÖK Akademik Bilgi Sistemi oluşturmaktadır. Çalışmada doküman incelemesi yoluyla toplanan veriler betimsel analiz yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Betimsel analiz, ham verilerin anlaşılmasını ve yorumlanmasını kolaylaştıracak bir forma dönüştürülmesi; tanımlayıcı bilgi üretmek için verilerin yeniden düzenlenmesi, sıralanması ve işlenmesidir (Loeb vd., 2017).

Nitel araştırmalarda geçerlik ve güvenirliliği sağlamak için uygulanması gereken prosedürlerden biri, uzman görüşü almaktır (Creswell, 2014). Bu bağlamda çalışmanın geçerlik, güvenirlilik ve tutarlılığını artırmak için sosyoloji, kamu yönetimi ve sosyal bilgiler eğitimi alanlarından üç uzmana danışılmış ve yorumları iç ve dış kontrol odağı sağlamıştır.

Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Çalışmanın evreni Türkiye'de bulunan 129 Devlet Üniversitesi'ndeki (yok.gov.tr) örgün olarak ön lisans eğitimi veren 53 Özel Güvenlik ve Koruma programı oluşturmaktadır (Yök Atlas). 2001 yılında DPT Müsteşarlığı ve TÜİK koordinasyonunda başlatılan çalışmayla Türkiye'de İstatistiki Bölge Birimleri tanımlanmış (ka.gov.tr) ve buna göre Türkiye, Düzey 1 bölge ayrımında 12 (on iki) bölgeye ayrılmıştır. Bu sebeple bahsi geçen Düzey 1 bölge ayrımında yer alan illerden on iki farklı bölgede bulunan on iki Özel Güvenlik ve Koruma programı çalışmada örneklem olarak seçilmiştir. Bu bağlamda çalışmada maksimum çeşitlilik örneklemesi kullanılmıştır. Maksimum çeşitlilik örneklemesinde, örneklem benzer ve farklı durumları içerecek şekilde seçilir (Grix, 2010). Amaç genellemeler yapmak değil, farklı durumlar için ortak olgular olup olmadığını belirlemek ve sorunu farklı açılardan incelemektir (Marczyk vd., 2005). Bu yöntem, incelenen olguya ilişkin geniş bir yelpazedeki farklılıkları kapsayan temel temaları keşfetmeyi ve tanımlamayı amaçlar (Neuman, 2014).

Bahsi geçen programları ve bu programlarda kadrolu olarak görev yapan akademik personel sayısını ve demografik verileri belirten Tablo 1 aşağıda sunulmaktadır.

Tablo 1: Bölgelere Göre Seçilen Programlar ve Akademik Personel Bilgileri

KOD TR	Düzey 1	Örneklem Alınan Üniversiteler ve Meslek Yüksekokulları	Akademik Personel Sayısı	Cinsiyet Dağılımı	Unvan Dağılımı
TR1	İstanbul	İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu	3 (üç)	1 Kadın 2 Erkek	Öğr. Gör.: 2 Öğr. Gör. Dr.: 1
TR2	Batı Marmara	Balıkesir Üniversitesi - Kepsut Meslek Yüksekokulu	5 (beş)	5 Erkek	Öğr. Gör.: 4 Öğr. Gör. Dr.: 1
TR3	Ege	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi – Germencik Yamantürk Meslek Yüksekokulu	3 (üç)	2 Kadın 1 Erkek	Öğr. Gör.: 3
TR4	Doğu Marmara	Bursa Uludağ Üniversitesi – Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu	4 (dört)	4 Erkek	Öğr. Gör.: 1 Öğr. Gör. Dr: 1 Dr. Öğr. Üyesi: 1 Prof. Dr.: 1
TR5	Batı Anadolu	Ankara Üniversitesi – Ayaş Meslek Yüksekokulu	3 (üç)	1 Kadın 2 Erkek	Öğr. Gör. : 3
TR6	Akdeniz	Akdeniz Üniversitesi – Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu	3 (üç)	1 Kadın 2 Erkek	Öğr. Gör. : 2 Öğr. Gör. Dr.: 1
TR7	Orta Anadolu	Yozgat Bozok Üniversitesi – Şefaatli Meslek Yüksekokulu	4 (dört)	4 Erkek	Öğr. Gör. : 4
TR8	Batı Karadeniz	Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi – Devrek Meslek Yüksekokulu	2 (iki)	2 Erkek	Öğr. Gör. : 2
TR9	Doğu Karadeniz	Artvin Çoruh Üniversitesi – Artvin Meslek Yüksekokulu	5 (beş)	1 Kadın 4 Erkek	Öğr. Gör. : 5
TRA	Kuzeydoğu Anadolu	Kafkas Üniversitesi – Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu	4 (dört)	1 Kadın 3 Erkek	Öğr. Gör. : 4
TRB	Ortadoğu Anadolu	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi - Van Güvenlik Meslek Yüksekokulu	5 (beş)	1 Kadın 4 Erkek	Öğr. Gör. : 4 Dr. Öğr. Üyesi: 1
TRC	Güneydoğu Anadolu	Adıyaman Üniversitesi - Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu	5 (beş)	5 Erkek	Öğr. Gör.: 2 Dr. Öğr. Üyesi: 2 Doç. Dr.: 1

Tablo 1 incelendiğinde söz konusu programlarda istihdam edilen akademik personel sayısı; 8 kadın (%17,39) ve 38 erkek (%82,60) olup toplam 46 dır. 1 programda 2 akademik personel, 4 programda 3 akademik personel, 3 programda 4 akademik personel ve 4 programda da 5 akademik personel bulunmaktadır. Bahse konu programlarda; 36 Öğretim Görevlisi, 4 Öğretim Görevlisi Doktor, 4 Doktor Öğretim Üyesi, 1 Doçent Doktor ve 1 Profesör Doktor görev yapmaktadır.

Bulgular

Çalışma kapsamında yapılan doküman analizinde aşağıdaki tabloda belirtildiği şekliyle; ele alınan düzey 1 bölgelerindeki Özel Güvenlik ve Koruma ön lisans programlarındaki akademik personellerin (46 kişi) özgeçmiş ve yayın bilgilerine ulaşılmıştır. BM Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları çerçevesinde yapmış oldukları çalışmaları (Kitap, Kitap bölümü, Makale, Özet veya Tam Metin Bildiri) tabloya işlenerek gösterilmiştir. Bilindiği üzere yapılan tüm bilimsel çalışmaları nitelikli eğitim kapsamında değerlendirmek mümkün olacaktır. Bu sebeple yapılan incelemede; sürdürülebilir kalkınma amaçlarından SKA4; Nitelikli Eğitim hariç tutulmuştur. Özel Güvenlik ve Koruma programlarında görevli akademik personelin yapmış oldukları akademik faaliyetleri Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2: BM Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları Çerçevesinde Yapılan Faaliyet Sayısı

KOD TR	Düzey 1	Örneklem Alınan Üniversiteler ve Meslek Yüksekokulları	Yapılan Yayın Sayısı	Akademik Personel Sayısı
TR1	İstanbul	İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu	7 (yedi)	3 (üç)
TR2	Batı Marmara	Balıkesir Üniversitesi - Kepsut Meslek Yüksekokulu	5 (üç)	5 (beş)
TR3	Ege	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi – Germencik Yamantürk Meslek Yüksekokulu	8 (sekiz)	3 (üç)
TR4	Doğu Marmara	Bursa Uludağ Üniversitesi – Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu	13 (on üç)	4 (dört)
TR5	Batı Anadolu	Ankara Üniversitesi – Ayaş Meslek Yüksekokulu	13 (on üç)	3 (üç)
TR6	Akdeniz	Akdeniz Üniversitesi – Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu	Veriye Ulaşılamadı	3 (üç)
TR7	Orta Anadolu	Yozgat Bozok Üniversitesi – Şefaatli Meslek Yüksekokulu	20 (yirmi)	4 (dört)
TR8	Batı Karadeniz	Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi – Devrek Meslek Yüksekokulu	1 (bir)	2 (iki)
TR9	Doğu Karadeniz	Artvin Çoruh Üniversitesi – Artvin Meslek Yüksekokulu	1 (bir)	5 (beş)
TRA	Kuzeydoğu Anadolu	Kafkas Üniversitesi – Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu	5 (beş)	4 (dört)
TRB	Ortadoğu Anadolu	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi - Van Güvenlik Meslek Yüksekokulu	22 (yirmi iki)	5 (beş)
TRC	Güneydoğu Anadolu	Adıyaman Üniversitesi - Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu	57 (elli yedi)	5 (beş)
		Toplam	**152**	**46**

Yukarıdaki tabloda özetle belirtildiği üzere araştırma kapsamında alınan örneklem alanında, Özel Güvenlik ve Koruma programında kadrosu bulunan 46 akademik personelin yapmış oldukları bilimsel çalışmalardan (Kitap, Kitap Bölümü, Makale ve Bildiri) toplam 152'ine erişilmiştir. Sadece bir programda veriye ulaşım sağlanamamıştır. Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Özel Güvenlik ve Koruma Programı'nda akademik personelin özgeçmiş ve yayın bilgilerine ilgili meslek yüksekokulunun web sayfasından, kullanmış oldukları özgeçmiş sisteminden ve Yöksis veri tabanından erişim sağlanamamıştır. Yapılan incelemede, SKA çerçevesinde yapılan akademik çalışmalarda; Adıyaman Üniversitesi 57 (%37,5) yayın ile ilk sırada, 22 (%14,47) yayın ile Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi ikinci sırada, 20 (%13,15) ile Yozgat Bozok Üniversitesi ise üçüncü sırada yer almaktadır. Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi ile Artvin Çoruh Üniversitesi ise 1'er (%0,65) çalışma ile son sırada yer almaktadır.

Yapılan akademik faaliyetlerin, akademik personelin cinsiyetine göre dağılımı Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3: Yapılan akademik çalışmaların, akademik personelin cinsiyetine göre dağılımı Cinsiyet

	SKA Kapsamında Yapılan Akademik Çalışma Sayısı
Kadın	13
Erkek	139
Toplam	**152**

Özel Güvenlik ve Koruma programının günümüz güvenlik mesleklerinin genelinde olduğu üzere eril bir yapıda olduğu gözlemlenebilmektedir. Bu gözlem netice itibariyle araştırma kapsamında da belirginleşmiştir. Kadın akademisyen sayısının (8) toplam akademik personele oranı %17,39'dur. Sürdürülebilir kalkınma amaçları çerçevesinde yapılan 152 çalışmanın 13'ü kadın akademik personel tarafından gerçekleştirilmiş olup oransal olarak %8,55'ini kapsamaktadır. 38 erkek (%82,60) akademik personel ise akademik faaliyetlerin 139'unu (% 91,44) gerçekleştirmiştir.

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Üniversitelerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine (SKA) yönelik birçok alanda katkısının olduğu söylenebilir. SKA-4 (Nitelikli Eğitim) kapsamında, üniversitelerin araştırma ve öğretim yoluyla SKA'leri desteklediği açıktır. Özel Güvenlik ve Koruma programları, özellikle SKA-16 (Barış, Adalet ve Güçlü Kurumlar) ile ilişkilendirilebilir ve suç önleme, kriz yönetimi ve kamu güvenliği konularındaki katkıları bağlamında değerlendirilebilir. Nitekim güvenli toplumlar oluşturmak sürdürülebilir kalkınmanın temel şartlarından biridir. Akademik personelin SKA'lere katkısı, yapılan yayınlar, projeler ve eğitim faaliyetleri üzerinden ortaya koyulabilir. Üniversitelerdeki akademisyenlerin SKA farkındalığının artırılması ve sürdürülebilir güvenlik yaklaşımlarına yönelik daha fazla araştırma yapılması sağlanabilir. Bu bağlamda üniversitelerin, Özel Güvenlik ve Koruma programlarının ve akademik personelin SKA'ları desteklemedeki rolü çalışmada öne çıkmaktadır.

Çalışmadaki odak noktası akademik personel sayısının; 8 kadın (%17,39) ve 38 erkekten (%82,60) oluştuğu görülmektedir. Alan yazın, güvenlik sektörünün eril bir örgüt kültürü karakterine sahip olduğunu göstermektedir (Diphoorn, 2013; Eichler, 2015-2016; Stachowitsch, 2015). Yine Alvesson ve

Due Billing (2009), güvenlik sektörlerinin çoğunlukla erkekler için erkekler tarafından yaratılmış, eril deneyim ve eril değerleri barındıran örgütsel sistemlerle oldukça cinsiyetli olduğunu ifade etmektedir. Bu bağlamda araştırma, güvenlik sektöründe istihdam edilenlerin büyük çoğunluğunun erkek olduğu kadar (Gökalp & Arıtürk, 2024), özel güvenlik personelinin eğitim faaliyetlerinde görev üstlenen akademik personelin de çoğunluğunun erkek olduğunu ortaya koymaktadır. Her ne kadar Özel Güvenlik ve Koruma Programlarında bu durum söz konusuysa da YÖK; Türkiye'deki üniversitelerde toplam 184.021 öğretim elemanının görev yaptığını ve bunlardan 97.532'sinin erkek, 86.489'unun ise kadın olduğunu açıklamış, kadın akademisyenlerin oranının yüzde 47'ye çıktığını belirtmiştir (YÖK, 2025). Bu açıklamalarla birlikte; Tekindal ve diğerleri (2024), kadın ve erkek akademisyen sayıları arasında bir denge olsa da doçent ve profesör kadrolarında erkek ve kadın akademisyen sayılarında orantısız bir farkın olduğunu aktarmaktadır. Yine çalışmada, akademik faaliyetlerin dağılımının cinsiyete ve akademik unvana göre farklılıklar gösterdiği açıktır. Bu sonuç da yukarıdaki tartışmalar ışığında açıklanabilir. Koyuncuoğlu (2022), sürdürülebilir üniversite temalı lisansüstü tezlerde kadın araştırmacıların erkek araştırmacılara kıyasla neredeyse 2 kat daha çok ilgi gösterdiğini belirlemiştir. Bu sonuç, mevcut çalışma verileri ile uyuşmayan bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır.

Örmeci-Güney (2023), araştırmasında cinsiyet değişkenine göre erkeklere kıyasla kadınların sosyal ve çevresel faktörlere duyarlılıklarının daha yüksek olduğunu ifade etmektedir. Kadınlarda bu duyarlılığın fazla olmasına rağmen mevcut çalışma verilerine göre bu durumun akademik araştırmalara yansımadığı, erkeklerin akademik yayın ortalamasının daha yüksek olduğu gözlemlenmektedir.

Alfathy ve diğerleri (2024), yükseköğretimde sürdürülebilirlik bilincinin artırılması için öğretim programlarının sistematik olarak dönüştürülmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Hem Güngör-Tanç ve diğerleri (2022) hem de Yıldırım (2020), araştırmalarında üniversitelerin genellikle sürdürülebilir kalkınma faaliyetleri çerçevesinde yaptıkları çalışmalarda sürdürülebilirliğin bir ölçüsü olan çevresel boyuta odaklanıldığını, ekonomik ve sosyal boyutunun ihmal edildiğini ifade etmektedir. Yine Koyuncuoğlu (2022), çalışmasında sürdürülebilirlik temalı lisansüstü tezlerde ilk sırayı eğitim faaliyetleri öğrenci sürdürülebilirlik ilişkisi ikinci sırayı ise yeşil kampüs odaklı olduğunu aktarmaktadır.

Bu sonuç ve tartışmalar ışığında aşağıdaki öneriler geliştirilebilir:

- Üniversitelerde SKA farkındalığı artırılabilir. Akademik personelin bu konudaki farkındalığını artırabilmek adına eğitim programları düzenlenebilir ve disiplinler arası iş birlikleri teşvik edilebilir.
- Kadın akademik personelin SKA'lara katılımı artırılabilir. Kadın akademisyenler bu anlamda araştırmalara yönlendirilmeli ve gereken teşvik sağlanarak, cinsiyet dengesi oluşturulmalıdır.
- Akademik yayınların çeşitliliği ve sürdürülebilir kalkınma amaçları çerçevesinde yayın faaliyet analizinin yapılması yoluyla araştırma geliştirilmelidir.
- Akademik yayınların akademik personelin eğitim durumu özelindeki çeşitliliği ve faaliyet sayısının belirlenmesi araştırma konusunu derinleştirecektir.

Kaynakça

Aleixo, A.M., Azeiteiro, U.M., Leal, S., (2020). Are the sustainable development goals being implemented in the Portuguese higher education formative offer? *Int. J. Sustain. High Educ.* 21, 336–352. https://doi.org/10.1108/IJSHE-04-2019-0150

Alfathy, R.M., Saputro, S., Sarwanto, S., & Ramli, M. (2024). Implementation of sustainable development goals in higher education modalities: Literature review. *Journal of Turkish Science Education*, 21(1), 22-43. DOI: 10.36681/tused.2024.002

Alfirevi´c, N., Maleševi´c Perovi´c, L., Mihaljevi´c Kosor, M. (2023). Productivity and ımpact of sustainable development goals (sdgs)-related academic research: a bibliometric analysis. *Sustainability*, 15, 7434. https:// doi.org/10.3390/su15097434

Altunkaynak, M. (2020). UNESCO 2030 eğitim raporunda umut veren uygulamalara genel bakış: doküman incelemesi. *Uluslararası Temel Eğitim Çalışmaları Dergisi*, 1 (1), 40-47.

Bilgili M. Y., & Topal A., (2021). Sürdürülebilir yükseköğretim kurumları oluşturulmasında Talloires deklarasyonunun rolü ve önemi. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi/Journal of Higher Education and Science*, 11(2), 417-424.

Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. Qualitative Research Journal, 2 (9), 27-40.

Castro, M. P., Zermeño, G., & Marcela, G. (2020). Challenge based learning: Innovative pedagogy for sustainability through e-learning in higher education. *Sustainability (Switzerland)*, 12(10), 1–15. https://doi.org/10.3390/SU12104063

Corbin, J. & Strauss, A. (2008). Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage

Creswell, J. W. (2014). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. Thousand Oaks: SAGE Publications.

DCAF, ICRC, GCBHR, (2022). Addressing security and human rights challenges in complex environments: A practical toolkit. (Updated Edition), https://www.securityhumanrightshub.org/media/pdf/toolkit/ashrc-toolkit_en.pdf (Erişim Tarihi: 25.02.2025)

Diphoorn, T. 2013. The emotionality of participation: various modes of participation in ethnographic fieldwork on private policing in Durban, South Africa. *Journal of contemporary ethnography*, 42 (2), 201-225.

Eichler, M. (2015). Gender, PMCs, and the global rescaling of protection: implications for feminist security studies, in M. Eichler (eds). *Oxford Studies in Gender and International Relations*. New York: Oxford University Press. 55-75.

Eichler, M. (2016). Private security and gender, in Abrahamsen & Leander (eds). *Routledge Handbook of Private Security Studies*. New York: Routledge.

Gökalp, L., & Arıtürk, M. (2024). Özel güvenlik mesleğinde kadın görünürlüğü: yozgat bozok üniversitesi örneği. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (48), 694-730. https://doi.org/10.14520/adyusbd.1543619

Grix, J. (2010). The foundations of research. London: Palgrave Macmillan.

Güney Örmeci, G. (2023). Üniversite öğrencilerinin sürdürülebilir kalkınmaya yönelik farkındalıklarının demografik özelliklerine göre farklılıkları. *Fiscaoeconomia*, 7 (1), 911-937. Doi: 10.25295/fsecon.1212669

Güngör Tanç, Ş, Tanç, A, Çardak, D. & Yağlı, İ. (2022). "Türkiye'deki üniversitelerin sürdürülebilirlik çalışmalarının incelenmesi" Muhasebe ve Denetime Bakış Dergisi (Yıl: 2022, Sayı : 66, Sayfa : 83-100) https://doi.org/10.55322/mdbakis.1063261

Güngör Tanç, Ş, Tanç, A, Çardak, D. &Yağlı, İ. (2022). "Türkiye'deki üniversitelerin sürdürülebilirlik çalışmalarının incelenmesi" *Muhasebe ve Denetime Bakış Dergisi*, 66, 83-100. https://doi.org/10.55322/mdbakis.1063261

Holmes, S. T., Wolf, R., & Baker, T. (2022). Public-private partnerships: Exploring perceptions and efficacy of community security patrols. *Journal of Applied Security Research*, 2022,1–22. https://doi.org/10.1080/19361610.2022.2086782

Koyunoğlu, Ö. (2022). Türkiye'de sürdürebilir üniversite üzerine yazılmış lisansüstü tezlere yönelik bir inceleme. *Üniversite Araştırmaları Dergisi*, 5 (1), 84-100.

Leal Filho, W., Shiel, C., Paço, A., Mifsud, M., Avila, ´ L.V., Brandli, L.L., Molthan-Hill, P., Pace, P., Azeiteiro, U.M., Vargas, V.R., et al., (2019). Sustainable development goals and sustainability teaching at universities: falling behind or getting ahead of the pack? *J. Clean. Prod.* 232, 285–294. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.309.

Liu, Q.Q., Yu, M., & Wang, X.L. (2015). Poverty reduction within the framework of SDGs and Post-2015 Development Agenda, *Adv. Clim. Change Res.* 6 (1) 67–73, https://doi.org/10.1016/j.accre.2015.09.004.

Loeb, S., Dynarski, S., McFarland, D., Morris, P., Reardon, S., & Reber, S. (2017). Descriptive analysis in education: A guide for researchers. (NCEE 2017–4023). Washington, DC: U.S. Department of Education, Institute of Education Sciences, National Center for Education Evaluation and Regional Assistance.

Lune, H., & Berg, B. L. (2017). Qualitative research methods for the social sciences. 9th Edition. England: Pearson Education.

Marczyk, G., DeMatteo, D., & Festinger, D. (2005). Essentials of research design and methodology. New York: John Wiley & Sons Inc.

Mensah, J. (2019). Sustainable development: Meaning, history, principles, pillars, and implications for human action: Literature review. *Cogent Social Sciences*, 5(1). https://doi.org/10.1080/23311886.2019.1653531

Merriam, S. B. (2013). Qualitative research: A guide to design and ımplementation (Çev. S. Turan). Ankara: Nobel Yayınları.

Neuman, L. W. (2014). Social research methods: Qualitative and quantitative approaches (Seventh Ed.). Essex: Pearson Education Limited.

Norström, A.V., Cvitanovic, C., Löf, M.F., West, S., Wyborn, C., Balvanera, P., Bednarek, A.T., Bennett, E.M., Biggs, R., De Bremond, A., et al. (2020). Principles for knowledge co-production in sustainability research. *Nat. Sustain*, 3, 182–190.

Özmehmet, E. (2008). Dünyada ve Tükiye Sürdürülebilir Kalkinma Yaklaşimlari. Yaşar Üniversitesi E-Dergisi, 3(12), 1853-1876.

P.G., Serafini, J.M., Moura, M.R., Almeida, J.F.D., Rezende, (2022). Sustainable development goals in higher education institutions: A systematic literature review, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 370, 133473, ISSN 0959-6526, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133473.

Prenzler, T., & Sarre, R. (2012). *Public-private crime prevention strategies*. In T. Prenzler (Ed.), Policing and security in practice. Palgrave Macmillan.

Rapley, T. (2007). Doing conversation, discourse and document analysis. London: Sage.

Ruiz-Mall´en, I., & Heras, M., (2020). What sustainability? Higher education institutions' pathways to reach the agenda 2030 goals. *Sustainability*, 12, 1290. https://doi.org/ 10.3390/su12041290.

SKA Açıklamalı Alt Hedefler Klavuzu, (2016). Sürdürülebilir Kalkınma İçin Küresel Hedefler (SKA) Alt Hedefler Kılavuzu. https://www.kureselamaclar.org/wp-content/uploads/SKA-AciklamaliAltHedeflerKilavuzu.pdf (Erişim Tarihi: 05.01.2025)

Stachowitsch, S. (2015). Military Privatization as a Gendered Process: A Case for Integrating Feminist International Relations and Feminist State Theories, in M. Eichler (eds.). *Stellenbosch University*

Oxford Studies in Gender and International Relations. New York: Oxford University Press. 37-55.

Suklun, H. & Bengü, E. (2024). Raising awareness of sustainable development goals in higher education institutions. Research in Educational Administration & Leadership, 9(1), 39-72. https://doi.org/10.30828/real.1357661

Tanç, Ş. G., Tanç, A., Çardak, D., & Yağlı, İ. (2022). Türkiye'deki Üniversitelerin Sürdürülebilirlik Çalışmalarının İncelenmesi. Muhasebe ve Denetime Bakış, 22(66), 83-100.

Taylor, S. J., Bogdan, R. & DeVault, M. (2016) Introduction to qualitative research methods: a guidebook and resource. 4th Edition, John Wiley & Sons, London, UK.

TC Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, (2023). *On İkinci Kalkınma Planının (2024-2028) Onaylandığına İlişkin Karar*, Karar No. 1396, Karar Tarihi: 31.10.2023. https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/12/On-Ikinci-Kalkinma-Plani_2024-2028_11122023.pdf?utm_source=chatgpt.com (Erişim Tarihi: 24.02.2025).

Tekindal, M., Aldırmaz, Y., Çoban, B. & Tekindal, M. A. (2024). Türkiye'de yükseköğretim kurumlarında cinsiyetin genel görünümü: sayısal veriler ışığında bir analiz. *Yükseköğretim Dergisi*, 14 (1), 151-164. doi: 10.53478/yuksekogretim.1336187

Tezcan, N. (2020). Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları Kapsamında Türkiye'de Sağlık Göstergelerinin Analizi. İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 19 (Temmuz 2020 (Özel Ek)), 202-217.

Yıldırım, G. (2020). Sürdürülebilirlik konusunda eğitim araştırmalarının tematik olarak incelenmesi. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 14 (33), 70-106. doi: 10.29329/ mjer.2020.272.4

YÖK, (2025). *Yükseköğretim ve akademide kadın farkı.* https://www.yok.gov.tr/Sayfalar/Haberler/2025/yuksekogretim-ve-akademide-kadin-farki.aspx (Erişim Tarihi: 25.02.2025).

Yumnam, G., Gyanendra, Y., & Singh, C.I., (2024). A systematic bibliometric review of the global research dynamics of United Nations Sustainable Development Goals 2030. *Sustain. Futures*, 7, 100192. https://doi.org/10.1016/J.SFTR.2024.100192

Yükseköğretim Kurulu Resmi Web Sayfası, https://www.yok.gov.tr/universiteler/universitelerimiz , (Erişim Tarihi: 16.01.2025).

Yükseköğretim Kurulu Tercih Sihirbazı Resmi Web Sayfası, https://yokatlas.yok.gov.tr/tercih-sihirbazi-t3-tablo.php?p=tyt, (Erişim Tarihi: 16.01.2025).

YÜKSEKÖĞRETİMDE FİNANSAL OLMAYAN RAPORLAMA: YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ'NDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK GÖSTERGELERİ VE KAMU MUHASEBESİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRME

NON-FINANCIAL REPORTING IN HIGHER EDUCATION: AN EVALUATION OF SUSTAINABILITY INDICATORS AND PUBLIC ACCOUNTING IN YOZGAT BOZOK UNIVERSITY

Yasin Reyhan

Özet

Bu çalışmanın amacı, Yozgat Bozok Üniversitesi'nin finansal olmayan raporlama uygulamalarını sürdürülebilirlik göstergeleri açısından analiz etmek ve bu göstergelerin kamu muhasebesi perspektifinden değerlendirilmesini gerçekleştirmektir. Araştırmada, üniversitenin 2022-2026 Stratejik Planı, 2022-2024 yılları faaliyet raporları, 2022-2025 yılları performans programları ve Sayıştay raporları doküman analizi yöntemiyle incelenmiştir. İçerik analizi yöntemiyle yapılan değerlendirmede, çevresel sürdürülebilirlik, sosyal sorumluluk ve yönetişim göstergeleri esas alınmıştır.

Araştırma sonucunda, çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik göstergelerinde genel olarak başarılı sonuçlar elde edildiği belirlenmiştir. Özellikle atık yönetimi, sosyal sorumluluk projeleri ve öğrenci memnuniyeti gibi alanlarda hedeflerin aşıldığı görülmüştür. Buna karşılık enerji verimliliği projelerinde ve yönetişim alanında belirli iyileştirme ihtiyaçları ortaya çıkmıştır. Sayıştay raporları, özellikle finansal olmayan performans göstergelerinin takibinde sistematik bir yapının oluşturulması gerekliliğine işaret etmektedir.

Sonuç olarak, Yozgat Bozok Üniversitesi'nin sürdürülebilirlik hedeflerine yönelik finansal olmayan raporlama süreçlerinin güçlendirilmesi için sürdürülebilirlik koordinatörlüğünün kapasitelerinin artırılması, şeffaflık ve hesap verebilirlik ilkelerinin pekiştirilmesi önerilmektedir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda daha geniş örneklemler ve farklı araştırma yöntemleri kullanılarak karşılaştırmalı ve boylamsal analizlerin gerçekleştirilmesi tavsiye edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Finansal Olmayan Raporlama, Sürdürülebilirlik Göstergeleri, Kamu Muhasebesi, Hesap Verebilirlik, Şeffaflık.

Abstract

The purpose of this study is to analyze the non-financial reporting practices of Yozgat Bozok University in terms of sustainability indicators and evaluate these indicators from the perspective of public accounting. In this research, the University's 2022-2026 Strategic Plan, activity reports for the years 2022-2024, performance programs for the years 2022-2025, and Court of Accounts reports were examined using the document analysis method. The content analysis method was applied focusing on indicators of environmental sustainability, social responsibility, and governance.

The research findings indicate that the university has generally achieved successful results in environmental and social sustainability indicators. It was particularly observed that the targets in areas such as waste management, social responsibility projects, and student satisfaction were exceeded. However, there were certain improvement needs identified in energy efficiency projects and governance. Reports from the Court of Accounts highlighted the necessity of establishing a systematic approach for monitoring non-financial performance indicators.

Consequently, it is recommended to strengthen the capacities of sustainability coordination at Yozgat Bozok University to enhance the non-financial reporting processes in line with sustainability objectives and reinforce the principles of transparency and accountability. Future research should consider conducting comparative and longitudinal analyses using larger samples and diverse methodologies.

Keywords: Non-Financial Reporting, Sustainability İndicators, Public Accounting, Accountability, Transparency.

Yasin Reyhan (SY), Dr., Yozgat Bozok Üniversitesi, yasin.reyhan@yobu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0683-9117

1. Giriş

Geleneksel muhasebe sistemleri, büyük ölçüde finansal göstergelere odaklanarak kurumların mali durumunu ve performansını değerlendirmektedir (Gray, Adams ve Owen, 2014). Ancak günümüzde kamu kurumları, yalnızca finansal performanslarıyla değil, finansal olmayan göstergeleriyle de değerlendirilmekte ve böylece mali olmayan değerlerin de raporlanması önem kazanmaktadır (Bebbington ve Unerman, 2020). Kamu kurumları açısından hesap verebilirlik, şeffaflık ve sürdürülebilirlik ilkelerinin benimsenmesi, etkin bir yönetim anlayışının temel unsurları arasında yer almaktadır (GRI, 2020).

Yükseköğretim kurumları da sadece akademik başarılarıyla değil, sürdürülebilir kalkınmaya katkıları, sosyal sorumluluk projeleri ve etik yönetişim uygulamalarıyla da değerlendirilmelidir. Bu bağlamda, Uluslararası Kamu Sektörü Muhasebe Standartları (IPSAS), Global Reporting Initiative (GRI) ve Entegre Raporlama (IR) gibi küresel raporlama çerçeveleri yükseköğretim kurumlarının performanslarını daha geniş perspektifte değerlendirmeye imkân sağlamaktadır (IPSASB, 2021; IIRC, 2021). Ancak Türkiye'de kamu üniversitelerinde finansal olmayan raporlama süreçleri henüz gelişim aşamasında olup, bu alanda sistematik uygulamalar tam anlamıyla yerleşmemiştir (Sayıştay, 2023).

Bu çalışmanın amacı, Yozgat Bozok Üniversitesi'nin (YOBÜ) faaliyet raporları ve performans programlarında sürdürülebilirlik göstergelerinin nasıl ele alındığını analiz etmek ve finansal olmayan raporlama süreçlerinin mevcut durumunu kamu muhasebesi perspektifinden değerlendirmektir. Araştırma soruları olarak, YOBÜ 'nün finansal olmayan göstergeleri nasıl raporladığı, sürdürülebilirlik ve hesap verebilirlik açısından hangi göstergeleri kullandığı ve bu raporlama süreçlerinin nasıl geliştirilebileceği incelenmektedir. Bu kapsamda üniversitenin stratejik plan hedefleriyle faaliyet raporları ve performans programlarındaki veriler karşılaştırılarak kapsamlı bir değerlendirme yapılacaktır.

Literatürdeki önceki çalışmalar incelendiğinde, finansal olmayan raporlamanın kamu kurumlarında hesap verebilirlik ve sürdürülebilirlik hedefleriyle ilişkilendirildiği ve bu alanda akademik araştırmaların giderek arttığı görülmektedir (Adams ve Frost, 2019; Dumay ve ark., 2020). Bu çalışma, Yozgat Bozok Üniversitesi özelinde finansal olmayan raporlama uygulamalarının mevcut durumunu ortaya koyarak, kamu muhasebesi alanına katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

2. Yöntem

Bu çalışma, Yozgat Bozok Üniversitesi'nde finansal olmayan raporlama süreçlerini incelemek ve sürdürülebilirlik göstergelerinin kamu muhasebesi perspektifinden nasıl değerlendirildiğini analiz etmek amacıyla nitel araştırma yöntemi kullanılarak yürütülmüştür. Araştırmada özellikle doküman analizi yöntemi benimsenmiştir. Doküman analizi, belirli belgelerin sistematik bir şekilde incelenmesi yoluyla kurumsal süreçlerin, uygulamaların ve performans göstergelerinin değerlendirilmesini sağlayan bir yaklaşımdır (Bowen, 2009). Çalışmada, Yozgat Bozok Üniversitesi'nin 2022-2026 Stratejik Planı (Yozgat Bozok Üniversitesi, 2022), 2022, 2023 ve 2024 faaliyet raporları (Yozgat Bozok Üniversitesi, 2023; 2024; 2025) ile 2022, 2023, 2024 ve 2025 performans programları temel veri kaynakları olarak kullanılmıştır. Bu belgeler analiz edilerek, üniversitenin sürdürülebilirlik politikaları, finansal olmayan raporlama uygulamaları ve kamu muhasebesi çerçevesindeki hesap verebilirlik süreçleri değerlendirilmiştir.

Araştırma, Yozgat Bozok Üniversitesi özelinde yürütülmekte olup, çalışma evreni yalnızca bu üniversite ile sınırlandırılmıştır. Üniversitenin finansal olmayan raporlama süreçlerini inceleyerek,

sürdürülebilirlik göstergelerinin kamu muhasebesi açısından nasıl ele alındığı değerlendirilecektir. Çalışma kapsamında, üniversitenin raporlarında yer alan çevresel, sosyal ve yönetişim göstergeleri analiz edilerek yıllar içinde nasıl bir değişim gösterdiği belirlenmeye çalışılacaktır. Ayrıca, faaliyet raporlarında belirtilen finansal olmayan göstergeler ile performans programlarında belirlenen hedefler karşılaştırılarak, bu göstergelerin etkin bir şekilde kullanılıp kullanılmadığı irdelenecektir.

Çalışmada, üniversitenin raporlarında yer alan finansal olmayan göstergelerin raporlama kalitesi, hesap verebilirlik düzeyi ve uluslararası standartlarla uyumu değerlendirilecektir. Özellikle Uluslararası Kamu Sektörü Muhasebe Standartları (IPSAS) (IPSASB, 2021), Küresel Raporlama Girişimi (GRI) (GRI, 2020) ve Entegre Raporlama (IR) (IIRC, 2021) çerçeveleri ile karşılaştırmalı bir analiz yapılarak, Yozgat Bozok Üniversitesi'nin finansal olmayan raporlama sürecinin güçlü ve zayıf yönleri ortaya konulacaktır. Bu süreçte Sayıştay denetim raporları (Sayıştay, 2023) da incelenerek, kamu muhasebesinde finansal olmayan göstergelerin nasıl raporlandığı ve bu göstergelerin hesap verebilirlik açısından ne ölçüde kullanıldığı belirlenmeye çalışılacaktır.

Verilerin analiz edilmesinde içerik analizi yöntemi uygulanarak, finansal olmayan raporlama sürecinde yer alan ana temalar belirlenmiş ve üniversitenin çevresel sürdürülebilirlik, sosyal sorumluluk ve etik yönetişim alanlarındaki performansı değerlendirilmiştir (Krippendorff, 2018). Çalışmada, özellikle çevresel sürdürülebilirlik kapsamında enerji tüketimi, karbon ayak izi azaltma çalışmaları, atık yönetimi ve yeşil kampüs uygulamaları; sosyal sürdürülebilirlik kapsamında toplumsal katkı projeleri, öğrenci memnuniyeti ve dezavantajlı gruplara yönelik hizmetler; yönetişim kapsamında ise etik yönetim uygulamaları, şeffaflık ilkeleri ve hesap verebilirlik mekanizmaları analiz edilmiştir. Bu göstergeler doğrultusunda, üniversitenin sürdürülebilirlik politikalarının kamu muhasebesi çerçevesinde nasıl daha etkin bir şekilde raporlanabileceğine yönelik öneriler sunulacaktır.

Bu analiz sonucunda, Yozgat Bozok Üniversitesi'nin mevcut finansal olmayan raporlama süreci uluslararası standartlarla karşılaştırılacak ve yükseköğretim muhasebesinde sürdürülebilirliğe yönelik yeni bir çerçeve önerilecektir. Üniversitenin finansal olmayan göstergeler açısından şeffaflık ve hesap verebilirlik düzeyi değerlendirilecek, bu göstergelerin raporlama süreçlerine daha iyi entegre edilmesi için öneriler sunulacaktır. Çalışma, üniversitenin sürdürülebilirlik ve hesap verebilirlik ilkelerine daha güçlü bir şekilde uyum sağlamasına katkıda bulunacak somut öneriler geliştirmeyi hedeflemektedir.

3. Bulgular

Bu bölümde, Yozgat Bozok Üniversitesi'nin sürdürülebilirlik göstergeleri ve finansal olmayan raporlama süreçlerine ilişkin bulgular, üniversitenin 2022-2026 Stratejik Planı, 2022-2024 Faaliyet Raporları, 2022-2025 Performans Programları, 2024 yılı Sürdürülebilir Kalkınma ve Sürdürülebilirlik Raporları ile Sayıştay raporları kullanılarak detaylıca sunulmuştur. Bulgular, üniversitenin sürdürülebilirlik göstergelerine ilişkin hedefler ve gerçekleşmelerin tutarlılığı ve hesap verebilirlik düzeyini ortaya koymak amacıyla alt başlıklar halinde sunulacaktır.

3.1. Çevresel Sürdürülebilirlik Göstergeleri

Üniversitenin stratejik planında çevresel sürdürülebilirlik için enerji verimliliğinin artırılması, atık yönetimi ve yeşil kampüs uygulamalarının geliştirilmesi hedefleri belirlenmiştir. 2024 yılı Faaliyet Raporlarına göre belirlenen hedeflerin birçoğu aşılmıştır.

Tablo 1: Yozgat Bozok Üniversitesi Çevresel Sürdürülebilirlik Göstergeleri (2022-2024)

Gösterge	**2022 Hedef (%)**	**2022 Gerçekleşme (%)**	**2023 Hedef (%)**	**2023 Gerçekleşme (%)**	**2024 Hedef (%)**	**2024 Gerçekleşme (%)**
Yeşil Üniversite Komisyonu Kurulumu	100	100	100	100	**100**	**100**
Atık Yönetimi Uygulamaları	5	14	5	5	**5**	**7**
Enerji Verimliliği Projeleri	5	10	5	Kısmi gerçekleşme	**5**	**6**
Farkındalık Faaliyetleri	5	8	5	5	**5**	**5**

Tablo 1'de sunulan verilere bakıldığında, Yozgat Bozok Üniversitesi'nin çevresel sürdürülebilirlik alanındaki faaliyetlerinin genel anlamda hedeflenenin üzerinde gerçekleştiği görülmektedir. Özellikle atık yönetimi uygulamalarındaki gerçekleşme oranları hedeflerin üzerinde gerçekleşmiştir. Bununla birlikte, enerji verimliliği projelerindeki hedeflere ulaşmada kısmi gerçekleşmeler ve sınırlı artışlar söz konusudur. Üniversitenin çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasında kaynak yönetimi ve proje takibinin daha etkin şekilde yürütülmesi gerektiği değerlendirilmiştir.

3.2. Sosyal Sürdürülebilirlik Göstergeleri

Üniversitenin sosyal sürdürülebilirlik hedefleri arasında sosyal sorumluluk projelerinin artırılması, öğrenci memnuniyet oranlarının yükseltilmesi ve dezavantajlı gruplara yönelik faaliyetlerin geliştirilmesi yer almaktadır. Bu hedeflerin gerçekleşmeleri yıllık faaliyet raporlarında ve performans programlarında ayrıntılı olarak raporlanmıştır.

Tablo 2: Sosyal Sürdürülebilirlik Göstergeleri (2022-2024)

Gösterge	**2022 Hedef**	**2022 Gerçekleşme**	**2023 Hedef**	**2023 Gerçekleşme**	**2024 Hedef**	**2024 Gerçekleşme**
Topluma Katkı Projeleri (adet)	5	6	7	7	**9**	**10**
Öğrenci Memnuniyet Oranı (%)	75	78	80	82	**85**	**86**
Dezavantajlı Gruplara Hizmet (adet)	2	3	4	4	**5**	**6**

Tablo 2'deki veriler, sosyal sürdürülebilirlik göstergelerinde genel anlamda hedeflere yakın veya hedeflerin üzerinde gerçekleşmeler sağlandığını göstermektedir. Özellikle öğrenci memnuniyet oranı ve topluma katkı projeleri hedeflere uygun ve istikrarlı bir şekilde gelişmektedir. Üniversitenin dezavantajlı gruplara yönelik hizmetlerde de hedefleri aşarak daha kapsayıcı bir politika izlediği görülmektedir.

3.3. Yönetişim ve Finansal Olmayan Raporlama Göstergeleri

Sayıştay raporlarında üniversitenin yönetişim alanında hesap verebilirlik ve şeffaflık ile ilgili önemli bulgular tespit edilmiştir.

Tablo 3: Sayıştay Denetim Bulguları (2022-2023)

Bulgular	**2022 Durumu**	**2023 Durumu**
Değer Artırıcı Harcamaların Varlığa Eklenmemesi	Var	Devam Ediyor
Mali Tablolarda Ortaklık Paylarının Eksik Gösterilmesi	Var	Düzeltilmiş
Enerji Verimliliği Projelerinde Bütçe ve Harcama Yönetimi Sorunları	Var	Devam Ediyor
Performans Hedeflerinin Etkin İzlenmemesi	Var	Kısmen Düzeltilmiş

Tablo 3'te belirtilen Sayıştay bulgularına göre, özellikle enerji verimliliği projelerinde bütçe ve harcama yönetimi konusunda devam eden sorunlar bulunmaktadır. Ayrıca performans hedeflerinin etkin izlenmemesine yönelik sorunlar kısmen düzeltilse de, halen gelişime açık alanlar bulunmaktadır. Üniversitenin finansal olmayan raporlama süreçlerinde hesap verebilirlik ve şeffaflık açısından önemli iyileştirmelere ihtiyaç duyulduğu sonucuna varılmıştır.

4. Tartışma

Yozgat Bozok Üniversitesi'nin finansal olmayan raporlama uygulamaları ve sürdürülebilirlik göstergeleri üzerine yapılan analiz sonucunda, üniversitenin çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik alanlarında hedeflenen değerlere büyük ölçüde ulaştığı tespit edilmiştir. Literatürde belirtildiği üzere, finansal olmayan raporlamanın etkin kullanımı, kurumların sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmalarında önemli bir araçtır (Adams ve Owen, 2014; Gray ve diğerleri, 2014).

Çevresel sürdürülebilirlik göstergeleri incelendiğinde, üniversitenin atık yönetimi ve çevre farkındalığını artırıcı projelerde belirlenen hedefleri aştığı görülmektedir. Bu durum, finansal olmayan raporlama literatüründeki, sürdürülebilir çevresel yönetim uygulamalarının önemini vurgulayan bulgularla paralellik arz etmektedir (Bebbington ve Unerman, 2020; GRI, 2020). Enerji verimliliği projelerinde kısmi gerçekleşmelerin görülmesi ise kaynak kullanımının etkinliği ve sürdürülebilir enerji yönetiminin önemini vurgulayan literatürle uyumludur (Gray ve diğerleri, 2014).

Sosyal sürdürülebilirlik alanında, öğrenci memnuniyeti ve sosyal sorumluluk projelerine ilişkin bulgular, üniversitenin sosyal sürdürülebilirliğe yönelik uygulamalarının etkin olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle öğrenci memnuniyetindeki artış ve dezavantajlı gruplara yönelik gerçekleştirilen projeler, literatürde sosyal sorumluluk anlayışının yükseköğretim kurumları açısından kritik önemini belirten çalışmalarla uyum göstermektedir (Bebbington ve Unerman, 2020). Üniversitenin sosyal sorumluluk projelerindeki başarısı, benzer kurumlar için referans niteliği taşıyabilecek niteliktedir.

Yönetişim ve finansal olmayan raporlama açısından Sayıştay raporları doğrultusunda elde edilen bulgular, literatürde vurgulanan şeffaflık ve hesap verebilirlik ilkelerinin önemini desteklemektedir. Mali yönetim ve raporlama süreçlerindeki bazı bulgular, kamu sektöründeki finansal olmayan raporlama uygulamalarının geliştirilmesine yönelik literatür çalışmalarıyla paralellik göstermektedir (IPSASB, 2021; Sayıştay, 2023). Özellikle varlık değerleme ve performans hedeflerinin etkin takibine yönelik bulgular, kamu kurumlarında raporlama süreçlerinin kalitesini artırma ihtiyacını ortaya koymaktadır (Krippendorff, 2018).

Sonuç olarak, bu çalışma, Yozgat Bozok Üniversitesi örneği üzerinden finansal olmayan raporlama uygulamaları ile sürdürülebilirlik göstergelerinin etkin kullanımını ortaya koyarak literatüre katkıda bulunmaktadır. Çalışmanın sonuçları, finansal olmayan göstergelerin raporlama süreçlerine entegrasyonunun önemini ve kamu muhasebesi bağlamında hesap verebilirlik ve şeffaflık ilkelerinin uygulanmasının gerekliliğini vurgulamaktadır.

5. Sonuç

Bu çalışmada, Yozgat Bozok Üniversitesi'nin finansal olmayan raporlama uygulamaları sürdürülebilirlik göstergeleri açısından incelenmiş ve elde edilen bulgular kamu muhasebesi perspektifiyle değerlendirilmiştir. Yapılan analiz sonucunda, üniversitenin çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik alanlarında stratejik planda belirtilen hedeflere büyük ölçüde ulaştığı ve bazı alanlarda hedefleri aştığı belirlenmiştir. Özellikle atık yönetimi ve sosyal sorumluluk projelerindeki başarılar, üniversitenin sürdürülebilirlik odaklı uygulamalarının etkinliğini göstermektedir.

Çevresel sürdürülebilirlik kapsamında enerji verimliliği projelerinde hedeflere kısmi olarak ulaşılması, kaynak yönetimi ve süreç takibinde daha sistematik yaklaşımlar gerektirmektedir. Yönetişim alanında ise Sayıştay raporlarında vurgulanan finansal olmayan göstergelerin takibi ve mali yönetimdeki eksikliklerin giderilmesi gerekliliği ortaya konulmuştur. Bu alanlarda yapılacak iyileştirmelerin üniversitenin genel sürdürülebilirlik performansına önemli katkılar sağlayacağı öngörülmektedir.

Çalışmanın sınırlılıkları arasında, tek bir kurumun incelenmesi ve yalnızca doküman analizi yönteminin kullanılması bulunmaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, daha geniş örneklemlerle ve farklı araştırma yöntemleriyle (örneğin, derinlemesine mülakat, anket uygulamaları) karşılaştırmalı analizlerin yapılması önerilmektedir. Ayrıca sürdürülebilirlik göstergelerinin uzun vadeli etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla boylamsal araştırmaların yürütülmesi faydalı olacaktır.

Sonuç olarak, Yozgat Bozok Üniversitesi'nin finansal olmayan raporlama süreçlerini uluslararası standartlar doğrultusunda geliştirebilmesi için sürdürülebilirlik koordinatörlüğünün kurumsal kapasitesinin artırılması, performans hedeflerinin izlenmesinde daha sistematik yöntemlerin benimsenmesi ve raporlama süreçlerinde şeffaflık ve hesap verebilirliğin güçlendirilmesi önerilmektedir. Bu çalışmalar, üniversitenin sürdürülebilirlik politikalarını daha etkili hale getirecek ve kamu muhasebesi çerçevesinde hesap verebilirliği artıracaktır.

Kaynakça

Adams, C. A., & Frost, G. R. (2019). Integrating sustainability reporting into management practices. *Accounting Forum, 32*(4), 288-302. https://doi.org/10.1016/j.accfor.2019.02.004

Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. Qualitative Research Journal, 9(2), 27-40.

Dumay, J., Guthrie, J., & Farneti, F. (2020). GRI sustainability reporting guidelines for public sector: International trends and implications. *Public Money & Management, 34*(5), 339-345. https://doi.org/10.1080/09540962.2020.1840767

Gray, R., Adams, C. A., & Owen, D. (2014). *Accountability, social responsibility and sustainability: Accounting for society and the environment*. Pearson Education Limited.

Global Reporting Initiative [GRI]. (2020). *Global Reporting Initiative Sustainability Reporting Standards (GRI Standards)*. GRI Publishing. https://www.globalreporting.org

International Integrated Reporting Council (IIRC). (2021). *International Integrated Reporting Framework (2021)*. International Integrated Reporting Council. Retrieved from https://integratedreporting.org

International Public Sector Accounting Standards Board (IPSASB). (2021). *Handbook of international public sector accounting pronouncements*. IFAC. Retrieved from https://www.ifac.org

Krippendorff, K. (2018). Content analysis: An introduction to its methodology (4th ed.). Sage Publications.

Sayıştay (2023). *2022 Yılı Sayıştay Denetim Raporu: Yozgat Bozok Üniversitesi*. Erişim adresi https://www.sayistay.gov.tr

Sayıştay (2024). *2023Yılı Sayıştay Denetim Raporu: Yozgat Bozok Üniversitesi*. Erişim adresi https://www.sayistay.gov.tr

Yozgat Bozok Üniversitesi (2022). *2022-2026 Stratejik Planı*. Yozgat Bozok Üniversitesi Yayınları, Yozgat.

Yozgat Bozok Üniversitesi (2023). *2022 Yılı İdare Faaliyet Raporu*. Yozgat Bozok Üniversitesi. Yozgat.

Yozgat Bozok Üniversitesi (2024). *2023 Yılı İdare Faaliyet Raporu*. Yozgat Bozok Üniversitesi. Yozgat.

Yozgat Bozok Üniversitesi (2025). *2024 Yılı İdare Faaliyet Raporu*. Yozgat Bozok Üniversitesi. Yozgat.

Yozgat Bozok Üniversitesi (2022). *2022 Yılı Performans Programı*. Yozgat Bozok

Yozgat Bozok Üniversitesi (2023). *2023 Yılı Performans Programı*. Yozgat Bozok

Yozgat Bozok Üniversitesi (2024). *2024 Yılı Performans Programı*. Yozgat Bozok

Yozgat Bozok Üniversitesi (2025). *2025 Yılı Performans Programı*. Yozgat Bozok

Yozgat Bozok Üniversitesi. (2024a). *Sürdürülebilir Kalkınma Raporu 2023-2024*. Yozgat Bozok Üniversitesi Sürdürülebilirlik Koordinatörlüğü, Yozgat.

Yozgat Bozok Üniversitesi. (2024b). *Sürdürülebilirlik Raporu 2024*. Yozgat Bozok Üniversitesi Sürdürülebilirlik Koordinatörlüğü, Yozgat.

YAPAY ZEKÂ İLE ELMA TAZELİK SINIFLANDIRMASI

Emin Hayrettin COŞAR[1]
Erhan KARAKAYA[2]

Özet

Bu proje, tarım sektöründe kalite kontrol süreçlerini iyileşirmek amacıyla, Convolutional Neural Network (CNN) tabanlı bir yapay zekâ modeli kullanarak taze ve çürük elmaların otomatik olarak tespit edilmesini hedeflemektedir. Büyük ölçekli tarım işletmelerinde elma tazeliğinin manuel olarak kontrol edilmesi, zaman alıcı ve iş gücü gerektiren bir süreçtir. Ayrıca, geleneksel yöntemlerde insan hatası oranı yüksek olup, kalite kontrol süreçlerinin etkinliği düşmektedir. Bu proje ile kalite kontrol sürecini otomatikleştirerek tarımsal verimliliği artırmak ve çiftçilerin iş gücü maliyetlerini azaltmak amaçlanmaktadır. Geliştirilecek sistem, yüksek çözünürlüklü bir kamera ve CNN tabanlı yapay zekâ modeli ile elmaların görüntülerini analiz ederek tazelik durumlarını belirleyecektir. Modelin doğruluğunu artırmak amacıyla geniş bir veri kümesi kullanılacak ve farklı ışık koşulları ile çeşitli olgunluk seviyelerinde elmaların görüntüleriyle eğitilecektir. Veri toplama sürecinde, taze ve çürük elmaların özellikleri analiz edilerek, modelin doğru sınıflandırma yapabilmesi için veri çeşitliliği artırılacaktır. Bunun için, Kaggle gibi açık kaynak veri platformlarından elde edilen görüntülerin yanı sıra, veri artırma (augmentation) teknikleri uygulanarak modelin genelleme kapasitesi geliştirilecektir. Bu çalışmanın en büyük avantajlarından biri, insan kaynaklı hataları minimize etmesi ve kalite kontrol sürecini hızlandırmasıdır. Ayrıca, üreticiler için iş gücü maliyetlerini azaltarak, daha düşük maliyetle daha yüksek kaliteli ürün elde etmeyi mümkün kılar. Uzun vadede, bu sistemin tarım sektöründe yaygın olarak benimsenmesi, sürdürülebilir ve verimli üretim süreçlerine önemli katkılar sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zekâ, Görüntü İşleme, Kalite Kontrol, Tarım Verimliliği

[1]Yozgat Bozok Üniversitesi, 16008120004@ogr.bozok.edu.tr, 0009-0001-8979-7743
[2]Yozgat Bozok Üniversitesi, erhan.karakaya@bozok.edu.tr, 0000-0001-6705-1783

1. Giriş

Türkiye, tarımsal üretim açısından zengin bir ülke olup, birçok meyve çeşidinin üretiminde önde gelen ülkelerden biridir. Bu meyveler arasında elma, hem üretim hacmi hem de tür çeşitliliği açısından önemli bir yer tutmaktadır. Elma, farklı renk ve türlerde yetiştirilebilen bir meyve olup, özellikle İç Anadolu Bölgelerinde yaygın olarak üretilmektedir. Farklı iklim koşullarına uyum sağlayabilmesi ve geniş tüketici kitlesine hitap etmesi nedeniyle, elma tarım sektöründe stratejik bir üründür.

Elmanın tüketiminde önemli bir faktör olan tazelik durumu, gıda israfını azaltmak ve tüketici memnuniyetini artırmak açısından kritik bir rol oynar. Taze elmalar yüksek kalite standartlarına sahipken, çürük elmalar hem ekonomik kayıplara yol açar hem de gıda zincirindeki verimliliği düşürür. Bu bağlamda, elma tazeliğinin hızlı ve doğru bir şekilde tespit edilmesi, modern tarım uygulamalarında giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

Taze ve çürük elmaların tespitinde yapay zekâ (YZ) teknolojileri etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Yapay zekânın farklı kullanım alanları vardır ve bu alanlar genellikle metin işleme, ses işleme ve görüntü işleme gibi alt kategorilere ayrılır. Projemizde, çürük ve taze elmaların ayrımını yapmak için özellikle görüntü işleme alanında geliştirilen yapay zekâ teknikleri kullanılmaktadır.

Yapay zekâ algoritmaları, elma görüntülerini inceleyerek onları taze ve çürük olarak iki sınıfa ayırır. Görüntü işleme teknikleri, elmaların rengini, dokusunu ve yüzeydeki lekeleri analiz ederek bu sınıflandırmayı yapar. Örneğin, taze elmalarda canlı renkler ve düzgün bir yüzey görülürken, çürük elmalarda mat renkler, çürük izleri veya deformasyonlar belirgindir.

Bu sınıflandırmayı öğrenmek için makine öğrenimi algoritmaları kullanılır. Algoritmalar, önceden etiketlenmiş binlerce elma görüntüsüyle eğitilir. Bu süreçte, algoritma her bir görüntüdeki özellikleri analiz ederek taze ve çürük elmalar arasındaki farkları öğrenir. Eğitim tamamlandıktan sonra sistem, yeni görüntüler üzerinde çalışarak elmanın taze mi yoksa çürük mü olduğunu hızlı ve doğru bir şekilde belirleyebilir.

1.1. Yapay Zekâ

Yapay zekâ, insan zekâsını taklit eden ve belirli görevleri otonom bir şekilde gerçekleştiren teknolojik sistemlerdir. Günümüzde YZ, tarımdan sağlığa, eğitimden sanayiye kadar pek çok alanda devrim niteliğinde uygulamalara sahiptir. YZ'nin temel işleyişi, büyük miktarda veriyi analiz ederek öğrenme, tahmin yapma ve karar verme yeteneklerine dayanır.

YZ teknolojileri, genellikle üç ana kategoriye ayrılır: makine öğrenimi, derin öğrenme ve görüntü işleme. Makine öğrenimi, sistemin veri üzerinden öğrenmesini sağlayan algoritmalardan oluşur. Derin öğrenme ise bu algoritmaların daha karmaşık görevlerde kullanılmasını sağlayan, insan beynine benzer yapay sinir ağları kullanan bir alt kategoridir. Görüntü işleme, görsel verileri analiz eden bir YZ dalıdır ve özellikle tarım gibi görsel değerlendirmelerin önemli olduğu alanlarda öne çıkar.

1.2. Literatür Taraması

Onur vd. (2019) Faster R-CNN modelini kullanarak elmalar üzerindeki çürük bölgelerin tespitini gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada, 200 adet elmanın 6 farklı açıdan çekilmiş toplam 1200 görüntüsü kullanılmıştır. Faster R-CNN modeli tek başına kullanıldığında, sap-çanak bölgelerinin çürük olarak sınıflandırılması nedeniyle başarı oranı düşük olarak tespit edilmiştir. Bu sorunu çözmek için, bir sonraki

çalışmada sap-çanak bölgelerinin görüntüden çıkarılması planlanmıştır. Böylece, derin öğrenme ve görüntü işlemenin hibrit bir yaklaşımla bir arada kullanıldığı bir yöntem önerilmesi hedeflenmiştir [1].

Xing ve Baerdemaeker (2005) tarafından yapılan çalışmada, "Jonagold" türü elmaların çürüklerinin tespit edilmesi için 400-1000 nm dalga boyunda çalışan bir hiperspektral görüntüleme sistemi geliştirilmiştir. Araştırma 160 elma üzerinde gerçekleştirilmiş, görüntülerde arka plan basit bir eşikleme yöntemiyle temizlenmiştir. Daha sonra, yüzeyde yumuşatma işlemi için 5 ve 10 piksellik ortalama filtreler uygulanmıştır. Elma yüzeyindeki pürüzsüzlük, sağlam bölgeler ile çürükler, sap ucu ve çanak kısımlarını ayırt etmek için ayırt edici özellik olarak kullanılmıştır. Sağlam elmaların doğru sınıflandırılma oranı %86,4 iken, bir günlük çürükler için bu oran %77,5'e düşmüştür. Çürüklerin yalnızca %2,5'i sap ya da çanak bölgesi olarak yanlış sınıflandırılmış olup, sağlam elmaların tamamı doğru bir şekilde tanımlanmıştır. Sap ve çanak bölgeleri ise %98,3 doğrulukla belirlenmiştir [2].

Mohana ve Prabhakar (2015) çalışmasında, 600 farklı renkli elma görüntüsü kullanarak sap ve çanak bölgelerinin otomatik tanınması üzerine odaklanmışlardır. Segmentasyon işlemi sırasında çoklu eşikleme yöntemi uygulanmış ve elde edilen nesnelerden Multifractal, Fourier ve Radon tanımlayıcıları kullanılarak şekilsel özellikler çıkarılmıştır. Bu özellikler, Destek Vektör Makinesi (SVM), Yapay Sinir Ağı (ANN), k-En Yakın Komşuluk (k-NN), Doğrusal Ayırıcı Sınıflandırıcı (LDC) ve AdaBoost algoritmalarıyla test edilmiştir. Sonuçlar, SVM kullanılarak sap ve çanak bölgelerinin, çürük ya da yaralardan %94 doğruluk oranıyla ayırt edilebildiğini göstermiştir [3].

Dubey ve Jalal (2016) renk, doku ve şekil tabanlı özellikler kullanılarak elmalardaki hastalıkların tespitini ele almışlardır. Çalışmada, farklı hastalık türlerini içeren 320 elma görüntüsünden oluşan bir veri seti kullanılmıştır. Bölütleme işlemi sonrası elde edilen görüntülerden renk, doku ve şekil tabanlı özellikler çıkarılmış ve SVM ile sınıflandırılmıştır. Elmaların sağlıklı ya da hastalıklı olarak sınıflandırılması sonucunda %95,95 oranında doğruluk sağlanmıştır [4].

Sa vd. (2016), Faster R-CNN modelini kullanarak meyve tespiti üzerine bir araştırma yapmıştır. RGB ve NIR görüntülerin birlikte kullanıldığı bu çalışmada, yedi farklı meyve türü üzerinde modelin performansı test edilmiştir. NVIDIA GPU ile gerçekleştirilen model eğitimi her meyve için dört saat sürmüş ve %83 doğruluk oranıyla meyve tespiti yapılabilmiştir [5].

Fuentes vd. (2017), Faster R-CNN modeli kullanarak domates görüntülerinde zararlı ve hastalıkların tür ve konumlarını belirlemek için bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada, farklı çözünürlük ve büyüklükte yaklaşık 5000 domates görüntüsü elde edilmiş ve veri çoğaltma teknikleri kullanılarak eğitim veri seti artırılmıştır. Veri setinin %80'i model eğitimi, %10'u doğrulama ve %10'u test için ayrılmıştır. Veri çoğaltma yöntemlerinin, başarı oranını %35 artırdığı belirtilmiştir. Model testleri, hastalık ve zararlıların %83 ile %90 arasında doğruluk oranıyla tespit edildiğini göstermiştir [6].

Zhang vd. (2017), Fuji türü elmaların çürük sınıflandırması üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada, 155 adet elma kullanılmış ve bu elmalardan mikrotom yöntemiyle 3 mm kalınlığında, 2 cm çapında örnekler alınmıştır. Bu örneklerin 400-1050 nm dalga boyunda ışık geçirgenlik ve yansıma özellikleri Entegre Küre Sistemi ile ölçülmüştür. Destek Vektör Makinesi kullanılarak yapılan sınıflandırma sonucunda %92,5 doğruluk elde edilmiştir [7].

Yazar	Yıl	Amaç	Yöntem	Başarı Oranı (%)
Xing ve Baerdemaeker (2005)	2005	Elmalarda çürük tespiti	Yumuşatma, eşikleme, Hyperspectral	86,4
Mohana ve Prabhakar (2015)	2015	Elmalarda sap ve çanak bölgelerinin tanınması	Multifractal, Fourier ve Radon dönüşümleri, SVM, ANN, k-NN, LDC ve AdaBoost sınıflayıcıları	94
Dubey ve Jalal (2016)	2016	Elma hatalarının otomatik tanınması için görüntü işleme çözümü	Lab-HSV Renk Uzayları, Kmeans kümeleme, SVM	93
Sa ve diğ. (2016)	2016	NIR ve RGB görüntülerde meyve algılama	Faster R-CNN	83
Fuentes ve diğ. (2017)	2017	Domateslerde hastalık ve zararlıların tespiti	Faster R-CNN	83-90
Lu ve Lu, (2017)	2017	Elmalarda çürük tespiti	Hyperspectral görüntüleme, otomatik eşikleme, açma ve doldurma işlemleri, Intermode, Ridler, Unimode ve Otsu eşikleme	90
Zhang ve diğ., (2017)	2017	Elmaları çürüklük seviyelerine göre sınıflandırma	SVM, Hyperspectral	92,5

Tablo 1. Literatürde yapılmış çalışmalar [1].

Rojas-Aranda vd. (2020), perakende mağazalarda kullanılmak üzere meyve sınıflandırmaya yönelik bir yöntem geliştirmeyi amaçlamıştır. Çalışmada, elma, portakal ve muz olmak üzere üç farklı meyve türüne ait, şeffaf poşet içerisinde ve poşetsiz olmak üzere toplam 1067 görüntüden oluşan bir veri seti hazırlanmıştır. Meyvelerin sınıflandırılması için MobileNetV2 tabanlı özel bir CNN mimarisi tasarlanmıştır. Ayrıca, sınıflandırma doğruluğunu artırmak amacıyla meyve renklerini analiz etmek için tek bir RGB değeri, RGB histogramı ve K-means kümelemesiyle elde edilen RGB merkez bilgisi gibi çeşitli giriş özellikleri kullanılmıştır. Deney sonuçları, poşetsiz görüntülerin beklenildiği gibi daha yüksek bir performans sergilediğini göstermiş; poşetsiz meyveler için %95, poşetli meyveler için ise %93 doğruluk oranına ulaşılmıştır [8].

Khan vd. (2022) tarafından yapılan bir çalışmada, elma yaprağı hastalıklarının tespiti ve sınıflandırılması amacıyla Xception ve Faster-RCNN tabanlı iki aşamalı bir model geliştirilmiştir. Bu modelin birinci aşaması, elma yapraklarını sağlıklı, hastalıklı veya hasarlı olarak sınıflandırırken, ikinci aşama yalnızca birinci aşamada hastalık tespiti yapılması durumunda devreye girerek hastalığın tespiti için çalışmaktadır. Önerilen model üzerinde yapılan testler sonucunda %88.00 oranında bir sınıflandırma doğruluğuna ulaşıldığı bildirilmiştir [9].

Sharma vd. (2023), elmalarda görülen kara çürük hastalığını çok sınıflı bir şekilde sınıflandırmak amacıyla CNN ve uzun kısa süreli bellek (LSTM) mimarilerini birleştiren hibrit bir yöntem geliştirmiştir. Bu model, farklı şiddet derecelerine sahip elma yaprağı görüntülerini içeren bir veri seti üzerinde eğitilmiş ve test edilmiştir. Hibrit modelin test çalışmaları sonucunda, hastalığın başlangıç şiddet derecesinin sınıflandırılmasında %99.02 doğruluk oranına ulaşıldığı belirtilmiştir. Elde edilen sonuçlar, önerilen hibrit modelin geleneksel tek model yaklaşımlarına kıyasla daha yüksek bir performans sunduğunu ortaya koymaktadır [10].

Li vd. (2022), elma yaprağı hastalıklarını hızlı bir şekilde tanımlamak amacıyla CNN tabanlı RegNet adında bir derin öğrenme modeli sunmuştur. Önerilen modelin etkinliğini değerlendirmek için ShuffleNet, EfficientNet-B0 ve MobileNetV3 gibi diğer CNN modelleriyle karşılaştırmalı deneyler yapılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, RegNet modelinin karşılaştırılan tüm diğer modellere kıyasla üstün performans gösterdiği belirtilmiştir. Test çalışmaları sonucunda, RegNet modeliyle %99.23 doğruluk oranına ulaşılmıştır [11].

Ülker ve Büyükarıkan (2022), elmalarda görülen fizyolojik bozuklukları tespit etmek amacıyla CNN mimarisine dayalı Xception, ResNet101, MobileNet, ResNet152, ResNet18, ResNet34, ResNet50, EfficientNetB0, AlexNet, VGG16 ve VGG19 modellerini kullanarak bir çalışma gerçekleştirmiştir. Test sonuçlarına göre, Xception modelinin ortalama doğruluk, kesinlik, hatırlama ve F1 puanı sırasıyla %99.60, %99.40, %99.60 ve %99.80 olarak elde edilmiş ve bu modelin en iyi performansı gösterdiği vurgulanmıştır [12].

Kayaalp vd. (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, CAPA veri tabanından alınan elma görüntüleri üzerinde derin öğrenme algoritmaları kullanılarak elmaların çürük ve sağlam olarak sınıflandırılması hedeflenmiştir. Araştırmada, veriler %80 eğitim ve %20 test olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Modelin eğitim ve test süreçlerinde dört farklı dalga boyu ve 16 farklı görüntü kombinasyonu değerlendirilmiştir. Test aşamasında gerçekleştirilen analizler sonucunda, modelin çürük ve sağlam elmaların tespitinde %91,25 başarı oranı elde ettiği rapor edilmiştir [13].

Zhang vd. (2019), geliştirdikleri 13 katmanlı bir Evrişimsel Sinir Ağı (ESA) modeliyle meyve kategorilerinin belirlenmesini amaçlamışlardır. Araştırmada, 3600 görüntü ve 18 sınıftan oluşan bir veri seti kullanılmıştır. Eğitim ve test verileri %50-%50 oranında ayrılmış ve modelin eğitimi 30 döngü boyunca gerçekleştirilmiştir. Çalışmada önerilen modelin genel doğruluk oranı %94,94 olarak belirlenmiştir [14].

Joseph vd. (2021), derin öğrenme kapsamında ESA kullanarak meyve sınıflandırması için TensorFlow tabanlı etkili bir model sunmuşlardır. Araştırmada, 131 farklı meyve ve sebze sınıfını içeren Fruits 360 veri kümesi kullanılmıştır. Model, 50 eğitim döngüsü boyunca eğitilmiş ve test aşamasında %94,35 doğruluk oranına ulaşmıştır [15].

Birçok çalışma incelenmiş ve bu çalışmalarda çeşitli teknikler ile yapay zekâ modelleri kullanılmıştır. Kullanılan tekniklerden biri, RGB tabanlı veri setlerinin oluşturulmasıdır. Bir diğer teknik ise, bitki sapları üzerinden veri seti oluşturulmasıdır. Çalışmalarda kullanılan yapay zekâ modelleri arasında R-CNN, CNN, LSTM ve SVM gibi yöntemler bulunmaktadır. Projemize benzer olarak, CNN modeli bu çalışmalarda sıklıkla yer almıştır. Ancak, çoğu çalışmada CNN modeli genellikle hibrit yapılarla birleştirilmiş ya da farklı tekniklerle desteklenmiştir. Buna karşın, bizim modelimiz yalnızca CNN kullanılarak tasarlanmış olup, veri seti üzerinde herhangi bir manipülasyon yapılmadan, doğrudan orijinal veriler üzerinden işlem gerçekleştirmektedir.

2. Yöntem

2.1 Veri Toplama

Bu proje kapsamında, taze elma ve çürük elma verileri toplama işlemi gerçekleştirilmiştir. İlk olarak, Kaggle ve benzeri veri toplama platformlarından taze elma verileri edinilmiştir. Bu veriler, elmaların çeşitli özelliklerini içeren zengin bir veri seti oluşturmak amacıyla seçilmiştir. Taze elmaların renk, boyut, şekil ve diğer fiziksel özellikleri gibi unsurlar, projenin temelini oluşturacak şekilde dikkatlice incelenmiştir. Taze elma verileri toplandıktan sonra, aynı platformlardan çürük elma verileri de toplanmıştır. Çürük elmaların özellikleri, taze elmalarla karşılaştırıldığında oldukça farklılık göstermektedir; bu nedenle, çürük elma verilerinin de analize dahil edilmesi büyük önem taşımaktadır.

Elde edilen taze ve çürük elma verileri, derin öğrenme modellerinin eğitilmesinde kullanılacak temel veri setini oluşturacaktır. Bu aşamada veri çeşitliliğini artırmak için veri augmentasyonu (veri artırma) işlemi gerçekleştirilecektir. Veri augmentasyonu, sınırlı veri setlerini daha geniş ve çeşitli hale getirmek

amacıyla kullanılan bir tekniktir [16]. Bu işlem sayesinde, mevcut verilerin dönüşümleri (dönme, kaydırma, ölçekleme vb.) uygulanarak yeni ve özgün veriler oluşturulacaktır. Böylece, modelin eğitim sürecinde daha fazla veri ile çalışılması sağlanarak, genel model performansı artırılacaktır.

Sonuç olarak, bu proje kapsamında toplanan taze ve çürük elma verileri, veri augmentasyon teknikleriyle zenginleştirilmiş ve derin öğrenme modellerinin eğitimi için uygun hale getirilecektir. Bu sayede, elma kalitesinin tespiti konusunda daha doğru ve güvenilir sonuçlar elde edilmesi hedeflenmektedir. Proje sonunda geliştirilen model, tarım sektöründe meyve kalitesinin otomatik olarak değerlendirilmesini sağlayarak verimliliğin artmasına katkı sağlayacaktır.

2.2 Model Eğitimi

Bu proje kapsamında, derin öğrenme ve yapay zekâ tekniklerinin kullanımıyla bir model eğitimi gerçekleştirilecektir. Eğitim sürecinde, Convolutional Neural Networks (CNN) mimarisi tercih edilebilir. CNN, özellikle görüntü işleme alanında etkili olan bir derin öğrenme yapısıdır ve görüntülerdeki özellikleri otomatik olarak öğrenme yeteneğine sahiptir.[1]

Eğitim için kullanılacak veri setinin, çeşitli görüntüleri içermesi ve bu görüntülerin etiketlenmesi, modelin doğruluğunu artırmak amacıyla önemlidir. Modelin performansını artırmak için farklı derin öğrenme teknikleri uygulanmaktadır. Bu tekniklerden, ResNet-50 modeli bu proje için önerilebilir. ResNet-50, derinlik açısından zengin bir yapı sunarak daha karmaşık ilişkilerin öğrenilmesine olanak tanır [17]. Bu model, katmanlar arasındaki atlamalar (skip connections) ile eğitim sürecinde oluşabilecek gradyan kaybı problemini azaltarak, daha derin ağların eğitimini kolaylaştırmaktadır.

Sonuç olarak, derin öğrenme ve yapay zekâ teknikleri kullanılarak elde edilebilecek bir model, özellikle CNN gibi mimarilerin uygulanmasıyla belirli görevlerde yüksek doğruluk oranlarıyla sonuçlar vermeyi hedeflemektedir. Bu tür gelişmiş modellerin kullanımı, çeşitli endüstrilerde veri analizi ve otomatikleştirilmiş karar verme süreçlerinde önemli bir katkı sağlayabilir.

2.3 Model Performans Değerlendirmesi

Proje kapsamında yapay zekâ ile taze ve çürük elma tespitinin yapılması planlanmaktadır. Bu süreçte veriler üzerinde regresyon ve sınıflandırma işlemleri gerçekleştirilecektir. Sınıflandırma işlemi sırasında, modelin performansını değerlendirmek için karışıklık matrisinin analizi yapılacak ve F1 skoru hesaplanacaktır. Ayrıca, ROC eğrileri incelenerek modelin doğruluğu ve güvenilirliği değerlendirilecektir. Bu aşamalar, modelin elma sınıflandırma başarısını belirlemek için kritik öneme sahiptir.

2.4 Geri Dönüş Proje İyileştirme

Bu aşamada, yapay zekâ modeli tarafından üretilen skorlar detaylı bir şekilde incelenecektir. Elde edilen sonuçların doğruluğu ve geçerliliği değerlendirilecek, gerektiği durumlarda veri setine eklemeler yapılacaktır. Veri setine yeni veriler eklenirken, bu verilerin uygun şekilde etiketlenmesi sağlanacaktır. Etiketleme işlemi, modelin eğitim sürecini iyileştirmek için kritik bir öneme sahiptir. Yeni verilerle güncellenmiş veri seti kullanılarak, yapay zekâ modelinin yeniden eğitilmesi planlanmaktadır. Bu süreç, daha iyi sonuçların elde edilmesine olanak tanıyacak ve modelin performansını artıracaktır. Ayrıca, elde edilen sonuçlar ve geri bildirimler ışığında sürekli bir iyileştirme döngüsü oluşturulacak, böylece proje hedeflerine daha etkili bir şekilde ulaşılacaktır.

3. Bulgular

Bu çalışmada, meyvelerin taze (fresh) veya çürük (rotten) olup olmadığını belirlemek üzere derin öğrenme temelli bir evrişimli sinir ağı (CNN) modeli geliştirilmiştir. Kullanılan veri seti, Kaggle platformundan elde edilen ve açık erişim sağlanan bir veri kümesidir. Bu veri kümesi, sınıflandırma problemi için uygun şekilde etiketlenmiş meyve görüntülerini içermektedir.

Çalışmada ilk olarak, görüntüler belirli bir ön işlem aşamasından geçirilmiştir. Bu işlem aşamasında görüntüler 100x100 piksel boyutlarına yeniden boyutlandırılmış ve RGB renk uzayına dönüştürülmüştür. Görüntü boyutları standartlaştırılarak modele verilen girdilerin tutarlılığı sağlanmıştır. Ardından, veri setindeki görüntüler "fresh" (taze) ve "rotten" (çürük) olarak etiketlenmiştir. Bu işlemin sonucunda toplamda 1033 adet görüntü elde edilmiş ve eğitim verisi olarak kullanılmak üzere hazırlanan veri, %80 eğitim ve %20 doğrulama verisi olmak üzere rastgele bölünmüştür.

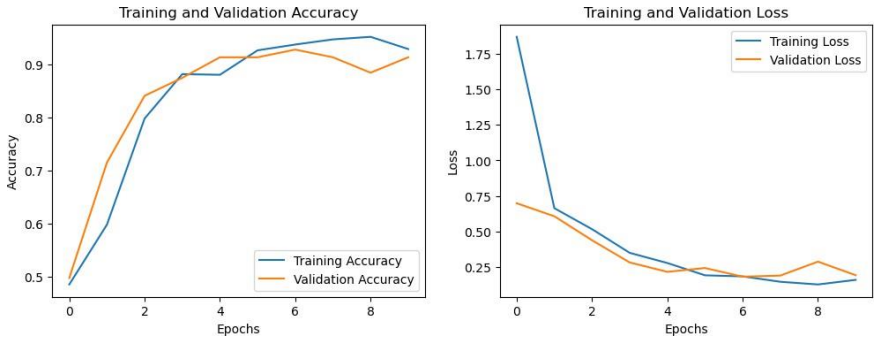
Veriler eğitim öncesi, piksel değerleri normalizasyon işlemine tabi tutulmuştur. Bu işlem, modelin eğitim sırasında daha hızlı yakınsaması ve performansının artmasını sağlamıştır. Görüntülerin piksel değerleri [0, 255] aralığından [0, 1] aralığına dönüştürülerek modelin eğitimi için ideal hale getirilmiştir.

Model: İkili Sınıflandırma (Taze-Çürük)

Oluşturulan ilk model, derin öğrenme tabanlı evrişimsel sinir ağı (CNN) mimarisi üzerine kurulmuştur. Model yapısında şu katmanlar bulunmaktadır:

İlk evrişim (Conv2D) katmanı, 100x100 piksel boyutundaki RGB giriş görüntülerinden özellik çıkarımı için 32 adet filtre kullanılmış ve bu katmanda ReLU aktivasyon fonksiyonu uygulanmıştır. Ardından gelen maksimum havuzlama (max pooling) katmanı görüntünün boyutunu azaltmıştır. İkinci evrişim katmanında filtre sayısı artırılarak 64 filtre kullanılmıştır. Bu katman, daha karmaşık desenleri ve dokusal farklılıkları öğrenmeye yöneliktir. İkinci bir maksimum havuzlama katmanı da aynı prensiplerle görüntü boyutunu azaltmak için kullanılmıştır. Daha sonra düzleştirme (flatten) katmanı, özellik haritalarını tek boyutlu bir vektöre dönüştürmüştür. Tam bağlantılı iki katman içermektedir. İlk tam bağlantılı katmanda 128 nöron kullanılmıştır. Son katman yalnızca 1 nöron içerir ve sigmoid aktivasyon fonksiyonu kullanılarak ikili sınıflandırma çıktısı sağlar. Modelin eğitim sürecinde "Adam" optimizasyon algoritması kullanılmıştır. Eğitim sürecindeki kayıp fonksiyonu olarak binary cross-entropy (ikili çapraz entropi) tercih edilmiştir. Eğitim sonucunda modelin eğitim veri setindeki doğruluğu (%accuracy) 0.95'in üzerine çıkmış ve doğrulama verisindeki doğruluk oranı yaklaşık %92 seviyesinde gerçekleşmiştir. Eğitim ve doğrulama performansları arasındaki düşük fark, modelin aşırı uyum sorununun minimum düzeyde olduğunu göstermektedir.

Çalışmada oluşturulan ilk modelin eğitim sürecine ait doğruluk ve kayıp grafikleri incelendiğinde, eğitim ve doğrulama doğruluklarının (accuracy) hızlı bir şekilde yükselerek yaklaşık %90'ın üzerine çıktığı gözlemlenmiştir. Doğrulama doğruluğunun eğitimin erken evrelerinde eğitim doğruluğunu takip ettiği ve sonrasında hafif bir sapmayla stabil hale geldiği görülmektedir. Kayıp grafiği ise, başlangıçta hızla düşmekte, sonrasında eğitim ve doğrulama kayıplarının her iki set için de sabitlendiği bir plato oluşmaktadır. Bu durum, modelin etkin bir biçimde eğitildiğini ve aşırı uyum sorununun büyük ölçüde engellendiğini göstermektedir. Tablo 1 de görülmektedir.



Grafik 1: Modelin Eğitim ve Doğrulama Doğruluğu

4. Tartışma

Bu çalışmada geliştirilen model, literatürdeki benzer çalışmalarla kıyaslandığında oldukça rekabetçi sonuçlar elde etmektedir. Örneğin, Onur vd. (2019)'un Faster R-CNN modeliyle yaptığı çalışmada çürük bölgelerin tespiti üzerine yoğunlaşılmıştır ve sınırlı görüntü veri setine rağmen oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Ancak bu çalışmada çürük bölgenin tespiti için daha karmaşık yöntemler ve hibrit yaklaşımlar planlanmaktadır. Dubey ve Jalal (2016) ile kıyaslandığında ise, CNN modeli ile elde edilen doğruluk oranları (%92-95) benzer seviyelerde olup, SVM yöntemleriyle kıyaslandığında CNN yönteminin daha genelleştirilebilir ve otomatik özellik çıkarma konusunda üstün olduğu görülmektedir. Ayrıca literatürdeki diğer CNN temelli çalışmalarla kıyaslandığında, geliştirilen modelin benzer performanslara sahip olduğu ve başarılı bir alternatif sunduğu anlaşılmaktadır. Çalışmanın bilimsel katkısı, basit ve etkin bir CNN modeli ile yüksek doğruluk oranında taze ve çürük meyvelerin sınıflandırılabildiğini ortaya koymasıdır.

5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada geliştirilen CNN modeli, taze ve çürük meyveleri başarıyla sınıflandırabilmekte ve literatürdeki benzer çalışmalara paralel yüksek doğruluk oranları sağlamaktadır. Elde edilen sonuçlar, görüntü işleme ve derin öğrenme yöntemlerinin tarım ve gıda sektöründe meyve kalitesi değerlendirilmesinde etkin biçimde kullanılabileceğini göstermektedir. Gelecekte, sınıflandırma doğruluğunun daha da artırılması için veri setinin genişletilmesi ve farklı açılardan, ışık koşullarından çekilen daha çeşitli görüntülerin eklenmesi önerilmektedir. Ayrıca, geliştirilen modelin pratik kullanımını artırmak amacıyla, yapay zekâ sisteminin robot araçlara entegre edilmesi planlanmaktadır. Böylece meyvelerin hasat ve kalite kontrol süreçlerinin otomasyonu ve etkinliği artırılarak sektöre önemli bir yenilik sağlanabilir.

Kaynakça

[1] Cömert, O., Hekim, M., & Adem, K. (2019). Faster R-CNN kullanarak elmalarda çürük tespiti. *International Journal of Engineering Research and Development*, 11(1), 335-341. https://doi.org/10.29137/umagd.469929

[2] Xing, J., & De Baerdemaeker, J. (2005). Bruise detection on 'Jonagold' apples using hyperspectral imaging. *Postharvest Biology and Technology*,*37*(2), 152-162. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2005.02.015

[3] Mohana, S. H., & Prabhakar, C. J. (2015). Stem-calyx recognition of an apple using shape descriptors. *arXiv preprint arXiv:*1501.01083. https://doi.org/10.48550/arXiv.1501.01083

[4] Dubey, S. R., & Jalal, A. S. (2016). Apple disease classification using color, texture and shape features from images. *Signal, Image and Video Processing*, 10, 819-826. https://doi.org/10.1007/s11760-015-0821-1

[5] Sa, I., Ge, Z., Dayoub, F., Upcroft, B., Perez, T., & McCool, C. (2016). Deepfruits: a fruit detection system using deep neural networks, *Sensors*, 16(8), 1222. https://doi.org/10.3390/s16081222

[6] Fuentes, A., Yoon, S., Kim, S. C., & Park, D. S. (2017). A robust deep-learning-based detector for real-time tomato plant diseases and pests recognition. *Sensors*, 17(9), 2022. https://doi.org/10.3390/s17092022

[7] Zhang, S., Wu, X., Zhang, S., Cheng, Q., & Tan, Z. (2017). An effective method to inspect and classify the bruising degree of apples based on the optical properties. *Postharvest Biology and Technology*, *127*, 44-52. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.12.008

[8] Rojas-Aranda, J. L., Nunez-Varela, J. I., Cuevas-Tello, J. C., & Rangel-Ramirez, G. (2020). Fruit classification for retail stores using deep learning. In *Pattern Recognition: 12th Exican Conference, Mcpr 2020, Morelia, Mexico, June 24–27, 2020, Proceedings* 12 (pp. 3-13). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49076-8_1

[9] Khan, A. I., Quadri, S. M. K., Banday, S., & Shah, J. L. (2022). Deep diagnosis: a real-time apple leaf disease detection system based on deep learning. *Computers and Electronics in Agriculture*, *198*, 107093. https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107093

[10] Sharma, R., Kukreja, V., Sood, P., & Bhattacharjee, A. (2023, May). Classifying the severity of apple black rot disease with deep learning: a dual cnn and lstm approach. In *2023 3rd International Conference on Advances in Computing, Communication, Embedded And Secure Systems (ACCESS)* (pp. 173-177). IEEE. https://doi.org/10.1109/ACCESS57397.2023.10199549

[11] Li, L., Zhang, S., & Wang, B. (2021). Apple leaf disease identification with a small and imbalanced dataset based on lightweight convolutional networks. *Sensors*, 22(1), 173. https://doi.org/10.3390/s22010173

[12] Büyükarıkan, B., & Ülker, E. (2020). Aydınlatma özniteliği kullanılarak evrişimsel sinir ağı modelleri ile meyve sınıflandırma. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, *25*(1), 81-100. https://doi.org/10.17482/uumfd.628166

[13] Kayaalp, K., & Metlek, S. (2020). Classification of robust and rotten apples by deep learning algorithm. *Sakarya University Journal Of Computer And Information Sciences*, *3*(2), 112-120. https://doi.org/10.35377/saucis.03.02.717452

[14] Zhang, Y. D., Dong, Z., Chen, X., Jia, W., Du, S., Muhammad, K., & Wang, S. H. (2019). Image based fruit category classification by 13-layer deep convolutional neural network and data augmentation. *Multimedia Tools and Applications*, 78, 3613-3632. https://doi.org/10.1007/s11042-017-5243-3

[15] Joseph, J. L., Kumar, V. A., & Mathew, S. P. (2021). Fruit classification using deep learning. In *Innovations İn Electrical And Electronic Engineering: Proceedings Of ICEE* 2021 (pp. 807-817). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-0749-3_62

[16] Adigozalova, E. (2023). Karaciğer hastalığının bilgisayarlı tomografi görüntülerinden derin ağ mimarisi ile teşhis edilmesini iyileştirmek için en uygun veri artırma tekniğinin araştırılması. http://acikerisim.akdeniz.edu.tr/xmlui/handle/123456789/7622

[17] Aksoy, B., Halis, H. D., & Salman, O. K. M. (2020). Elma bitkisindeki hastalıkların yapay zekâ yöntemleri ile tespiti ve yapay zekâ yöntemlerinin performanslarının karşılaştırılması. *International journal of engineering and ınnovative research*, 2(3), 194-210. https://doi.org/10.47933/ijeir.772514

YAVAŞ MODA HAREKETİNDE DİJİTAL ETKİ: INSTAGRAM ETKİLEYİCİLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİKTEKİ ROLÜ

DİGİTAL IMPACT İN THE SLOW FASHİON MOVEMENT: THE ROLE OF INSTAGRAM INFLUENCERS İN SUSTAİNABİLİTY

Pınar YILMAZ

Özet

Günümüzde insanlara ve doğal çevreye yadsınamaz etkileri olan moda endüstrisi hızlı moda hareketinin etkisi altına girmiştir. Moda sektöründeki haftalık, hatta gün içinde bile değişen trendleri ve tercihleri tüketicilere normalmiş gibi algılatan hızlı moda, doğanın kendini yenileme hızını oldukça düşürmektedir. Hızlı modanın baskın piyasa konumuna rağmen, tüketiciler giderek sürdürülebilirlik konularına daha fazla duyarlılık geliştirmektedir. Özellikle genç neslin, yavaş moda ile ilgilenmeye eğilimli olduğunu gösteren araştırmalar bulunmaktadır. Sürdürülebilirlik, doğal kaynakların korunması, gelecek nesillere zarar vermemesi ve tükenmemesi amacıyla alınan tedbirleri içeren bir kavramı karşılarken; bu kavram sadece doğal hayatın korunmasına yönelik eylemleri değil, aynı zamanda ekosistem, insanlar, fiziksel çevre ve ekonominin sürekliliğini amaçlamaktadır. Yavaş moda, son yıllarda moda dünyasında önemli bir faaliyeti tetikleyen sürdürülebilir ve etik bir yaklaşımdır. Bu hareket, sadece çevreye ve doğal kaynaklara saygı göstermekle kalmamakta; çevre ile uyumlu bir şekilde kaynakları kullanma ve gelecek nesiller için yaşanabilir bir dünya yaratma çabası gütmektedir. Tam da bu noktada yavaş moda etkileyicileri, sosyal medya ve diğer platformlar aracılığıyla bu değerleri destekleyerek, takipçilerini ve moda endüstrisini dönüştüren önemli bir rol oynamaktadır. Yavaş moda etkileyicilerinin örnek olabilecek paylaşımları, yalnızca moda ile ilgilenen kesimi değil, toplumun diğer kesimlerine etik bir alışveriş kültürünü teşvik etmeye devam etmektedir.

Çalışmanın amacı yavaş moda etkileyicilerinin Instagram'da yapmış oldukları paylaşımları incelemek ve bu etkileyicilerin sosyal medyada yavaş moda hareketinde nasıl bir rol aldıklarını ve yavaş moda hareketine katkıda bulunmak için ne gibi stratejiler kullandıklarını belirlemektir. Çalışma sonucunda, yavaş moda etkileyicilerinin tüketicilere sürdürülebilir bir yaşam tarzını teşvik edici paylaşımlarda bulunurken, tüketicileri ikinci el alışverişe yönlendirme, israftan kaçınmanın yollarını öğretme, sürdürülebilir giyinme taktiklerini öğretme ve etiket okuma bilinci kazandırma gibi konulara ağırlık verilmiş ve etkileyiciler bununla birlikte tüketicilerde yavaş moda bilinci oluşturmak için de paylaşımlarda bulundukları ortaya koyulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Sürdürülebilir Moda, Yavaş Moda, Sosyal Medya Etkileyicileri

Pınar YILMAZ, Şef, Yozgat Bozok Üniversitesi, pinar.yilmaz@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3136-825x

Abstract

Today, the fashion industry, which has undeniable effects on people and the natural environment, has come under the influence of the fast fashion movement. Fast fashion, which makes consumers perceive constantly changing trends and preferences—weekly, or even within the same day—as normal, reduces the rate at which nature can regenerate itself. Despite the dominance of fast fashion in the market, consumers are increasingly developing sensitivity towards sustainability issues. Research shows that especially the younger generation tends to be more interested in slow fashion. Sustainability refers to the measures taken to preserve natural resources, prevent harm to future generations, and avoid resource depletion. However, the concept of sustainability not only involves actions to protect natural life but also aims to ensure the continuity of the ecosystem, human well-being, the physical environment, and the economy. Slow fashion is a sustainable and ethical approach that has triggered a significant movement in the fashion world in recent years. This movement not only respects the environment and natural resources but also strives to use resources in harmony with nature and create a livable world for future generations. At this point, slow fashion influencers play a crucial role in transforming both their followers and the fashion industry by promoting these values through social media and other platforms. The exemplary posts shared by slow fashion influencers continue to encourage not only fashion enthusiasts but also other segments of society to adopt an ethical shopping culture.

The aim of this study is to examine the posts shared by slow fashion influencers on Instagram and to determine what role these influencers play in the slow fashion movement on social media, as well as what strategies they use to contribute to the movement. The findings of the study reveal that slow fashion influencers, while promoting a sustainable lifestyle, emphasize topics such as encouraging second-hand shopping, teaching ways to avoid waste, sharing sustainable clothing tips, and raising awareness about reading clothing labels. Moreover, it was found that these influencers also post content aimed at cultivating slow fashion awareness among consumers.

Keywords: Sustainability, Sustainable Fashion, Slow Fashion, Social Media Influencers

1. Giriş

Günümüz dünyasında moda endüstrisi, hem bireyler hem de doğal çevre üzerinde önemli ve çoğu zaman olumsuz etkiler yaratan hızlı moda anlayışının egemenliği altına girmiştir. Tüketicilere, sürekli ve hızla değişen moda trendlerinin olağan bir döngüymüş gibi sunulması, yalnızca tüketim alışkanlıklarını değil, aynı zamanda doğanın kendini yenileme kapasitesini de ciddi biçimde zorlamaktadır. Artık doğal sistemler bu yapay hızla baş edemez hâle gelmiştir. Bu durum; aşırı tüketim, israf ve doğal kaynakların hızla tükenmesi gibi çok yönlü krizleri beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda, son yıllarda farklı disiplinlerde sıkça vurgulanan "sürdürülebilirlik" ilkesi, moda sektöründe de giderek daha görünür bir kavramsal çerçeveye oturmaktadır (Yücel & Tiber, 2018).

Yavaş moda, sürdürülebilirlik ve etik değerler temelinde şekillenen ve çevreye duyarlı bir tüketim kültürünü teşvik eden alternatif bir moda yaklaşımıdır. Bu hareket, sosyal medya etkileyicileri aracılığıyla geniş kitlelere ulaşarak hem moda endüstrisinde dönüşüm yaratmakta hem de takipçilerini bilinçli tüketime yönlendirmektedir. Sosyal medya, yavaş moda ile sürdürülebilirlik, etik üretim ve çevre dostu tercihler arasında güçlü bir köprü kurmaktadır. Bu platformlar, tüketicilere bilinç kazandırmanın yanı sıra markalarla doğrudan iletişim kurarak etik alışveriş topluluklarının oluşumuna da katkı sağlamaktadır. Sosyal medya, yavaş moda hareketinin yaygınlaşmasında hem bir bilgi kaynağı hem de dönüştürücü bir güç olarak kritik bir rol üstlenmektedir.

Başlangıçta yalnızca bireylerin çevrimiçi ortamda sosyalleşmelerine imkân tanıyan veri tabanlı bir iletişim sistemi olarak tasarlanan sosyal medya, zamanla çok daha geniş işlevler üstlenen çok yönlü bir dijital platforma dönüşmüştür. Pazarlama perspektifinden bakıldığında, sosyal medyanın tüketici davranışları üzerindeki etkisi artık yadsınamaz bir gerçekliktir. Özellikle satın alma kararlarını şekillendirme sürecinde sosyal medya, geleneksel reklam mecralarından daha hızlı ve doğrudan bir etki potansiyeline sahip olduğu için sosyal medya etkileyicileri, markaların hedef kitleye ulaşma stratejilerinde önemli bir rol üstlenmektedir. Bu kişiler, takipçileriyle kurdukları güven ilişkisi ve algılanan otoriteleri sayesinde tüketici tercihlerinin şekillenmesinde etkili olabilmektedir. Nitekim Appel, Grewal, Rhonda ve Stephen (2020) tarafından yapılan çalışmada da bu durum açıkça vurgulanmakta ve sosyal medya etkileyicilerinin, günümüz pazarlama stratejilerinin temel bileşenlerinden biri hâline geldiği ifade edilmektedir.

Yavaş moda etkileyicileri, özellikle Instagram üzerinden paylaştıkları içeriklerle kullanıcıların dikkatini çekmekte ve platformun moda sektöründeki önemini artırmaktadır. Sosyal medya pazarlamasının hızla büyümesiyle birlikte bu etkileyiciler, takipçilerin satın alma kararlarında güvenilen ve etkili figürler hâline gelmiştir (Bello, Muceko, & Ndoka, 2021). Sosyal medya, şeffaf iletişim olanakları sunarak işletmelerin doğrudan tüketiciye ulaşmasını kolaylaştırırken, kullanıcıların ikinci el giysileri satma, takas etme veya kiralama gibi sürdürülebilir tüketim pratiklerini benimsemelerine de zemin hazırlamaktadır (Fletcher & Tham, 2015).

Tıpkı çevresel duyarlılığı ön plana çıkaran dijital içerik üreticileri gibi (Jacobson ve Harrison, 2022), yavaş moda üzerine odaklanan sosyal medya kullanıcıları da bu alandaki yaklaşımları sosyal ağlar üzerinden görünür kılan bireylerdir. Özellikle Instagram'da yayımladıkları görsel ve metinsel içeriklerle kullanıcıların tüketim tercihlerinde daha bilinçli ve sorumlu seçimler yapmalarını destekleyerek sürdürülebilir alışkanlıkların yaygınlaşmasına olanak tanımaktadır (Jacobson & Harrison, 2022).

2. Sosyal Medyada Etkileyiciler: Yeni Nesil Dijital Aktivistler

Günümüzde hızlı moda sektörü hâlâ baskın olmakla birlikte, tüketiciler giderek çevresel ve sürdürülebilirlik konularına daha fazla ilgi göstermektedir. Bu değişim, daha uzun süre kullanılabilen ve doğaya zarar vermeyen ürünlere olan talebin artmasına yol açmaktadır. Özellikle genç bireyler arasında bu dönüşüm, giderek daha belirgin bir şekilde görülmektedir. Tüketiciler, sürdürülebilir moda anlayışını benimsemek için bir dizi farklı yöntem kullanmaktadır. Bu yaklaşımlar, ürünlerin ikinci kez kullanılmasını, ikinci el alışverişi veya doğal kaynakları koruyan ürünlerin tercih edilmesini içermektedir. Bu tür alışkanlıklar, doğal kaynakların verimli bir şekilde kullanılmasını sağlayarak atıkları azaltmaktadır. Yavaş moda anlayışına sahip içerik üreticileriyle yapılan işbirlikleri, markaların çevresel sorumluluklarını vurgulamalarına olanak tanımakta ve çevre dostu ürünlerin yaygınlaşmasını teşvik etmektedir. Bu tür bilinçlendirici kampanyalar, tüketicilerin çevresel sorumluluklarını arttırırken, aynı zamanda marka sadakatini güçlendirme potansiyeline sahiptir (Jacobson & Harrison, 2022).

Sosyal medyada etkileyiciler, ürün ve hizmetlere ilişkin görüş ve deneyimlerini dijital platformlar aracılığıyla paylaşarak bilgi akışına katkı sunan bireyler olarak öne çıkmaktadır. Geleneksel pazarlama stratejilerinde işletmeler, hedef kitlelerinin dikkatini çekmek, güven inşa etmek, marka bilinirliğini artırmak ve olumlu bir imaj oluşturmak amacıyla genellikle tanınmış kişilerden faydalanmıştır. Ancak dijitalleşmenin etkisiyle, sosyal medya kullanıcıları arasında geniş bir takipçi kitlesine sahip olan etkileyiciler, bu rolü üstlenmeye başlamıştır. Özellikle genç tüketiciler üzerinde belirgin bir etki yaratan bu kişiler, dijital içerikleriyle geniş kitlelere ulaşmakta ve tüketici tutumları üzerinde belirleyici olabilmektedir. Bu nedenle markalar, sosyal medya etkileyicilerinin ürünlerle ilgili değerlendirmelerini dikkate almakta ve bu kişileri stratejik iş ortakları olarak görmektedir (Bozacı & Bulat).

Sosyal medya etkileyicileri, sürdürülebilirlik alanında uzun vadeli bir dönüşümün destekleyicisi olma potansiyeline sahiptir. Bu bireylerin sahip oldukları aracı konum, yalnızca çevresel ve etik tüketim davranışlarını şekillendirmekle kalmamakta, aynı zamanda bireylerin sürdürülebilir ürünleri satın alma eğilimlerini de olumlu yönde etkilemektedir (Lindh & Johnstane, 2017). Öte yandan, sosyal medya platformları şeffaflık ve erişilebilirlik açısından işletmelere önemli avantajlar sunarken, kullanıcıların ihtiyaç fazlası giysilerini satışa sunmalarına ya da takas etmelerine olanak tanıyan alternatif tüketim biçimlerini de teşvik etmektedir. Bunun yanı sıra, özellikle küçük ölçekli girişimler tarafından sunulan ikinci el kıyafet kiralama hizmetleri giderek yaygınlaşmakta; bu da üretici ile nihai tüketici arasında doğrudan bir ilişki kurulmasını mümkün kılmaktadır (Fletcher & Tham, 2015).

3. Araştırmanın Metodolojisi

Bu çalışma, sosyal medya ortamında yavaş moda odaklı içerik üreten moda etkileyicilerinin paylaşımlarını incelemek amacıyla netnografi yönteminden yararlanmaktadır. Netnografi, geleneksel etnografik yaklaşımların dijital ortamlara uyarlanmış biçimi olup, çevrimiçi kültürel pratikleri sistemli ve esnek bir şekilde analiz etmeye imkân tanımaktadır (Kozinets, 2002). Araştırma bağlamında, kullanıcıların görsel içerikleri keşfetmesine ve paylaşmasına olanak sunmasının yanı sıra etkileşim imkânlarıyla öne çıkan ve dijital moda kültürünün şekillenmesinde etkili bir rol oynayan Instagram platformu tercih edilmiştir. Özellikle moda dünyasında sosyal medya aracılığıyla yayılan içeriklerin artmasıyla birlikte Instagram, sürdürülebilir moda konularında içerik üreten etkileyicilerin yoğunlukla kullandığı alanlardan biri hâline gelmiştir (Kaivonen, Mesiranta, & Narvanen, 2024).

4. Örneklem ve Veri Toplama

Bu araştırmada, çalışmaya dâhil edilecek bireylerin seçilmesinde nitel veri toplama süreçlerinde sıkça başvurulan amaçlı örnekleme tekniklerinden biri olan yargısal örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Bu kapsamda, veri toplama sürecine geçilmeden önce Instagram platformunda sürdürülebilir giyim anlayışını benimseyen içerik üreticilerinin yer aldığı bir örneklem havuzu oluşturulmuştur. Söz konusu havuz; çevresel sorumluluk vurgusu taşıyan ifadeleri (örneğin: bilinçli tüketim, doğaya duyarlı üretim, çevreci moda anlayışı gibi) barındıran profillerle sınırlandırılmıştır. Araştırmaya seçilecek profiller belirlenirken bazı ölçütler dikkate alınmıştır. İçerik üreticilerinin; doğal malzeme kullanımı, yeniden değerlendirme, ikinci el ürün tercihleri ya da moda sektöründe sürdürülebilirlik odaklı gelişmeler hakkında paylaşım yapmaları ön koşul olarak kabul edilmiştir. Bu doğrultuda, belirlenen altı içerik üreticisi araştırma kapsamına alınmıştır. Verilerin etik ilkeler çerçevesinde kullanılabilmesi amacıyla ilgili kişilerden izin talep edilmiş ve özellikle Türkiye merkezli kullanıcıların analiz edilmesine özen gösterilmiştir. İncelemeye alınacak profillerin belirlenmesinde; #sustainableclothing, #sürdürülebiliryaşam, #sürdürülebilirmoda, #slowfashion, #secondchance, #etikmoda, #minimalizm, #kapsülgardırop, #hızlımodayaalternatif gibi hashtagelerden yararlanılmış ve seçim sürecinde çok boyutlu değerlendirme kriterleri dikkate alınmıştır.

Tablo 4.1: Etkileyici profilleri

Etkileyici	Intagram Profili	Uzmanlık Alanı	Takipçi Sayısı	İçerik Türü
Begüm Yağcı	@surdurulebilir_bir_yasam	Sürdürülebilir Bir Blog Yazarı/Sürdürülebilir Tekstil Gönüllüsü/Kapsül Gardırop Uygulayıcısı	92000	Giyim ve Moda
Burçin Akgün Ünaldı	@styleboom	Sürdürülebilir Moda Bloggerı/Ekonomist	180000	Giyim ve Moda
Cemre Sıla Atılgan Otar	@cemresilatilgan	Sürdürülebilir Ürün Geliştirme ve Çevre Mühendisi/Yavaş Moda ve Sürdürülebilir Yaşam Gönüllüsü	185000	Giyim ve Moda
Gözde Özbey	@ekolojikyolum	Dijital İçerik Üreticisi/Yeşil Influencer (Greenfluencer)	32900	Giyim ve Moda
Hale Acun Aydın	@turkisiminimalizm	Yazar/Podcaster	120000	Giyim ve Moda
Utku Yılmaz	@benutkuyilmaz	Dijital İçerik Üreticisi/Kentte Ekolojik Hayat	104000	Giyim ve Moda

5. Verilerin Analizi

Sürdürülebilir yaşam biçimlerini teşvik eden yavaş moda etkileyicilerinin dijital mecralardaki paylaşımlarını analiz ederken dikkate alınması gereken çeşitli nitelikler bulunmaktadır. Bu tür etkileyiciler, genellikle çevresel sorumluluk, etik üretim ilkeleri ve bilinçli tüketim anlayışı etrafında

şekillenen değerleri ön plana çıkarmaktadır. Yapılan analizde, bu kişilerin hem görsel hem de yazılı dijital materyaller üzerinden takipçileriyle nasıl etkileşim kurdukları detaylı biçimde ele alınmıştır.

Altı yavaş moda etkileyicisinin paylaştığı görsel ve yazılı içerikler üzerinden yürütülen analizde, bu kişilerin bilinçli moda anlayışını dijital ortamda nasıl aktardıkları irdelenmiştir. Çalışmada, söz konusu kişilerin takipçilerine sürdürülebilir giyim anlayışını tanıtma ve onları daha çevreci yaşam pratiklerine yönlendirme biçimleri incelenmiştir. Her bir Instagram paylaşımı ayrı ayrı ele alınmış, bu kapsamda yalnızca görsel unsurlar (fotoğraf, video) değil, aynı zamanda görsellerle bütünlük oluşturan yazılı bileşenler (açıklamalar, başlıklar ve etiketler) de değerlendirilmiştir. Bu içeriklerin analizinde, video paylaşımlarından elde edilen metinler de dâhil olmak üzere, tüm metinsel veriler üzerinden niteliksel bir tematik çözümleme gerçekleştirilmiştir.

NVivo 12 yazılımından faydalanılarak veriler organize edilmiş, ardından tümevarımsal bir yaklaşımla analiz süreci ilerletilmiştir. İlk aşamada, tümevarımsal bir yaklaşımla veriler anlamlı kategoriler altında gruplandırılmıştır. Sürecin ilerleyen aşamalarında ise, yavaş moda etkileyicilerinin bu harekete nasıl katkı sağladıklarına dair belirgin temalar ortaya çıkmıştır. Nihai kodların oluşturulması ise, iki kodlayıcı tarafından yapılan kodlamaların karşılaştırılması, uyumsuzlukların gözden geçirilerek birleştirilmesi ve yeniden yapılandırılmasıyla gerçekleştirilmiştir.

Tablo 5.1. Araştırmadaki Kodlar

Kodlar
Yavaş Moda Bilinci Yaratmak
Sürdürülebilir Bir Yaşam Tarzını Teşvik Etmek
İsraftan Kaçınmanın Yollarını Öğretmek
Etiket Okuma Bilinci Kazandırmak

6. Bulgular

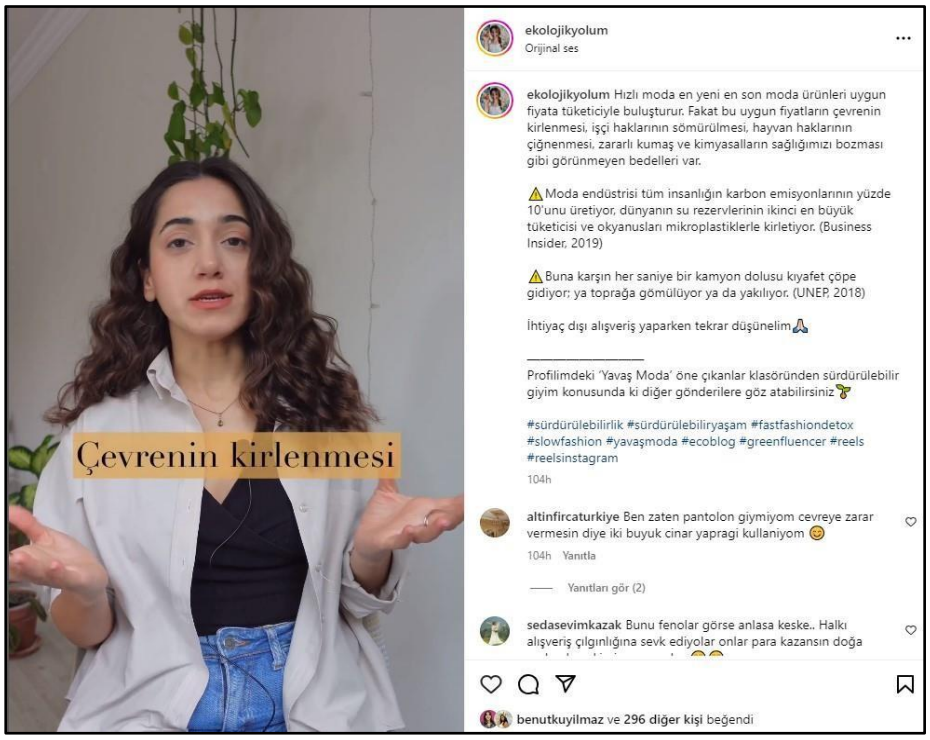
Sürdürülebilirlik, moda endüstrisinde giderek daha fazla önem kazanan bir kavram haline gelmektedir. Bu bağlamda, yavaş moda etkileyicileri de bireylerin tüketim alışkanlıklarını yönlendirme gücüne sahip önemli aktörler arasında yer almaktadır. Yapılan analizler, yavaş moda etkileyicilerinin bu sorumluluğun bilinciyle hareket ederek sürdürülebilir yaşam tarzlarını teşvik ettiklerini ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgulara göre, bu etkileyiciler yavaş moda hareketine dört temel strateji aracılığıyla katkıda bulunmaktadır: yavaş moda bilinci yaratmak, sürdürülebilir bir yaşam tarzını teşvik etmek, israftan kaçınmanın yollarını öğretmek ve etiket okuma bilinci kazandırmak bu stratejiler arasındadır.

6.1. Yavaş Moda Bilinci Yaratmak

Günümüzün hızla değişen tüketim dinamikleri içinde, çevresel sorumluluk ve etik ilkeler giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu dönüşüm sürecinde, yavaş moda etkileyicileri, dijital mecraların etkileşim gücünden yararlanarak bireylerde sürdürülebilir giyime yönelik farkındalık oluşturma misyonu üstlenmektedir. Yavaş moda yalnızca kıyafet tercihlerini değil, aynı zamanda bireylerin tüketim yönelimlerini etkileyen bütüncül bir yaşam anlayışını yansıtmaktadır. Bu doğrultuda, yavaş moda

etkileyicileri; hızlı üretim ve tüketim döngüsünün yol açtığı ekolojik ve toplumsal sorunlara dikkat çekerek, daha bilinçli tercihlere yönelim konusunda kitleleri teşvik edebilecek konumdadır.

Gözde Özbey, hızlı modanın çevresel etkilerine değinerek, tüketicileri alışveriş tercihlerini gözden geçirmeye teşvik ederek daha sürdürülebilir ve etik bir moda endüstrisinin oluşturulmasına katkıda bulunduğu paylaşımında şu sözlere yer verilmektedir:



Resim 6.1. : Gözde Özbey'in hızlı modanın çevresel etkilerini anlattığı video görüntüsü

Hızlı moda en yeni, en son moda ürünleri uygun fiyata tüketiciyle buluşturur. Fakat bu uygun fiyatların çevrenin kirlenmesi, işçi haklarının sömürülmesi, hayvan haklarının çiğnenmesi, zararlı kumaş ve kimyasalların sağlığımızı bozması gibi görünmeyen bedelleri var.

-Moda endüstrisi tüm insanlığın karbon emisyonlarının yüzde 10'unu üretiyor, dünyanın su rezervlerinin ikinci en büyük tüketicisi ve okyanusları mikro plastiklerle kirletiyor.

-Buna karşın her saniye bir kamyon dolusu kıyafet çöpe gidiyor; ya toprağa gömülüyor ya da

yakılıyor (@ekolojikyolum).

Bu paylaşım, yavaş moda bilinci oluşturma açısından güçlü bir etki yaratmaktadır. Hızlı moda endüstrisinin düşük fiyatlarla sunduğu ürünlerin, çevre kirliliği, işçi hakları ve sağlık üzerindeki olumsuz etkileri, somut verilerle desteklenerek dikkat çekici bir şekilde anlatılmaktadır. Moda endüstrisinin küresel karbon emisyonlarındaki payı, su tüketimi ve okyanuslardaki mikro plastik kirliliği gibi istatistikler, çevresel sorunların ciddiyetini ortaya koymaktadır. Ayrıca, her saniye bir kamyon dolusu kıyafetin çöpe gitmesi, tüketim alışkanlıklarının sürdürülebilirlik bağlamında yeniden değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Böylece, takipçileri etik ve sürdürülebilir tüketim konusunda bilinçlendirerek, yavaş moda hareketine yönelmelerini teşvik etmektedir.

Hale Acun Aydın, tüketicilerin hızlı moda ürünleri seçimlerinin moda endüstri üzerindeki etkilerine odaklanarak, özellikle su tüketimi açısından kritik olan pamuğun kullanımını sorgulamaktadır:

Resim 6.2.: Hale Acun Aydın'ın hızlı modanın çevresel etkilerini anlattığı paylaşımı

> Moda endüstrisi sürdürülebilir bir dünya için bizim en çok etkimiz olan alanlardan. Seçimlerimizle bir cevap vermemiz mümkün.
>
> 2700 litre bir pamuklu tshirtün/ gömleğin sıfırdan size ulaşmasında ortalama olarak harcadığı su.
>
> Pamuk, yüksek miktarda su tüketen bir ürün. Ortalama bir tişört için gereken 250 gramlık pamuğu üretmek için 3000 litreye yakın su harcanıyor.
>
> Pamuk, keten, bambu gibi lifler yine kıyafetlerimiz için tercih edebileceğiniz doğal seçenekler.
>
> Bu paylaşımla amacım pamuk kullanmayın demek değil sadece bilinçli tüketim yapmanın altını çizmek (@turkisiminimalizm).

Bu paylaşımda yavaş moda etkileyicisi, moda endüstrisinin çevresel etkilerine dikkat çekerek takipçilerini bilinçli tüketime yönlendirmeyi amaçlamaktadır. Özellikle bir tişörtün üretiminde harcanan su miktarını vurgulayarak, görünmeyen çevresel maliyetler konusunda farkındalık yaratmayı hedeflemektedir. Etkileyici, pamuk gibi doğal liflerin yüksek su tüketimiyle ilişkilendirilen çevresel etkilerini gözler önüne sererken, aynı zamanda keten ve bambu gibi daha sürdürülebilir malzeme alternatiflerini de sunarak takipçilere çözüm odaklı bir yaklaşım sunmaktadır. Bu yaklaşım, hızlı

tüketime karşı bir duruş sergileyen yavaş moda anlayışının yaygınlaştırılmasına katkı sağlamakta ve etkileyicinin sosyal medya aracılığıyla sürdürülebilir yaşam tarzlarını teşvik etme misyonunu yansıtmaktadır.

6.2. Sürdürülebilir Bir Yaşam Tarzını Teşvik Etmek

Instagram gibi görsel ağırlıklı sosyal medya platformları, yavaş moda hareketinin savunucuları tarafından sürdürülebilir yaşam tarzlarını yaygınlaştırmak amacıyla etkili bir iletişim aracı olarak kullanılmaktadır. Sürdürülebilir yaşam tarzlarını yaygınlaştırmak ikinci el alışverişin sürdürülebilir giyim pratiğindeki önemini vurgulayan Gözde Özbey bir paylaşımında, tüketicileri düşünmeye ve alışveriş alışkanlıklarını sürdürülebilir bir yöne evirmeye teşvik etmektedir. Söz konusu video paylaşımında Özbey, şunları dile getirmektedir:

Resim 6.3. Gözde Özbey'in ikinci el alışverişin önemini anlattığı video görüntüsü

> İkinci el alışveriş konusu benim sürdürülebilir giyim kapsamında çok önemsediğim, kendi hayatımda da çok çözüm olan bir adım gerçekten. …İhtiyaçlarımız değişebilir, kilo alıp verebiliriz, yaşam tarzımız değişebilir. Dolayısıyla yeni ürünlere ihtiyaç duyabiliriz. İşte tam da o noktada yeni bir şeyler satın almadan önce zaten hepimiz de bir şekilde atıl durumda kalan kıyafetler o kadar çok ki, zaten şu anda piyasada üretilmiş o kadar çok kıyafet var ki yenilerinin neden üretildiğini bile yani anlamak zor hakikaten. Dolayısıyla bunların kendi arasında dolaşımını sağlayan sistemler kurmak yani ikinci el alışveriş yapmak gerçekten inanılmaz harika. Yani zaten var olanı yeni kaynak tüketimine yol açmadan kullanıyorsun. Hem onun kullanım ömrünü uzatıyorsun hem de kendi ihtiyaçlarını karşılıyorsun (@ekolojikyolum).

Gözde'nin yaptığı bu paylaşım, sürdürülebilir giyim anlayışını yalnızca teorik bir çerçevede sunmakla kalmamakta, aynı zamanda bireysel deneyim üzerinden somut bir davranış modeli önermektedir. Özellikle ikinci el alışverişin, mevcut kaynakların daha verimli kullanılması açısından ne kadar önemli olduğu vurgulanmakta ve bu alışkanlığın hem bireysel ihtiyaçlara çözüm sunduğu hem de çevresel etkiyi minimize ettiği ifade edilmektedir. Paylaşımda dikkat çekilen "zaten üretilmiş olanın yeniden dolaşıma kazandırılması" fikri sürdürülebilir tüketim ilkeleriyle doğrudan örtüşmektedir. Ayrıca, beden değişimi

ya da yaşam tarzı gibi dinamik faktörlerin tüketim davranışlarını nasıl etkilediği üzerinde durularak, ikinci el ürün kullanımının bu değişken koşullara esnek bir çözüm sunduğu belirtilmektedir. Bu yönüyle paylaşım, tüketimi tümüyle reddetmeden, mevcut ürünlerin tekrar kullanımına dayalı bir sürdürülebilirlik anlayışını teşvik etmektedir.

6.3. İsraftan Kaçınmanın Yollarını Öğretmek

Yavaş moda etkileyicileri, takipçilerine israfla mücadele konusunda rehberlik ederek sürdürülebilir yaşam pratiklerinin benimsenmesinde önemli bir rol üstlenmektedir. Bu kişiler, sürdürülebilir moda anlayışı ve bilinçli tüketim ilkeleri doğrultusunda, bireyleri gereksiz tüketime karşı bilinçlendirmeye yönelik çeşitli stratejiler sunmaktadır. Özellikle kaliteli ve uzun ömürlü ürünlerin tercih edilmesi, yalnızca ihtiyaç duyulan ürünlerin satın alınması, kıyafet bakımının ve onarımının ihmal edilmemesi gibi uygulamalar bu stratejiler arasında öne çıkmaktadır. Bu sayede tüketicilerin satın alma kararlarında daha rasyonel ve çevre dostu bir yaklaşım geliştirmeleri hedeflenmektedir.

Aynı zamanda yavaş moda etkileyicileri, ikinci el alışverişi teşvik eden ve mevcut kıyafetlerin yeniden kullanımını destekleyen içeriklerle takipçilerine pratik ve sürdürülebilir alternatifler sunmaktadır. Bu yaklaşım, yalnızca bireysel tasarrufları artırmakla kalmamakta, aynı zamanda tekstil israfını azaltarak çevresel etkilerin en aza indirilmesine de katkı sağlamaktadır. Etkileyicilerin bu yöndeki çabaları, modaya yönelik algının dönüşmesine olanak tanımakta ve tüketicilerde daha sorumlu bir alışveriş kültürünün gelişmesini teşvik etmektedir.

Kıyafetlerin uzun süreli kullanımının sürdürülebilir moda hareketi içinde önemli bir yer tuttuğu günümüzde, Begüm'ün yavaş modaya dair yaptığı bu paylaşım, israfın önlenmesi bağlamında yaptığı eleştiri kayda değer bir yaklaşım yansıtmaktadır.

Resim 6.4: Begüm Yağcı'nın israfın önlenmesine örnek bir video görüntüsü

Bugün sürdürülebilir kıyafet bakımında kullanmadığım başka bir ürünü anlatmak istiyorum size. Nedir o derseniz ben asla kurutma makinesi kullanmıyorum. Kullanmaya da kendi adıma karşıyım. Öncelikle tekstilci olarak neden karşı olduğumu söyleyeyim;

1. Kıyafetinizi çok hırpalıyor ve ömürlerini çok kısaltıyor. Çünkü kurutma makinesinin mantığında kıyafetlerinizi vurarak böyle bir kurutma sistemi var.

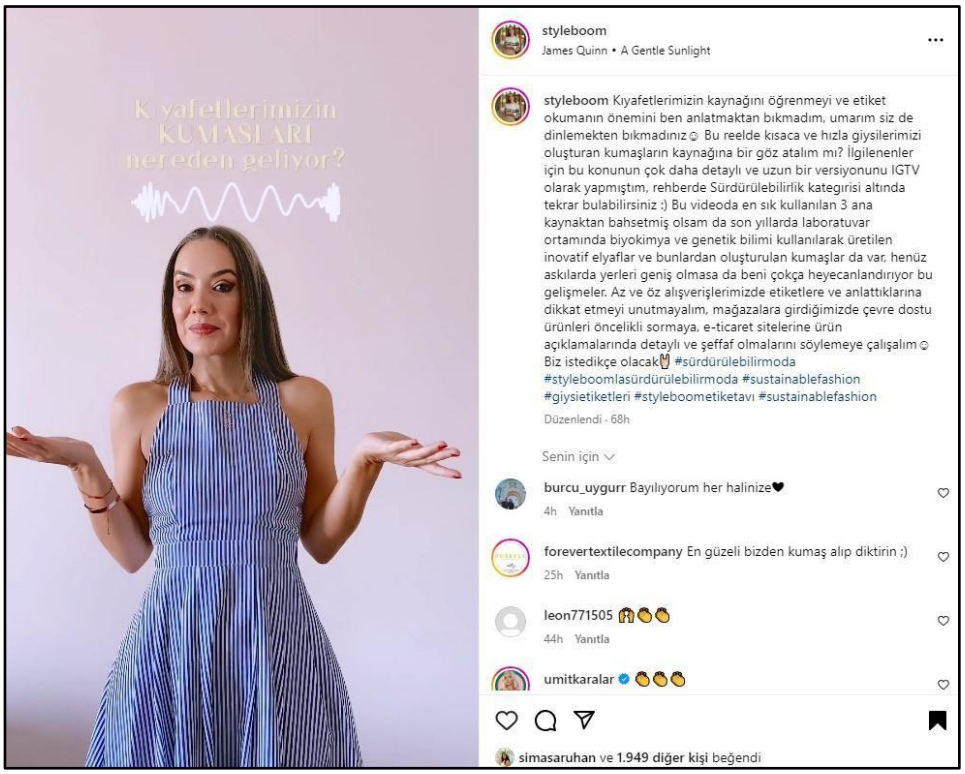
2. Kurutma makinesi inanılmaz bir enerji yiyici. Kurutma makineleri çok yüksek oranda elektrik kullanır ve bu gerçekten ihtiyaç dâhilinde değildir (@styleboom).

Begüm'ün bu paylaşımı, sürdürülebilirlik çerçevesinde giysi bakımının önemini vurgulamakta ve israfı önlemeye yönelik somut bir öneri sunmaktadır. Etkileyici, kurutma makinesi kullanımına karşı kişisel bir duruş sergilemekle kalmamakta, aynı zamanda bu tercihini hem tekstil bilgisiyle gerekçelendirmekte hem de enerji tüketimi bağlamında çevresel etkilerine dikkat çekmektedir. Bu tür içerikler, tüketicilere yalnızca alışveriş tercihlerinde değil, mevcut giysilerin kullanım ve bakım süreçlerinde de bilinçli hareket etmenin sürdürülebilirlik açısından ne denli önemli olduğunu göstermektedir. Kıyafetlerin kurutma makinelerinde zarar görmesi, ürünlerin ömrünü kısaltarak daha sık yenilenme ihtiyacı doğurmakta ve bu durum hem ekonomik hem de çevresel düzeyde israfa neden olmaktadır. Öte yandan, kurutma makinelerinin yüksek enerji tüketimi nedeniyle çevresel ayak izini artırması, enerji verimliliği açısından da bu tercihin eleştirilmesini anlamlı kılmaktadır.

6.4. Etiket Okuma Bilinci Kazandırmak

Günümüzde moda, yalnızca bireylerin dış görünüşlerini şekillendiren estetik bir unsur olmaktan çıkarak, aynı zamanda çevresel ve etik duyarlılıkların yansıtıldığı bir ifade biçimine dönüşmüştür. Bu dönüşüm bağlamında yavaş moda etkileyicileri, sürdürülebilir giyim anlayışının dijital ortamda yaygınlaştırılmasında kilit aktörler haline gelmiştir. Özellikle etiket okuma alışkanlığının kazandırılması noktasında üstlendikleri rol, tüketicilerin daha bilinçli ve sorumlu tercihler yapmalarını teşvik etmektedir. Kumaş türleri hakkında bilgi paylaşarak, takipçilerin giyim ürünlerinin üretim süreçlerine ve çevresel etkilerine dair farkındalık kazanmalarına katkı sağlamaktadırlar. Böylece bireyler, yalnızca moda estetiği doğrultusunda değil, aynı zamanda sürdürülebilirlik ilkeleri çerçevesinde seçim yapma yetkinliği kazanmaktadır. Bu durum, tüketici davranışlarında dönüşüm yaratmanın yanı sıra sürdürülebilir moda kültürünün yaygınlaşmasına da önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır.

Yavaş moda tüketiminin temel taşlarından biri olan "etiket okuma bilincini geliştirmeye yönelik önemli bir iletişim örneği sunan Burçin paylaşımında şunlara yer vermektedir:



Resim 6.5: Burçin Akgün Ünaldı'nın etiket okuma bilinci kazandırmaya örnek video görüntüsü

> Az ve öz alışverişlerimizde etiketlere ve anlattıklarına dikkat etmeyi unutmayalım, mağazalara girdiğimizde çevre dostu ürünleri öncelikli sormaya, e-ticaret sitelerine ürün açıklamalarında detaylı ve şeffaf olmalarını söylemeye çalışalım… Kıyafetlerimizin üretildiği kumaşla r nereden geliyor? Saç teli inceliğindeki lif tekstil ham maddesinin en küçük birimi. Lifler bir araya gelerek elyafı oluşturuyor. Elyaftan iplikler üretiliyor ve ipliklerin farklı dokuma ve çözgü teknikleri ile işlenmesi ile de kumaşlar oluşuyor. Peki ya elyaflar nereden geliyor? Elyafların 3 ana kaynağı var. Pamuk, yün, keten, ipek gibi doğal elyaflar; polyester, akrilik, spandeks gibi sentetik elyaflar; tencel, liyosel, viskon, modal gibi selülozik elyaflar. Unutmayın doğal kaynaklı elyafların hepsi çevre için yüzde yüz iyidir diyemeyiz. Sentetik kaynaklı elyafların hepsi çevre için yüzde yüz kötüdür diyemeyiz. Giysilerimizin kaynağını sorgulamak ve bunu markalardan talep etmek bizim elimizde (@styleboom).

Begüm bu paylaşımında, alışveriş sırasında yalnızca ürünün görünümüne odaklanmak yerine, üretim sürecine ve kullanılan materyallere dikkat edilmesini teşvik etmekte; bu bağlamda, sürdürülebilirlik açısından kritik olan şeffaflık talebinin altını çizmektedir. Fiziksel mağazalarda çevre dostu ürünlerin özellikle sorulması ya da e-ticaret sitelerinde ürün içeriklerinin ayrıntılı bir şekilde açıklanmasının istenmesi gibi öneriler, tüketiciyi edilgen bir rolden çıkararak aktif ve bilinçli bir pozisyona taşımaktadır. Etkileyicinin lif, elyaf ve kumaş üretim süreciyle ilgili verdiği bilgiler, takipçilerin yalnızca giysilerin son halini değil, hammaddelerinin kaynağını da sorgulamalarını mümkün kılmakta; doğal ve sentetik elyafların çevresel etkilerine dair önyargısız ve dengeli bir yaklaşımı teşvik etmektedir. Bu yaklaşım,

bilgiye dayalı tüketici davranışının önemini vurgulamakta ve sürdürülebilir moda anlayışının derinleştirilmesine katkıda bulunmaktadır.

7. Sonuç

Yavaş moda etkileyicileri, yalnızca bireysel içerik üreticileri olmanın ötesine geçerek, dijital çağın sunduğu olanaklarla şekillenen etkileşim temelli bir iletişim ağı içinde konumlanmaktadır. Bu kişiler; teknolojiyle iç içe geçmiş yaşam tarzlarına sahip olmalarının yanı sıra, çevrimiçi platformları etkin bir şekilde kullanarak geniş kitlelere ulaşmakta ve sürdürülebilir moda anlayışını yaygınlaştırmaktadır. Popüler etiketler, dikkat çekici görsel içerikler ve katıldıkları ya da düzenledikleri çeşitli dijital ve fiziksel etkinlikler aracılığıyla, takipçileriyle sürekli bir etkileşim halinde kalmakta; böylece yavaş moda hareketini sadece tanıtmakla kalmayıp, aynı zamanda bir yaşam biçimi olarak benimsenmesini de teşvik etmektedir. Bu yönüyle yavaş moda etkileyicileri, teknolojik araçlarla desteklenen, çok boyutlu ve dinamik bir sosyal sistemin önemli aktörleri arasında değerlendirilmektedir (Schöps, Reinhardt, & Hemetsberger, 2022).

Bu çalışmada, yavaş moda etkileyicilerinin ürettikleri dijital içerikler aracılığıyla sürdürülebilirlik ve yavaş moda kavramları bağlamında üstlendikleri roller detaylı biçimde incelenmiştir. Söz konusu etkileyicilerin, tüketicileri sürdürülebilir moda ve bilinçli tüketim davranışları konusunda nasıl motive ettikleri, yönlendirdikleri ve bu süreçte hangi stratejileri benimsedikleri değerlendirilmiştir. Ayrıca, tüketici davranışlarının yalnızca bireysel tercihlerle sınırlı kalmadığı; aksine, sosyal etkileşimler ve kolektif değerler çerçevesinde şekillendiği gerçeğine dikkat çekilerek, bu davranışların toplumsal bir bağlamda ele alınmasının gerekliliği vurgulanmıştır.

Geleneksel moda etkileyicilerinden farklı olarak, yavaş moda etkileyicileri yalnızca kişisel tarzlarını sergilemekle kalmamakta; aynı zamanda, sürdürülebilir tüketim alışkanlıkları ve döngüselliğin nasıl benimsenebileceği konusunda takipçilerine pratik beceriler sunmaktadır. Bu yönüyle, yavaş moda etkileyicilerinin, günlük yaşamda kültürel değişimlerin önemli birer öncüsü oldukları söylenebilmektedir. Misyonları, yalnızca erişilebilir rol modelleri sunmak değil; aynı zamanda, tüketicilerin alışkanlıklarını dönüştürebilecek somut araçlar ve alternatifler sağlamak olarak tanımlanabilmektedir. Bu bağlamda, yapılan çalışma, yavaş moda etkileyicilerinin sürdürülebilir bir moda sistemine geçişteki kritik rollerini daha derinlemesine anlamamıza katkı sağlamaktadır. Yavaş moda tüketimi, kişisel tercihler veya tekil pratiklerle sınırlı olmayan, dijital çağın dinamikleri ve teknolojisiyle bütünleşen bir yaşam tarzı olarak değerlendirilmelidir (Kaivonen vd, 2024).

Sonuç olarak, yavaş moda etkileyicilerinin dijital platformlar aracılığıyla tüketiciler üzerinde yaratmış olduğu etki, yalnızca bir moda akımından öte, toplumsal bir dönüşümün önemli bir parçası haline gelmektedir. Bu etkileyiciler, sürdürülebilir tüketim alışkanlıklarını teşvik eden pratik bilgiler sunarak, bireysel davranışları dönüştürmekle kalmamış, aynı zamanda kolektif bir bilinç oluşturulmasına da öncülük etmektedir. Yavaş moda hareketi, dijital çağın dinamikleriyle birleşerek, tüketici davranışlarını sadece kişisel seçimlerden değil, kültürel ve toplumsal bir değişim sürecinden beslenen bir olguya dönüştürmektedir. Bu bağlamda, yavaş moda etkileyicilerinin gelecekteki rolü, sadece moda dünyasında değil, daha sürdürülebilir bir toplum yapısının inşasında da belirleyici olacaktır.

KAYNAKÇA

Appel, G., Grewal, L., Rohanda, H., & Stephen, A. (2020). The future of social media in marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science, 48*, 79-95.

Bello, K., Muceko, H., & Ndoka, M. (2021). Fashion sector and Instagram influencers. The case of Albania. *Weas Transactions on envirenment and development, 17*, 1095-1102.

Bozacı, İ., & Bulat, F. (tarih yok). Instagram sanal etkileyicileri ile moda pazarlaması: Bir içerik analizi. *The Turkish Online Journal of Design, 10*(4), 468-478.

Fletcher, K., & Tham, M. (2015). Handbook of sustainability and fashion branding sustainability. *Routledge International Handbooks.*

Jacobson, J., & Harrison, B. (2022). Sustainable fashion social media ınfluencers and content creation calibration. *International Journal of Adversiting, 41*, 152-153.

Kaivonen, I., Mesiranta, N., & Narvanen, E. (2024). I do what ı do to drive change: the social-symbolic work of sustainable fashion influencers. *Fashion Theory*, 1-25.

Kozinets, R. (2002). The field behind the screen-using netnography for marketing research in online communitiea. *Journal of Marketing Research, 39*(1), 61-72.

Lindh, C., & Johnstane, L. (2017). The sustainability-age dilemma: A theory of (un) planned behaviour via influencers. *Journal of Consumer Behaviours*, 1-13.

Schöps, J., Reinhardt, C., & Hemetsberger, A. (2022). Sticky market webs of connection- human and nonhuman market co-codification dynamics across social media. *European Journal of Marketing, 56*(13), 78-104.

Yücel, S., & Tiber, B. (2018). Hazır Giyim Endüstrisinde Sürdürülebilir Moda. *Journal of Teztiles and Engineer, 25*(112), 370-380.

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAPSAMINDA DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN KATKISI

Fatma Gül IŞIK[1]
Yusuf IŞIK[2]

ÖZET

Bu çalışma, dijital dönüşümün sürdürülebilirlik üzerindeki rolünü incelemektedir. Dijital teknolojiler, ekonomik, çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır. Yapay zekâ, büyük veri, nesnelerin interneti (IoT) ve blokzincir gibi dijital çözümler, enerji verimliliğini artırma, karbon ayak izini azaltma ve kaynak yönetimini optimize etme açısından büyük katkılar sağlamaktadır. Araştırma kapsamında, Birleşmiş Milletler ve diğer uluslararası kuruluşlar tarafından yayımlanan raporlar incelenerek dijitalleşmenin sürdürülebilir kalkınmaya etkileri analiz edilmiştir. Bulgular, dijital teknolojilerin iş dünyasından kamu yönetimine, sağlık ve eğitim sektörlerinden enerji yönetimine kadar geniş bir alanda sürdürülebilirlik dönüşümünü desteklediğini göstermektedir. Dijital kamu hizmetleri, akıllı şehirler ve yeşil teknoloji uygulamaları gibi alanlarda dijitalleşmenin sunduğu fırsatlar ele alınmıştır. Bununla birlikte, dijital uçurum, veri güvenliği ve enerji tüketimi gibi konular dijital dönüşümün sürdürülebilirliğe yönelik bazı zorluklar oluşturabileceğini göstermektedir. Bu bağlamda, dijital altyapıya yatırım yapılması, yeşil dijital teknolojilerin teşvik edilmesi, dijital becerilerin yaygınlaştırılması ve kapsayıcı dijital politikaların geliştirilmesi önerilmektedir. Sonuç olarak, dijital dönüşüm, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada kritik bir araç olmakla birlikte, bu süreçte karşılaşılan zorlukların aşılması için kapsamlı stratejilere ve çok paydaşlı iş birliklerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Dijital Dönüşüm, Yeşil Teknolojiler, Akıllı Şehirler, Dijital Kamu Hizmetleri, Veri Yönetimi

[1]Öğr. Gör. Dr, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, fatmagulkarabas@hotmail.com, ORCID No: 0000-0001-3835-8353
[2]Doç. Dr., Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, isik.yusuf@hotmail.com, ORCID No: 0000-0001-5842-4365

1. Giriş

Dijital dönüşüm ve sürdürülebilirlik arasındaki ilişki, günümüz iş dünyasında giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Genel olarak dijital dönüşüm, bir organizasyonun iş süreçlerinin, kültürel ve deneyimlerinin yaygınlaştırılması amacıyla dijital teknolojilerin benimsenmesi sürecidir. Bu dönüşüm, sadece süreçlerin teknolojik yapılarını değil, aynı zamanda iş modellerini ve oluşturma hedeflerini de yeniden şekillendirmeyi mümkün kılmayı gerekli kılar (Klein, 2020, s.998; Tunçsiper, 2023, s.22). Özellikle, dijital dönüşüm terimi bilgi, bilgi işlem, iletişim ve bağlantı teknolojilerinin kombinasyonları yoluyla bir varlığın özelliklerinde önemli değişiklikler tetikleyerek onu iyileştirmeyi amaçlayan bir süreci ifade eder (Vial, 2019, s. 118). Palfreyman (2020), dijital dönüşüm kavramını açıklarken farklı bir bakış açısı kullanarak, "teknik ayrıntıları arka plana atan ve kullanmanın nasıl bir his olduğunu ön plana çıkaran" ifadesiyle dijital dönüşümün iş süreçlerine getirdiği avantaja dikkat çekmiştir. Tüm bu değerlendirmeler dijital dönüşümün ne olduğunu, kapsamını, faydasını birbirinden bağımsız veya bir bütün içinde sunabilir. Bu çalışmanın amacı kapsamında değerlendirdiğimizde dijital dönüşümün sürdürülebilirlik açısından önemi üzerinde değerlendirmeler ön plana çıkacaktır. Literatür tarandığında bu kapsamda çok sayıda ulusal ve uluslararası çalışma dikkat çekmektedir.

Enerji ve yenilenebilir kaynaklar açısından Malcom (2024), akıllı şebekelerin sürdürülebilir enerji yönetiminde kritik bir role sahip olduğunu hem müşteri hem de üretici arasında iki yönlü iletişim imkânı sunarak enerji dağıtımlarını gerçek zamanlı olarak yönetme yeteneğini sağladığını belirtmiştir. Özellikle sürdürülebilirlik açısından bakıldığında Olatunde, Okwandu, Akande ve Sikhakhane (2024), akıllı şebekelerin, enerji kayıplarını azaltarak daha yüksek enerji verimliliği sağladığını, Corbett, Wardle ve Chen (2018), akıllı ölçüm sistemlerinin enerji tüketiminde daha bilinçli kararlar alınmasını sağlayarak, tüketicilerin enerji tasarrufu yapmalarına yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Bu kapsamda diğer bir unsur IoT tabanlı enerji yönetimi'dir. Suherman, Nataraja, Pratama ve Kahfi (2023), IoT tabanlı enerji yönetiminin hem bireysel kullanıcılar hem de büyük ölçekli enerji sistemleri için enerji tasarrufunu teşvik eden bir dizi özellik sunduğunu dile getirirken, Tietieriev (2023), enerji tüketiminde farkındalığı artırarak gereksiz harcamaları azalttığını, Annura, Arabikum, Aminingrum, Ulu, Wahyudi, ve Zuhriyah (2022), enerji tüketimini optimize etmesiyle maliyetleri düşürerek çevresel etkileri azaltabilir olmasına dikkat çekmişlerdir. Bu kapsamda son olarak blokzincir ve yeşil enerji sertifikalandırmanın sürdürülebilirlik sürecine etkisi için Taherdoost (2024), yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerjinin izlenebilirliğini artırdığını, tüketicilere ve yatırımcılara daha güvenilir bir bilgi sunması yönüyle de sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılmasında önemli bir rol oynadığını belirtmiştir. Ning, Zhang, Guo, Zhang, Liu, ve Ma (2023), blokzincir sayesinde, yeşil enerji sertifikalarının (REC-Renewable Energy Certificate) oluşturulması, dağıtılması ve ticaretinin daha etkin bir hale geldiğini belirtmişlerdir. Tüm bu faydalarının yanısıra Mao ve Fujii (2023), blokzincir uygulamalarının genellikle yüksek enerji tüketimi gerektirdiğini ifade etmişlerdir.

Üretim ve sanayi (endüstri 4.0) açısından bakıldığında Raj ve Kos (2022), otonom robotlar ve yapay zekâ kullanımı için insan müdahalesine ihtiyaç duymadan görevleri yerine getirebilme yetenekleri sayesinde kaynakların daha etkin bir şekilde kullanılmasına olanak tanıdığını, bu yönüyle de enerji verimliliğini artırırken, çevresel sürdürülebilirlik açısından olumlu yönde etkiler bıraktığını belirtmiştir. Malzeme israfını azaltma, enerji tüketimini optimize etme ve sürdürülebilir malzemelerin kullanımını teşvik etme potansiyeline sahip olan 3D Baskı (Eklemeli imalat - Additive Manufacturing) için Oussai, Bártfai,ve Kátai (2021), geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı ile plastik ve diğer maddelerin yeniden değerlendirilebileceğini ifade ederken, Behm, Waite, Hsieh ve Helmus (2018), genellikle fosil yakıt kaynaklı plastikler kullanımı ile gerçekleşen bu unsurun uzun vadede çevresel zarara yol açabileceğini belirtmiştir. Diğer bir unsur olan IoT ve sensörler ile önleyici (kestirimci) bakım için López, Rosabal,

Ruíz-Guirola, Raghuwanshi, Mikhaylov, Lovén ve Iyer (2023), ekipman ve sistemlerin gerçek zamanlı izlenmesine olanak tanırken, bakım faaliyetlerini optimize ederek maliyetleri ve duruş sürelerini azaltma imkânı sunduğunu belirtmişlerdir. Böylece, işletmelerin çevresel etkilerini minimize etmeleri ve kaynaklarını daha verimli bir şekilde kullanmaları mümkün olacaktır. Bu grupta son enstrüman olarak dijital depo yönetiminin sürdürülebilirlik ilişkisi incelenmiş olup, Ali ve Phan (2022), gerçek zamanlı izleme ile verimlilik artışı; Gültekin ve Deste (2021) enerji optimizasyonunun sağlanması, Elbouzidi, Artiba, Pellerin, Lamouri, Valencia ve Bélanger (2023), işletmelerin karbon ayak izlerini önemli ölçüde azalttığını ifade etmişlerdir.

Tarım ve gıda sektörü açısından, dijital dönüşümün tarım ve gıda sektörüne yansımasının somut örnekleri olarak dijital tarım ve akıllı sulama**,** dikey tarım ile IoT ve blockchain ile gıda takibi gibi enstrümanlar karşımıza çıkmaktadır. Dijital tarım ve akıllı sulama teknikleri kullanımı ile Erbey (2024), su kaynaklarının verimli kullanılabileceğini; Duman (2022), mahsul kalitesinin arttırılabileceğini; Suzer (2023), toprağın nem seviyesinin otomatik takibiyle su israfının en aza indirilebileceğini belirtmişlerdir. Şehirleşmenin hızlanmasıyla dikey tarım ve IoT şehirlerin tarımsal ihtiyaçlarını karşılamada önemli çözümler sunmaktadır. Madushanki, Halgamuge ve Syed (2019), dikey tarım ile sınırlı alanlarda maksimum verimin alınabilmesi için su tüketiminin azaltılmasının sağlanabildiğini ve besin maddelerinin daha verimli kullanılabildiğini ifade etmişlerdir. Blockchain ile yapılan gıda takibi devrim niteliğinde bir çözüm sunarak gıda tedarik zincirine güvenlik ve şeffaflık getirmiştir. Bu kapsamda Hurduzeu ve Popescu (2024), gıda güvenliğinin sağlanması adına ürünlerin üretiminden depolanmasına ve dağıtımına kadar tüm aşamalarının değiştirilemez verilerle kaydedildiğini belirtmişlerdir.

Ulaşım ve lojistik açısından, akıllı ulaşım sistemleri (ITS), elektrikli ve otonom araçlar, dijital tedarik zinciri yönetimi ve dronlarla teslimat gibi unsurlar, günümüz lojistik ve ulaşım sektörlerinde giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Utku (2023), akıllı şehirlerin gelişimiyle birlikte, ulaşım alanındaki taleplerin artması, trafik yönetimini ve çevresel etkileri en aza indirmek için akıllı ulaşım sistemlerinin geliştirilmesini kaçınılmaz görmekte; Ajao (2023), otonom elektrikli araçların kullanımıyla hem ulaşım güvenliğini artırma hem de şehir içi ulaşımda karbon salınımının azaltılmasını mümkün görmektedir. Gedik (2021), dijital tedarik zinciri yönetimi uygulaması ile sürecin şeffaflaştığını dile getirirken, Gültekin ve Deste (2021) bu sayede çevre dostu malzemelerin kullanımını teşvik ederek üretim süreçlerinin verimliliğini arttırdığını belirtmişlerdir. Bu kapsamda diğer bir unsur da dronlar ile teslimat unsurudur. Bu kapsamda Kazancı ve Bayarçelik (2022), daha yüksek manevra kabiliyeti, çevresel etkilere yüksek duyarlılıkları, enerji verimliliği ve düşük emisyon potansiyeli ile teslimat süreçlerinin daha sürdürülebilir hale geldiğinden bahsetmişlerdir.

Tüm bunlara ek olarak, sürdürülebilirlik boyutunda dijital dönüşüm; akıllı binaların yaygınlaşması, yeşil inşaat malzemelerinin kullanımı, akıllı aydınlatma sistemleri, dijital bankacılık ve kağıtsız işlemler, yeşil kripto para ve blockchain, sürdürülebilir finansman platformları, yapay zeka ile karbon ayak izi analizi, tele-tıp ve uzaktan sağlık hizmetleri, yapay zeka ile atık yönetimi, e-reçete ve dijital hasta kayıtları, biyobaskı (bioprinting) ile organ üretimi, akıllı envanter yönetimi, karbon nötr teslimat seçenekleri, dijital ürün katalogları ve yapay zeka destekli kişiselleştirilmiş alışveriş gibi yenilikçi çözümlerle farklı sektörlerde kendini göstermektedir. İnşaat, finans ve bankacılık, sağlık, perakendecilik ve daha birçok alanda bu dönüşüm hem verimliliği artırmakta hem de çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır.

2. Yöntem ve Araştırma Kapsamı

Bu çalışmada, dijital dönüşüm araçlarının sürdürülebilirlik seviyesini artırmadaki rolünü betimlemek amacıyla alanında öncü raporların taranması suretiyle yapılmıştır. Araştırma kapsamında, Birleşmiş Milletler (BM) ve diğer uluslararası kuruluşlar tarafından yayımlanan dijital dönüşüm raporları detaylı

olarak incelenmiştir. Bu raporlar, dijitalleşmenin sürdürülebilir kalkınmaya, ekonomi yönetimine, kamu hizmetlerine ve iş gücü dinamiklerine etkilerini analiz eden küresel ölçekli kaynaklar olup, çalışmanın inceleme boyutuna esas oluşturmaktadır.
Araştırma Kapsamında İncelenen Uluslararası Raporlar;

- **Rapor 1:** Frontier Technologies for Sustainable Development (Sürdürülebilir Kalkınma için Öncü Teknolojiler) – 2018 **Hazırlayan:** BM Ticaret ve Kalkınma Konferansı (UNCTAD),
- **Rapor 2:** Digital Economy Report" (Dijital Ekonomi Raporu) – 2021 **Hazırlayan:** BM Ticaret ve Kalkınma Konferansı (UNCTAD),
- **Rapor 3:** E-Government Survey 2022: The Future of Digital Government" (Dijital Yönetimin Geleceği- 2022) **Hazırlayan:** Birleşmiş Milletler Kamu Yönetimi ve Kalkınma Bölümü (UN DESA),
- **Rapor 4:** Future of Jobs Report 2025 **Hazırlayan**: World Economic Forum

Bu raporlar arasında, BM Ticaret ve Kalkınma Konferansı (UNCTAD) tarafından yayımlanan "Digital Economy Report" (Dijital Ekonomi Raporu) BM'nin en kapsamlı ve sistematik dijital dönüşüm raporlarından biri olup, dijital ekonominin sürdürülebilir kalkınmaya etkisini analiz eden en önemli küresel referans kaynaklarından biridir. Çalışmamızda, bu raporların sunduğu veriler temel alınarak, dijital dönüşümün ekonomik, çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik boyutları üzerindeki etkileri detaylandırılmıştır.

3. Bulgular

Çalışma kapsamında incelenen raporlar detaylı bir içerik taramasına tabi tutulmuş olup, bu analizler sonucunda sürdürülebilirlik kapsamında dijital dönüşümün rolüne ilişkin elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiştir.
Rapor 1: Frontier Technologies for Sustainable Development" (Sürdürülebilir Kalkınma için Öncü Teknolojiler)

Birinci raporda dijitalleşme ve sürdürülebilirlik ilişkisi, dijitalleşme ve teknoloji kullanımı, dijital dönüşüm ve ekonomik etkileri, dijitalleşmenin toplumsal ve sosyal etkileri, dijital teknolojiler ve sürdürülebilir kalkınma ve politika önerileri olmak üzere beş ana başlık altında incelenmiştir.

- Dijitalleşme ve Teknoloji Kullanımı: Dijitalleşme, ekonomik kalkınmanın yanı sıra, çevresel sürdürülebilirlik ve toplumsal refah açısından da büyük fırsatlar sunmaktadır. Bu kapsamda öne çıkan noktalar:
    - Geleneksel iş modellerinden dijital platformlara geçiş hızlanmasıyla iş yapış şekilleri dönüşmektedir. Küçük işletmeler ve girişimciler, küresel pazarlara erişmek için e-ticaret ve dijital ödeme sistemlerinden faydalanıyor.
    - Veriye dayalı karar alma süreçleri, kamu yönetiminden sağlık hizmetlerine, sanayiden tarıma kadar geniş bir yelpazede etkin hale geliyor.
- Dijital Dönüşüm ve Ekonomik Etkileri: Dijital teknolojilerin ekonomiye entegrasyonu, üretim süreçlerini iyileştirerek verimliliği artırıyor, maliyetleri düşürüyor ve yeni iş modelleri ortaya çıkarıyor.
    - Büyük Veri ve IoT ile Endüstriyel Dönüşüm: Büyük veri ve nesnelerin interneti (IoT), endüstriyel süreçleri yeniden şekillendiriyor. Sanayi 4.0 çerçevesinde, fabrikalar artık IoT cihazları sayesinde makinelerinin performansını uzaktan takip edebiliyor ve kestirimci bakım yöntemleriyle üretim süreçlerini optimize edebiliyor.

  - Tedarik zinciri yönetiminde dijitalleşme artıyor: Şirketler, küresel tedarik zincirlerini daha iyi yönetmek için büyük veriyi analiz ederek maliyetleri düşürüyor ve teslimat sürelerini kısaltıyor.
  - İleri üretim teknolojileri, iş gücünü yeniden tanımlıyor: Otomasyon ve robotik çözümler, rutin işlerin yerine getirilmesini sağlarken, insan iş gücü daha karmaşık ve yaratıcı işlere yöneliyor.
- Akıllı Enerji Yönetimi alanında;
  - IoT ve büyük veri, enerji kullanımını optimize ediyor: Akıllı sayaçlar ve enerji yönetim sistemleri sayesinde bireyler ve işletmeler enerji tüketimlerini daha verimli hale getiriyor.
  - Yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonu hızlanıyor: Akıllı şebekeler (smart grids) sayesinde, güneş ve rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir kaynaklar daha verimli kullanılarak fosil yakıt bağımlılığı azaltılabiliyor
- Dijitalleşmenin Toplumsal ve Sosyal Etkileri: Dijitalleşme, bireylerin ve toplumların günlük yaşamını kökten değiştiriyor. Ancak, dijital uçurum, veri güvenliği ve etik sorunlar gibi önemli konular da gündeme geliyor.
  - Dijitalleşmenin Eğitim ve Sağlığa Etkisi: Dijital öğrenme platformları eğitimde fırsat eşitliği sağlıyor: Online eğitim ve açık ders platformları, gelişmekte olan ülkelerde eğitime erişimi artırıyor. Özellikle STEM (bilim, teknoloji, mühendislik, matematik) eğitimine yönelik dijital araçlar, küresel beceri açığını kapatmada kritik bir rol oynuyor.
  - Sağlık sektöründe büyük veri devrimi: Yapay zekâ destekli teşhis sistemleri ve hasta kayıtlarının dijitalleşmesi sayesinde, hastalıklar daha erken tespit edilebiliyor ve bireyselleştirilmiş tedavi yöntemleri uygulanabiliyor
  - Dijital Erişimde Eşitsizlikler: Kadınların dijital ekonomideki temsiliyeti düşük: Kadınların teknoloji sektöründeki istihdam oranı, erkeklere kıyasla hala oldukça düşük. Ayrıca, düşük gelirli ülkelerde kadınların mobil cihazlara ve internete erişimi erkeklere göre daha sınırlı.
  - Dijital uçurum genişliyor: Gelişmiş ülkelerde internet erişimi ve dijital beceriler hızla artarken, düşük gelirli ülkelerde bu konularda ciddi eksiklikler bulunuyor. Özellikle kırsal bölgelerde internet erişimi hala büyük bir sorun oluşturmaktadır.
  - Tarımda dijital dönüşüm: Büyük veri ve IoT kullanılarak, çiftçilerin su ve gübre kullanımını optimize etmeleri sağlanıyor, böylece üretim artarken çevresel etkiler azalıyor.
  - Finansal kapsayıcılığı artıran dijital çözümler: Blockchain teknolojisi ve mobil ödeme sistemleri, banka hesabı olmayan bireylerin finansal hizmetlere erişimini kolaylaştırıyor .
- Politika Önerileri: Dijitalleşmenin ekonomik ve sosyal faydalarından maksimum düzeyde yararlanabilmek için hükümetler ve uluslararası kuruluşlar aşağıdaki adımları atmalıdır:
  - Dijital altyapıya yatırım yapılmalı: Geniş bant internet ve 5G yatırımları artırılmalı.
  - Kadınların ve gençlerin dijital ekonomiye katılımı teşvik edilmeli: Eğitim programlarıyla dijital becerilerin yaygınlaştırılması sağlanmalı.
  - İnovasyon desteklenmeli: Start-up ekosistemlerine daha fazla yatırım yapılmalı ve dijital girişimciliği teşvik edecek politikalar geliştirilmelidir.
  - Dijital güvenlik ve veri koruma önlemleri artırılmalı: Siber güvenlik düzenlemeleri güncellenerek kişisel verilerin korunması sağlanmalı.

Rapor 2: Digital Economy Report" (Dijital Ekonomi Raporu) – 2021 **Hazırlayan:** BM Ticaret ve Kalkınma Konferansı (UNCTAD)

İkinci raporda dijitalleşme ve sürdürülebilirlik ilişkisi, dijital dönüşüm ve sürdürülebilir kalkınma amaçları, dijital ekonominin çevresel etkileri, dijital dönüşümün küresel eşitsizliklere etkisi, dijitalleşme, veri yönetimi ve sürdürülebilirlik, dijital ekonominin sürdürülebilir yönetimi başlıklarında incelenmiştir.

- Dijital Dönüşüm ve Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları: Dijitalleşme, sürdürülebilir kalkınmayı destekleyebilecek birçok fırsat sunuyor. Verilerin daha etkin kullanımı, enerji verimliliği, kaynak yönetimi ve karbon ayak izinin azaltılması gibi alanlarda önemli katkılar sağlıyor. Özellikle Yapay Zekâ (AI), Nesnelerin İnterneti (IoT) ve Büyük Veri Analitiği gibi teknolojiler, sürdürülebilir üretim süreçlerini optimize etmek ve karbon emisyonlarını azaltmak için kullanılabilir.
- Dijital Ekonominin Çevresel Etkileri: Dijital ekonominin getirdiği faydalara rağmen, veri merkezleri ve dijital altyapılar büyük miktarda enerji tüketiyor. Rapor, bulut bilişim ve veri merkezlerinin çevresel etkilerini ele alarak, sürdürülebilir dijital uygulamaların benimsenmesi gerektiğini vurguluyor. Yeşil bilişim (Green IT) çözümlerinin geliştirilmesi gerektiği belirtiliyor. Özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının dijital altyapılar için daha fazla kullanılması öneriliyor.
- Dijital Dönüşümün Küresel Eşitsizliklere Etkisi: Dijital dönüşümün gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasındaki ekonomik uçurumu artırabileceği ifade ediliyor. Gelişmiş ülkeler büyük teknoloji şirketleri aracılığıyla verinin büyük kısmını kontrol ederken, gelişmekte olan ülkeler dijitalleşmenin sağladığı ekonomik faydalardan yeterince yararlanamayabilir. Sürdürülebilir dijital dönüşümün sağlanması için kapsayıcı politikalar ve uluslararası iş birlikleri gerekiyor.
- Dijitalleşme, Veri Yönetimi ve Sürdürülebilirlik: Dijital ekonominin sürdürülebilir olabilmesi için adil veri yönetimi politikalarına ihtiyaç duyulduğu vurgulanıyor. Veri mülkiyeti, veri akışları ve dijital haklar gibi konuların küresel ölçekte düzenlenmesi gerektiği belirtiliyor. Verilerin kamu yararına kullanılması gerektiği, özellikle çevresel ve sosyal sorunların çözümü için büyük veri analizlerinin desteklenmesi öneriliyor.
- Dijital Ekonominin Sürdürülebilir Yönetimi: Küresel yönetişim mekanizmalarının güçlendirilmesi gerektiği vurgulanıyor. Veri yönetimi ve dijital hizmetlerin düzenlenmesi için çok taraflı iş birlikleri öneriliyor. Dijital kamu mallarının (digital public goods) yaygınlaştırılması, gelişmekte olan ülkelerin dijital ekonomiye daha adil şekilde katılmasını sağlayabilir.

Genel olarak ikinci rapor, dijital dönüşümün sürdürülebilirlik açısından hem fırsatlar hem de riskler sunduğunu belirtiyor. Sürdürülebilir bir dijital ekonomi için daha yeşil dijital altyapılar, kapsayıcı politikalar ve adil veri yönetimi stratejilerinin benimsenmesi gerektiği ifade ediliyor.

Rapor 3: E-Government Survey 2022: The Future of Digital Government" (Dijital Yönetimin Geleceği-2022) **Hazırlayan**: Birleşmiş Milletler Kamu Yönetimi ve Kalkınma Bölümü (UN DESA),

- Kamu Yönetiminde Dijitalleşme ve Sürdürülebilirlik: Dijital yönetim, devletlerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmasında kritik bir rol oynayabilir. Hızlı ve esnek yönetim modelleri, kamu hizmetlerinin daha verimli ve çevre dostu hale getirilmesine olanak tanır. Veri odaklı karar alma süreçleri, kaynak kullanımının optimizasyonu ve karbon ayak izinin azaltılmasına katkıda bulunur.
- Yeşil Dijital Dönüşüm: Şehir yönetimlerinde ve kamusal hizmetlerde yeşil dijital dönüşüm stratejileri giderek daha fazla benimsenmektedir. Akıllı trafik yönetimi, e-biletleme sistemleri,

hava kirliliği ölçüm sistemleri ve enerji tasarruflu binalar gibi projeler, sürdürülebilir kentsel yönetimi desteklemektedir.

- Veri ve Yapay Zeka Kullanımı: Yapay zeka (AI) ve büyük veri analitiği, hükümetlerin gelecekteki çevresel sorunları tahmin etmesine ve önleyici tedbirler almasına yardımcı olmaktadır. Tahmine dayalı analizler, doğal afetler, enerji tüketimi ve su yönetimi gibi alanlarda daha etkili çözümler üretilmesini sağlamaktadır.
- Dijital Hizmetlerde Sürdürülebilirlik Yaklaşımı: Kamu hizmetlerinde dijitalleşme, vatandaşların devletle olan etkileşimlerini daha verimli ve erişilebilir hale getirmek için yeniden şekillenmektedir. Giderek daha fazla hükümet, çevrim içi hizmetleri yaygınlaştırarak hem bürokratik süreçleri azaltmakta hem de kağıt tüketimini minimize ederek sürdürülebilirliği desteklemektedir.
- Yerel Yönetimlerin Rolü: Raporda, özellikle yerel yönetimlerin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada önemli bir aktör olduğu vurgulanmaktadır. Çevreci dijital dönüşüm projeleri, şehirlerin altyapısını daha dayanıklı ve çevre dostu hale getirmek için kullanılmaktadır. IoT (Nesnelerin İnterneti) ve dijital ikiz şehir modelleme teknolojileri, kentsel planlamada daha akıllı ve sürdürülebilir çözümler geliştirmeyi sağlamaktadır.

Rapor 4: Future of Jobs Report 2025 **Hazırlayan:** World Economic Forum
Dünya Ekonomik Forumu (WEF) raporunda sürdürülebilirlik ve dijital dönüşüm ilişkisi geniş kapsamda ele alınmıştır. İşte raporda öne çıkan başlıklar:

- Yeşil Ekonomi ve Dijitalleşme: Dijitalleşme, yeşil ekonomiye geçişi hızlandırmada önemli bir araç olarak görülmektedir. Özellikle enerji üretimi, depolama ve dağıtım sistemlerinde yapay zekâ (AI), büyük veri ve IoT gibi teknolojilerin kullanımı sayesinde karbon ayak izinin azaltılabileceği vurgulanmaktadır.
- Dijital Dönüşüm ve Sürdürülebilir İş Modelleri: Küresel iş dünyası, dijital çözümleri benimseyerek daha sürdürülebilir iş modellerine geçiş yapmaktadır. Şirketlerin artan şekilde iklim değişikliği ile mücadeleye odaklanmaları, sürdürülebilir tedarik zincirleri oluşturma çabalarını desteklemektedir
- Akıllı Şehirler ve Sürdürülebilir Kentsel Yönetim: Akıllı şehir çözümleri, enerji verimliliğini artıran, ulaşımı optimize eden ve çevre dostu şehir altyapıları oluşturan yenilikçi projeleri içermektedir. IoT destekli trafik yönetimi, akıllı atık toplama sistemleri ve çevresel izleme teknolojileri, kentlerin karbon emisyonlarını düşürmek için kullanılmaktadır.
- İklim Değişikliği ile Mücadelede Teknoloji: Yapay zekâ ve veri analitiği, hükümetlerin ve şirketlerin karbon emisyonlarını azaltma stratejilerini optimize etmelerine yardımcı olmaktadır. Sensör teknolojileri ve büyük veri, iklim değişikliğinin etkilerini öngörme ve bu etkileri azaltma konusunda kritik bir rol oynamaktadır.
- Sürdürülebilir İstihdam ve Yeşil Beceriler: Dijital dönüşümle sürdürülebilirlik odaklı yeni iş alanları oluşmaktadır. Yeşil beceriler kazanmak, çalışanların yeni istihdam olanaklarına erişimini kolaylaştırırken, iş gücü piyasasında sürdürülebilirliği destekleyen mesleklerin yaygınlaşmasını sağlamaktadır.
- Yapay Zekâ ve Sürdürülebilirlik: AI tabanlı sistemler, enerji tüketimini optimize etme, sanayi üretiminde atık miktarını azaltma ve lojistik süreçlerde verimlilik sağlama gibi konularda önemli katkılar sunmaktadır. Yapay zekâ destekli otomasyon, karbon emisyonlarını azaltarak sürdürülebilirliği destekleyen çözümler arasında yer almaktadır.
- Yeşil Finans ve Dijital Teknolojiler: Sürdürülebilir finansman, dijital teknolojilerin kullanımıyla daha verimli hale gelmektedir. Blokzincir (blockchain) tabanlı izlenebilir finansal süreçler, çevresel etkiyi azaltma taahhüdünde bulunan şirketleri desteklemek için geliştirilmektedir.

Bu başlıklar, WEF raporlarında dijital dönüşümün sürdürülebilirliği nasıl şekillendirdiğini detaylı bir şekilde ele almaktadır. Hem hükümetlerin hem de özel sektörün, dijital teknolojileri kullanarak sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmalarının önemi vurgulanmaktadır.

4. Sonuç ve Öneriler

Dijital dönüşüm ve sürdürülebilirlik arasındaki ilişki, küresel ölçekte giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Yapılan incelemeler, dijital teknolojilerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada kritik bir rol oynadığını göstermektedir. Özellikle yapay zekâ, büyük veri, nesnelerin interneti (IoT) ve blokzincir gibi dijital çözümler, enerji verimliliğini artırma, karbon ayak izini azaltma ve kaynak kullanımını optimize etme gibi sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlamaktadır. Dijitalleşme, aynı zamanda kamu yönetimi, eğitim, sağlık ve sanayi gibi birçok sektörde sürdürülebilirliği destekleyen uygulamaların yaygınlaşmasına olanak tanımaktadır.
Ancak, dijital dönüşüm sürecinde karşılaşılan bazı zorluklar da bulunmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde dijital altyapının yetersizliği, dijital uçurumun büyümesi ve veri güvenliği gibi konular, sürdürülebilir dijital dönüşümün önündeki engeller olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca, dijitalleşmenin yol açtığı enerji tüketimi ve elektronik atık miktarındaki artış, çevresel sürdürülebilirlik açısından dikkatle ele alınması gereken konular arasındadır.
Bu doğrultuda, sürdürülebilir dijital dönüşümün sağlanabilmesi için bazı öneriler sunulmuştur. Bu öneriler;

- Dijital Altyapıya Yatırım Yapılmalı: Geniş bant internet erişimi, 5G teknolojisi ve veri merkezlerinde yeşil enerji kullanımı teşvik edilmelidir. Bu sayede, gelişmekte olan ülkelerin dijital dönüşüme katılımı artırılabilir.
- Yeşil Dijital Teknolojilere Geçiş Hızlandırılmalı: Dijitalleşmenin çevresel etkisini minimize etmek için yenilenebilir enerjiyle çalışan veri merkezleri, enerji tasarruflu akıllı cihazlar ve düşük karbon emisyonlu dijital üretim teknikleri teşvik edilmelidir.
- Dijital Becerilerin Yaygınlaştırılması: İş gücünün dijital ve yeşil beceriler kazanmasını sağlamak amacıyla, eğitim programları ve mesleki kurslar geliştirilmelidir. Özellikle kadınların ve gençlerin dijital ekonomiye katılımı artırılmalıdır.
- Veri Yönetimi ve Dijital Güvenlik Stratejileri Güçlendirilmeli: Dijital ekonominin sürdürülebilir olması için adil veri yönetimi politikaları oluşturulmalı, veri güvenliği artırılmalı ve bireylerin dijital hakları korunmalıdır.
- Yeşil Finansman Modelleri Geliştirilmeli: Sürdürülebilir dijital dönüşüm projeleri için özel sektör ve kamu iş birliği artırılmalı, yeşil finansman araçları ve teşvik mekanizmaları uygulanmalıdır.
- Akıllı Şehir ve E-Devlet Uygulamaları Yaygınlaştırılmalı: Kamu hizmetlerinin dijitalleşmesi, şehirlerde çevresel sürdürülebilirliği artıracak akıllı ulaşım, atık yönetimi ve enerji verimliliği çözümleriyle entegre edilmelidir.
- Dijital Eşitsizliklerin Azaltılması: Küresel dijital uçurumu kapatmak için düşük gelirli bölgelerde dijital eğitim ve teknolojiye erişim artırılmalı, dijital okuryazarlık programları uygulanmalıdır.

Sonuç olarak, dijital dönüşüm, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada önemli bir araç olarak değerlendirilmektedir. Ancak, bu sürecin başarılı olabilmesi için kapsayıcı politikalar, yenilikçi çözümler ve çevre dostu yaklaşımlar benimsenmelidir. Hükümetler, özel sektör ve sivil toplum kuruluşları, sürdürülebilir ve dijital bir gelecek için ortak hareket etmeli ve dijital dönüşümün çevresel, ekonomik ve toplumsal etkilerini göz önünde bulundurarak stratejiler geliştirmelidir.

Kaynakça

Ajao, Q. (2023). Overview analysis of recent developments on self-driving electric vehicles.. https://doi.org/10.20944/preprints202305.0248.v1

Ali, I. and Phan, H. M. (2022). Industry 4.0 technologies and sustainable warehousing: a systematic literature review and future research agenda. The International Journal of Logistics Management, 33(2), 644-662. https://doi.org/10.1108/ijlm-05-2021-0277

Annura, S., Arabikum, J., Aminingrum, R., Ulu, Z., Wahyudi, D., & Zuhriyah, L. (2022). Efficient and sustainable energy management for hospital building. Journal of Community Health and Preventive Medicine, 2(2), 1-9. https://doi.org/10.21776/ub.jochapm.2022.002.02.1

Behm, J. E., Waite, B. R., Hsieh, S. T., & Helmus, M. R. (2018). Benefits and limitations of three-dimensional printing technology for ecological research. BMC Ecology, 18(1). https://doi.org/10.1186/s12898-018-0190-z

Corbett, J., Wardle, K., & Chen, C. (2018). Toward a sustainable modern electricity grid: the effects of smart metering and program investments on demand-side management performance in the us electricity sector 2009-2012. IEEE Transactions on Engineering Management, 65(2), 252-263. https://doi.org/10.1109/tem.2017.2785315

Duman, E. (2022). Akıllı Tarımda LoRa Haberleşmesinin Rolü, Uygulama Alanları, Bir Mimari Önerisi ve Performans Analizi. *Artificial Intelligence Studies*, *5*(2), 56-70.

Elbouzidi, A. D., Artiba, A., Pellerin, R., Lamouri, S., Valencia, E. T., & Bélanger, M. (2023). The role of ai in warehouse digital twins: literature review. Applied Sciences, 13(11), 6746. https://doi.org/10.3390/app13116746

Erbey, A. (2024). Nesnelerin interneti (iot). Yönetim Bilişim Sistemlerinde Güncel Konular. https://doi.org/10.58830/ozgur.pub498.c2090

Gedik, Y. (2021). Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi: kuramsal bir değerlendirme. International Journal of Management Economics and Business. https://doi.org/10.17130/ijmeb.780246

Gültekin, S., & Deste, M. (2021). Tedarik Zinciri Yönetiminde Sürdürülebilirlik Uygulamaları ve Malatya İli Örneği. Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi, 4(2), 321-342. https://doi.org/10.33712/mana.958669

Hurduzeu, G. and Popescu, M. (2024). Blockchain in agriculture: transforming the food supply chain for transparency and efficiency in the european union. Agricultural Economics and Rural Development, 2023(1), 145-153. https://doi.org/10.59277/aerd.2023.2.04

Kazancı, U., & Bayarçelik, E. B. (2022). E-Ticaret Lojistiğinin Müşteri Memnuniyeti ve Yeniden Satın Alma Niyeti Üzerindeki Etkileri: Covid-19 Küresel Salgın Dönemi. Yaşar Üniversitesi E-Dergisi, 17(67), 800-820. https://doi.org/10.19168/jyasar.1075232

Klein, M. (2020). İşletmelerin dijital dönüşüm senaryoları- kavramsal bir model önerisi. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 19(74), 997-1019. https://doi.org/10.17755/esosder.676984

López, O. L. A., Rosabal, O. M., Ruíz-Guirola, D. E., Raghuwanshi, P., Mikhaylov, K., Lovén, L., … & Iyer, S. (2023). Energy-sustainable iot connectivity: vision, technological enablers, challenges, and future directions. IEEE Open Journal of the Communications Society, 4, 2609-2666. https://doi.org/10.1109/ojcoms.2023.3323832

Madushanki, A. A. R., Halgamuge, M. N., A., W. H., & Syed, A. M. (2019). Adoption of the internet of things (iot) in agriculture and smart farming towards urban greening: a review. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 10(4). https://doi.org/10.14569/ijacsa.2019.0100402

Malcom, A. (2024). Smart grid technologies and their role in sustainable energy management. International Journal of Computing and Engineering, 6(2), 49-64. https://doi.org/10.47941/ijce.2136

Mao, D. and Fujii, H. (2023). A decomposition analysis of the energy system patent with blockchain technology. Energies, 16(24), 7978. https://doi.org/10.3390/en16247978

Ning, B., Zhang, H., Guo, J., Zhang, S., Liu, Z., & Ma, Q. (2023). Research on green electricity certificate trading based on alliance blockchain. Proceedings of the 2nd International Conference on Information, Control and Automation, ICICA 2022, December 2-4, 2022, Chongqi. https://doi.org/10.4108/eai.2-12-2022.2328048

Olatunde, T. M., Okwandu, A. C., Akande, D. O., & Sikhakhane, Z. Q. (2024). The impact of smart grids on energy efficiency: a comprehensive review. Engineering Science &Amp; Technology Journal, 5(4), 1257-1269. https://doi.org/10.51594/estj.v5i4.1016

Oussai, A., Bártfai, Z., & Kátai, L. (2021). Development of 3d printing raw materials from plastic waste. a case study on recycled polyethylene terephthalate. Applied Sciences, 11(16), 7338. https://doi.org/10.3390/app11167338

Palfreyman, J. W. and Morton, J. (2022). The benefits of agile digital transformation to innovation processes. Journal of Strategic Contracting and Negotiation, 6(1), 26-36. https://doi.org/10.1177/20555636221079943

Raj, R. and Kos, A. (2022). A comprehensive study of mobile robot: history, developments, applications, and future research perspectives. Applied Sciences, 12(14), 6951. https://doi.org/10.3390/app12146951

Suherman, R., Nataraja, P. K., Pratama, A., & Kahfi, A. H. (2023). Electricity management system with technology internet of things. Jurnal Techno Nusa Mandiri, 20(2), 95-101. https://doi.org/10.33480/techno.v20i2.4520

Suzer, M. H. (2023). Güneş Paneli ve Süper Kapasitör ile Beslenen Toprak Nem Sensörü. Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 8(1), 1-8. https://doi.org/10.46578/humder.1210812

Taherdoost, H. (2024). Blockchain integration and its impact on renewable energy. Computers, 13(4), 107. https://doi.org/10.3390/computers13040107

Tietieriev, V. (2023). Smart grid integration for sustainable city energy management: a paradigm shift in power distribution networks. Lighting Engineering &Amp; Power Engineering, 62(1), 1-11. https://doi.org/10.33042/2079-424x.2023.62.1.01

Tunçsiper, Ç. (2023). Dijital dönüşüm ve sağlık ekonomisi: dijital sağlık üzerine bibliyometrik bir analiz. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 12(1), 21-31. https://doi.org/10.37989/gumussagbil.1240687

Utku, A. (2023). Derin öğrenme tabanlı trafik yoğunluğu tahmini: İstanbul için bir vaka çalışması. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 11(3), 1584-1598. https://doi.org/10.29130/dubited.1139534

Vial, G. (2019). Dijital dönüşümü anlamak: bir inceleme ve araştırma gündemi. Stratejik Bilgi Sistemleri Dergisi, 28(2), 118-144. https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003

https://unctad.org/system/files/official-document/tir2018_en.pdf Erişim Tarihi 01.03.2025

https://unctad.org/webflyer/digital-economy-report-2021 Erişim Tarihi 01.03.2025

https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Reports/UN-E-Government-Survey-2022 Erişim Tarihi 01.03.2025

https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/?_gl=1*18il0l7*_up*MQ..*_gs*MQ..&gclid=Cj0KCQjws-S-BhD2ARIsALssG0Znx-opnvp48ieCezugws3Hkg4Yeyn03_eqYmv3X4J6rIVbyh7K73waAqurEALw_wcB Erişim Tarihi 01.03.2025

ICP-MS İLE *NEOLİODES THELEPROCTUS* (HERMANN, 1804) VE YAŞAM ALANINDAKİ ESER ELEMENT ANALİZLERİ

Sedat PER[1]
Melike Sude AKKAYA[2]

Özet

Oribatid akarlar, toprağın üst katmanlarında, organik maddenin ayrışmasında, besin döngüsünde ve toprak oluşumunda aktif olarak yer alan mikroeklembacaklılardandır. Toprak organizmaları, metal kirliliğine sahip ortamlarda ekosistem boyunca metallerin taşınmasında önemli bir rol oynayabilir. Bu çalışma, oribatid akarlardan Neoliodidae familyasına ait *Neoliodes theleproctus* (Hermann, 1804)'un eser elementlerin varlığını ve kaynaklarını araştırarak, bunların çevresel koşulların biyoindikatörleri olarak potansiyellerini vurgulamaktadır. *Neoliodes theleproctus* (Hermann, 1804) türünün eser elementler bakımından analizini ve bu elementlerin kaynaklarını araştırmayı amaçlamaktadır. Oribatid akarlar, toprak ekosistemlerinde önemli rol oynayan organizmalar olup, özellikle toprak yüzeyinde organik madde ayrışması, besin döngüsü ve toprak oluşumu süreçlerinde etkilidir. Bu nedenle, oribatid akarlar, metallerin toprak içindeki hareketini ve biyolojik birikimini izleyen potansiyel biyoindikatörler olarak önem taşır. Bu bağlamda, Neoliodes theleproctus'un eser element konsantrasyonları, hem akarın vücut yapısına hem de yaşadığı ortamın kimyasal özelliklerine dayanarak belirlenmiştir. Çalışmada, ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) yöntemi kullanılarak, *Neoliodes theleproctus*'un vücutlarında ve yaşadığı topraktaki eser elementler (örneğin, alüminyum, mangan, kurşun, civa gibi metaller) ölçülmüştür. Akarların vücutlarında tespit edilen elementlerin seviyeleri, topraktaki element seviyeleriyle karşılaştırılmış ve toprak-akar etkileşimi hakkında bilgiler elde edilmiştir. Bu veriler, topraktaki ağır metal kirliliğinin, oribatid akarlarda nasıl birikim gösterdiğini ve bu organizmaların çevresel stres faktörlerine nasıl adapte olduklarını anlamamıza yardımcı olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Acari, Oribatida, *Neoliodes*, eser element, ICP-MS

[1]Doç. Dr., Kayseri Üniversitesi, sedatper@kayseri.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6131-3321
[2]Öğrenci, Kayseri Üniversitesi, melikesu8787@gmail.com, ORCID: 0009-0006-5968-5747

1. Giriş

Bir asırdan fazla taksonomik olarak çalışılan akarlar 50.000'den fazla tanımlanmış türe sahiptir, ancak türlerin gerçek sayısının bir milyonu aşabileceği düşünülmektedir (Cordes, 2024). Oribatid akarlar, akarlar içerinde günümüze kadar tanımlanmış 166 aileye ait 1.328 cinste 11.628 den fazla tür ile en zengin guruplardan biridir ve çoğunlukla canlı veya ölü bitki parçalarını veya mantarları tüketerek çöp, humus katmanları, likenler, yosun, alg ve mantar yastıkları dahil olmak üzere çok çeşitli mikro habitatlarda yaşarlar (Subías 2004, 2024'te güncellendi; Per ve ark., 2025).

İnsan faaliyetleri sonucu yayılan organik ve inorganik bileşiklerin neden olduğu toprak kirliliği , hava ve su kirliliği organizmaların biyolojik çeşitliliğini etkilemektedir. Yoğun kirliliğe maruz kalma hem oribatid akarların bolluğu hem de tür çeşitliliğini azaltabilmektedir. Ancak türlerin kirliliğe olan duyarlılıkları değişebilmekte ve bazı türler orta düzeyde kirlilik seviyelerinden bile faydalanabilmektedir. Metaller, pestisitler, gübreler, hayvansal gübreler , kompost, kurşunlu benzin, kurşun bazlı boyalar, biyolojik katılar (kanalizasyon çamuru) ve tarla sulama yoluyla toprağa karışır. Topraklar, metaller (Pb, Cr, As, Zn, Cd, Cu, Hg ve Ni) için bir havuz görevi görerek çevre için potansiyel bir risk oluşturur (Feketeová, 2021; Akrami ve ark., 2022). Birçok oribatid akar türünün ılıman bölgelerde 1-3 yıllık uzun yaşam döngüleri vardır. Bu, uzun ömürlü yetişkinleri, düşük doğurganlıkları ve düşük dağılma yetenekleri nedeniyle onları değişen çevre koşullarının hassas göstergeleri haline getirir (Junggebauer ve ark., 2024). Oribatid akarlarının diğer toprak eklembacaklılarından ağır metallere karşı daha hassas olduğu ve ağır metalleri kolayca biriktirdiğini bildirilmiştir (Skubała ve Zaleski, 2011). Eser elementlerin ve ağır metallerin çevresel izlenmesi, ekosistem sağlığının değerlendirilmesinde kritik bir öneme sahiptir. Bu metallerin biyolojik sistemlerdeki birikimi, özellikle toprak organizmalarını etkileyebilir ve bu organizmaların biyolojik döngülerdeki rolünü değiştirebilir. Oribatid akarlar, toprak ekosistemlerinde önemli yer tutan mikroeklembacaklılardır ve organik maddenin ayrışmasında, besin döngüsünde ve toprak oluşumunda aktif bir rol oynarlar (Jing Zhang et al.,2019). Bu nedenle, oribatid akarlar, toprakta bulunan metallerin biyolojik birikimini izlemek ve çevresel koşulların etkilerini değerlendirmek amacıyla ideal biyoindikatörler olarak kullanılabilirler. Oribatid akarlarda eser elementlerin analizi, bu organizmaların ekosistem sağlığı üzerinde nasıl bir etki yarattığını anlamamıza yardımcı olabilir.

ICP-MS, elementlerin çok hassas ve doğru bir şekilde tespiti için tercih edilen bir tekniktir ve çevresel analizlerde, özellikle eser elementlerin ölçümünde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemin önemi, çok düşük konsantrasyonlardaki elementlerin bile doğru bir şekilde ölçülmesini sağlamasıdır (Skubała ve Kafel, 2004). ICP-MS, aynı zamanda geniş bir element yelpazesinde analiz yapabilmesi ve kısa süre içinde yüksek doğrulukla veriler elde etmesi nedeniyle çevresel örneklerin analizinde etkili bir araçtır. Bu özellikler, toprak ve oribatid akarlardaki eser elementlerin konsantrasyonlarının karşılaştırılması için ICP-MS yöntemini ideal bir seçenek haline getirmektedir.

Çalışmamızda ICP-MS yöntemi kullanarak, Neoliodidae familyasına ait *Neoliodes theleproctus* türünün vücutlarındaki ve yaşadığı topraktaki eser elementlerin analizi yapılmıştır. ICP-MS'nin sağladığı yüksek hassasiyet, akarların vücutlarında biriken elementlerin ve topraktaki çözünür metallerin doğru bir şekilde karşılaştırılmasına olanak tanımıştır. Ayrıca, bu analizler, toprak kirliliği ve biyolojik birikim süreçleri arasındaki ilişkiyi net bir şekilde ortaya koyarak, oribatid akarlara dayalı biyoindikatörlük çalışmalarının önemini vurgulamaktadır.

Çalışmanın amacı, oribatid akarlardaki eser elementlerin varlığını ve bunların toprakla olan etkileşimlerini ortaya koyarak, topraktaki metal kirliğinin akarlar üzerinde yarattığı potansiyel biyolojik

etkileri değerlendirmektir. Topraktaki bu elementlerin kaynakları tartışılmıştır. Özellikle ağır metallerin çözünür formda bulunması, bu elementlerin bitkiler ve toprak organizmalarının metabolizmasına dâhil edilmesinde önemli bir faktör olup, akarların bu metallerle olan etkileşimi ve bu metallerin biyolojik birikim düzeyleri üzerinde etkili olmuştur. Bu analiz, *Neoliodes theleproctus*'un vücudunda biriken metallerin kaynağını belirlemeye yardımcı olmuş ve topraktaki ağır metallerin akarlar üzerindeki etkilerini daha iyi anlamamıza olanak tanımıştır. Bu kapsamda yapılan toprak analizleri, çevresel kirliliğin biyoindikatörler aracılığıyla izlenmesine yönelik önemli veriler sağlamıştır.

2. Yöntem

2.1. *Neoliodes theleproctus* (Hermann, 1804)'un toplanması

Amanos Dağları'nın kuzey yamaçları üzerinde bulunan Olukbaşı Yaylası (Osmaniye)'ndan 2023 yılının Haziran ve Eylül aylarında döküntü, liken, yosun ve toprak örnekleri alınmıştır. Örnekleme esnasında habitat bilgileri ve tarihe ilişkin bilgiler ve lokalite verileri Evrensel Yer Belirleme Sistemi (GPS) ile arazi defterine not edilmiştir. Naylon torbalar içerisinde ve etiketlenmiş olarak laboratuvara getirilen örnekler Berlese-Tullgren hunilerinden oluşan ayıklama düzeneğine yerleştirilmiştir. Örnekler, düzenekte nemlilik durumlarına göre 5–7 gün süreyle düzenekte ayıklama işlemine tabi tutulmuştur. İçerisinde %75'lik alkol bulunan toplama şişeleri içerisine biriken akarlar, petri kaplarına boşaltılarak stereo mikroskop altında pipet ve iğneler yardımı ile içerisinden oribatid akarlar ayıklanmıştır. Seçilen oribatid akarlar, içerisinde birkaç damla gliserol ve %75 alkol bulunan saklama tüplerine aktarılarak etiketlenip muhafaza edilmiştir. Mikroskopta incelenecek olan örneklerin temizlenmesi ve ağartılmasında %80'lik laktik asit veya laktofenol çözeltisi kullanılmıştır. Işık mikroskobu incelemelerinde geçici ve kalıcı preparatlar hazırlanmıştır. Tarama Elektron Mikroskobu (SEM) incelemeleri Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi (ERÜ-TAUM)'nde yapılmıştır.

2.2. *Neoliodes theleproctus* (Hermann, 1804)'un ve habitatının metal konsantrasyonlarının (µg/g) belirlenmesi

ICP-MS, Agilent 7500a cihazı, bir otomatik örnek alıcı, Babington sprey cihazı, Ni konileri ve peristaltik örnek taşıma pompası içermektedir ve *Neoliodes theleproctus* (Hermann, 1804)'un ve habitatının metal konsantrasyonlarının (µg/g) belirlenmesi için kullanılmıştır. Elementlerin kantitatif analizinde kalibrasyon eğrilerinin hazırlanması için Merck'ten temin edilen yüksek saflıkta ICP-MS çok elementli standart çözeltisi kullanılmıştır. Tüm çözeltilerde çift damıtılmış su (18,2 MΩ cm^{-1}) kullanılmıştır. ICP-MS analizlerinde örnekleme hızı ve plazma koşullarındaki değişiklikleri düzeltmek için 145Sc, 103Rh ve 209Bi içeren 200 µg L^{-1} konsantrasyonlu iç çözeltisi kullanılmıştır. ICP-MS'de plazmayı oluşturmak için yüksek saflıkta argon gazı (99,99%) kullanılmıştır. Analizlerden önce her gün pulse/analog dedektör faktörü ayarı yapılmış ve her deneyden önce cihazın ayarları için 10 µg L^{-1} (Ce, Co, Li, Tl ve Y) ICP-MS ayar çözeltisi kullanılmıştır. Analitlerin analiz koşulları için ICP-MS çalışma koşulları Tablo 1'de verilmiştir.

Tüm reaktifler analitik saflıkta kullanılmıştır. Yüksek kaliteli damıtılmış su, Millipore, Milli-Q sistemi aracılığıyla temin edilmiştir. HCl (37% w/w) ve HNO3 (65% w/w) (Merck) ayrıca örnekleri mikrodalga cihazında yakarak seyreltmek için kullanılmıştır.

Tablo 1. ICP-MS cihazı ölçüm parametreleri

Parametre	**Değer**
Radyo frekans gücü	1550 W
Radio frekansı	1.80 V
Örnek derinliği	8.0 mm
Torch-H	−0.3 mm
Torch-V	0.8 mm
Taşıyıcı gaz	1.20 L/min
Nebulizer gaz	1 L/min
Plazma gaz akış hızı	15 L/min

Tablo 2. *Neoliodes theleproctus* (Hermann, 1804)'un ve habitatının metal konsantrasyonlarının ICP-MS sonuçları

Elementler	***Sertifikalı referans madde NIST SRM 2709 (ppm)***	***N (ppm) Neoliodes theleproctus***	***Neoliodes theleproctus yaşadığı toprak***
27 Al	7.37± 0.16	46.750	54.768
55 Mn	0.674±0.6	0.739	0.875
59 Co	12.8 ± 0.2	0.159	0.254
60 Ni	85 ± 2 ,8	2.813	5.654
63 Cu	33.9 ± 0.5	6.578	8.678
75 As	10.5 ± 0.3	0.130	0.236
78 Se	1.5±0.02	1.046	2.864
111 Cd	0.371 ± 0.002	<0.005	0.0643
201 Hg	0.9 ± 0.2	0.185	0.192
208 Pb	0.00173 ± 0.00001	0.233	0.244

3. Bulgular

Bu çalışmada, Olukbaşı Yaylası (Osmaniye)'ndan oribatid akar örneklerinin değerlendirilmesi sonucunda; *Neoliodes theleproctus* (Hermann, 1804) tespit edilmiş (Şekil 1) ve bu türün ICP-MS analiz sonuçları değerlendirilmiştir. Çalışmada belirtilen oribatid akarın ICP-MS analiz sonuçlarına, türün vücut dokularındaki eser elementlerin tespit edilmesi ve çevresel faktörlerle olan ilişkilerinin anlaşılması için bakılmıştır. ICP-MS yöntemi, *Neoliodes theleproctus*'un çeşitli elementlere maruziyetini, bu

elementlerin türün metabolizmasındaki rolünü ve habitatındaki kimyasal değişikliklere nasıl tepki verdiğini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Özellikle, çevresel kirleticilerin veya besin zincirindeki kimyasal maddelerin bu tür üzerindeki potansiyel etkileri, ICP-MS ile daha ayrıntılı bir şekilde analiz edilmiştir. Böylece, türün habitatındaki kimyasal koşullarla etkileşimi ve bu koşullara adaptasyon düzeyi hakkında daha kapsamlı bir değerlendirme yapılabilmiştir. Ayrıca, bu türün yaşadığı ortam da analiz edilmiştir. Habitatındaki toprak örnekleri de ICP-MS ile incelenerek, çevresel faktörlerin ve ekosistem bileşenlerinin tür üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Tablo 2'de bu analizlerin sonuçları görsel olarak sunulmuş ve türün çeşitli elementlere karşı gösterdiği reaksiyonlar ile habitatındaki kimyasal bileşenler arasındaki ilişki detaylandırılmıştır.

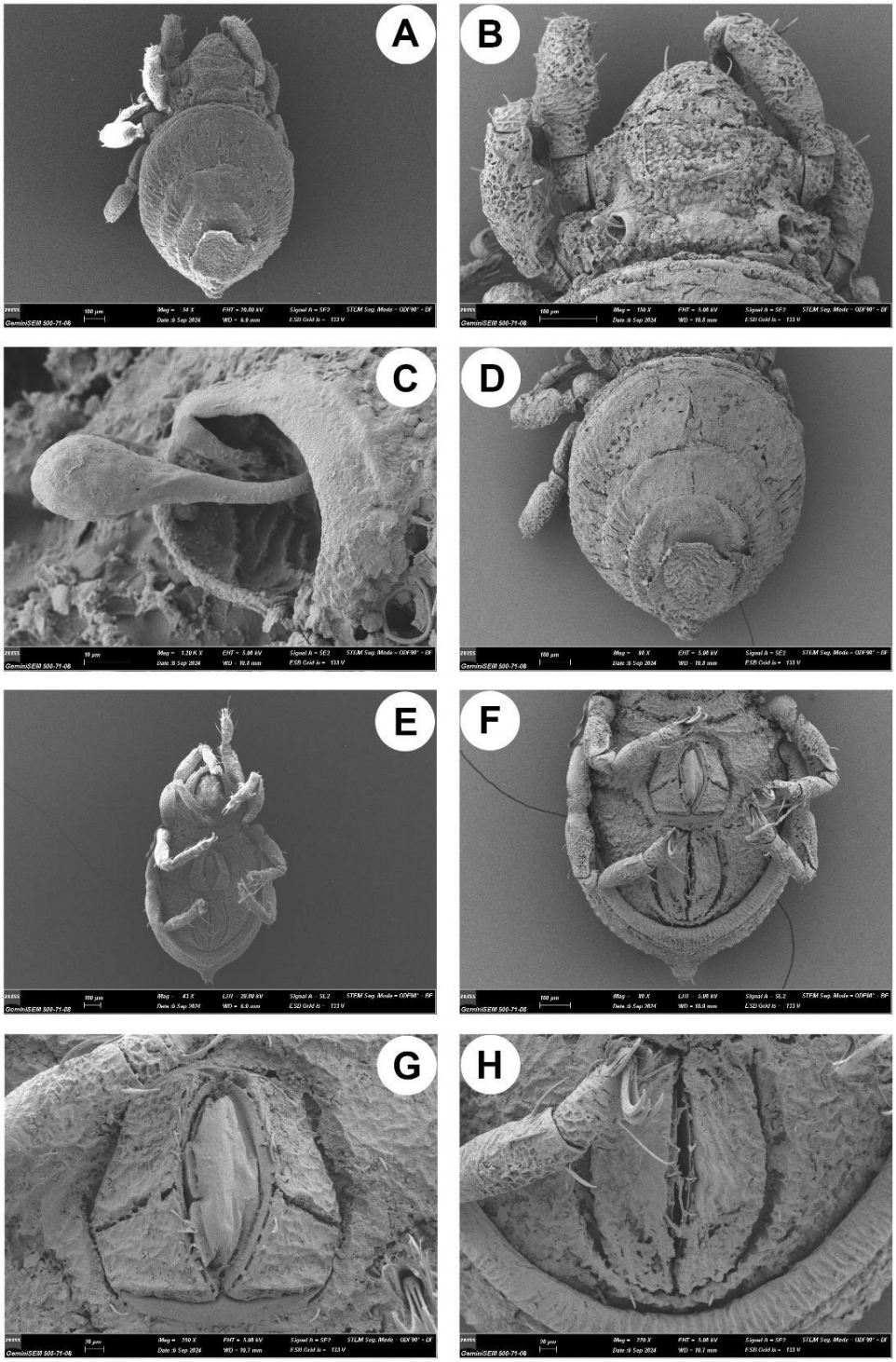
4. Tartışma

Çalışma kapsamında analiz edilen elementlerin oribatid akar türünün yaşadığı toprak arasındaki elementel geçiş miktarları ICP-MS cihazında yapılan ölçüm ve sonuçları değerlendirilerek Tablo 2'de verilmiştir. Tablo verileri incelendiğinde; ***Alüminyumun (Al)*** oribatid akarlarındaki ve yaşadıkları topraktaki konsantrasyon farkı (Tablo 2), toprak-akar etkileşimleri ve alüminyumun biyolojik birikimi açısından dikkat çekici bir durumu işaret eder. Oribatid akarların yaşadığı ortamda, yani toprakta 54.768 ppm alüminyum bulunurken, bu akarların vücutlarında yalnızca 46.750 ppm alüminyum tespit edilmesi, bu canlıların alüminyum alım ve birikim mekanizmalarının karmaşıklığını gözler önüne serer. Topraktaki alüminyum konsantrasyonu, toprak pH'ı, organik madde içeriği ve minerallerin çözünürlük özellikleri gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterir. Özellikle toprak asidik olduğunda, alüminyum iyonları daha çözünür hale gelir ve bu da toprağın alüminyum içeriğinin bitkiler ve diğer organizmalar tarafından daha verimli bir şekilde alınmasına olanak tanır. Bu durumda, oribatid akarlar toprağın çözünür alüminyumunu daha kolay emebilir, ancak oribatid akarlarda tespit edilen alüminyum seviyesinin, doğrudan toprak içeriğinden daha düşük olması, bu canlıların biyolojik özelliklerinden kaynaklanıyor olabilir (İzol ve ark., 2021; İzol ve İnik, 2022). Oribatid akarlar, toprağın mikrofaunasından, organik maddelerden ve toprak yüzeyinde bulunan diğer besin kaynaklarından beslenirler. Bu beslenme süreçleri sırasında, topraktaki alüminyumun bu organizmalara ne şekilde geçtiği, akarların metabolizması ve biyolojik yapılarına bağlı olarak farklılık gösterebilir. Akarlar, alüminyumu doğrudan topraktan almak yerine, çözünmüş alüminyumun mikroorganizmalar ve diğer organik bileşikler aracılığıyla biyolojik sistemlerine dâhil edilmesiyle alabilirler. Bunun sonucunda, akarların vücutlarında alüminyum birikimi, toprak seviyesinin beklenmedik şekilde altında kalabilir.

Ayrıca, alüminyumun toprakta çözünür formda bulunması, bitkiler ve mikroorganizmalar tarafından kolayca alınabilirken, akarlar bu minerali doğrudan çözünür formda almak yerine, toprak içindeki mikroorganizmalar ve organik materyaller aracılığıyla alabilirler. Bu durum, akarların metabolizmasında alüminyum birikimini etkileyen ekolojik ve biyokimyasal bir dizi faktörün olduğunu gösterir.

Oribatid akarlarındaki ***Mangan (Mn)*** konsantrasyonunun 0.739 ppm, yaşadıkları topraktaki 0.875 ppm değerine göre daha düşük olması, manganın toprak ve akar arasındaki biyolojik ve kimyasal etkileşimlere bağlı birikim farklılıklarını yansıtır. Akarlar, toprakta çözünmüş formda bulunan manganı doğrudan almayabilir; bunun yerine, manganın mikroorganizmalar aracılığıyla organik maddelere bağlı olarak akarların vücutlarına geçmesi olasıdır (Balcaen ve ark., 2015). Ayrıca, akarların metabolik ihtiyaçları ve manganın biyolojik kullanılabilirliği, topraktan alınan mangan miktarından farklı birikim seviyelerine yol açabilir. Bu durum, manganın toprak-akar etkileşimlerinde dinamik bir rol oynadığını ve çevresel faktörlerin bu birikimi şekillendirdiğini göstermektedir.

Akarlar, topraktan doğrudan kobalt almak yerine, çözünür formda bulunan bu elementi mikroorganizmalar aracılığıyla veya organik maddelerden alabilir. ***Kobalt (Co)***, biyolojik olarak sınırlı birikimi olan bir element olup, toprak pH'ı ve organik madde içeriği gibi faktörler bu alımı etkileyebilir. Akarlar, bu elementin vücutta birikimi açısından topraktan daha düşük seviyelerde kobalt biriktirebilir.



Şekil 1. *Neoliodes theleproctus* (Hermann, 1804). A- Vücut sırttan, B- Prodorsum, C- Sensillus, D- Notogaster, E- Vücut karından, F- Genito-anal bölge, G- Genital plak, H- Anal plak

Nikelin (Ni) akarlar ve toprak arasındaki farkı, akarların bu metali genellikle mikroorganizmalardan veya çözünmüş formda organik bileşiklerden alması ile açıklanabilir. Nikel, toprakta daha yüksek çözünürlük gösterse de, akarlar doğrudan bu formu almayabilir ve metabolizmaları, biyolojik olarak daha az alımına neden olabilir. Ayrıca, akarlar bu metali daha az birikimle işleyebilir. ***Bakır (Cu)***, toprakta çözünür formda bulunan ve akarlar tarafından alınabilen bir elementtir. Ancak, bakırın vücutta toksik etkiler oluşturma potansiyeli, akarların bu elementin vücutta daha düşük seviyelerde birikmesine yol açabilir. Akarların bakır birikimi, biyolojik tolerans ve metabolik ihtiyaçlar doğrultusunda düzenlenebilir, bu da toprak seviyesinin altında birikimine neden olabilir (Senila ve ark., 2022).

Arsenik (As), toprakta genellikle çözünür formda bulunur ve bu form bitkiler ve mikroorganizmalar tarafından alınabilir. Ancak oribatid akarlar, arsenik gibi toksik metallerin alımında sınırlı bir biyolojik toleransa sahip olabilir. Akarlar, arsenik alımını metabolik olarak düzenleyerek, toprak seviyesinin altında birikim gösterebilirler. Ayrıca, arsenik toprağa bağlanmış organik bileşikler aracılığıyla akarların vücuduna girebilir, ancak doğrudan alınma oranı sınırlıdır (Frentiu ve ark. 2010).

Selenyum (Se), toprakta daha yüksek bir konsantrasyona sahip olmasına rağmen, oribatid akarlar tarafından alınan miktarın daha düşük olması, bu elementin akarlar için biyolojik olarak sınırlı kullanılabilirliğini gösterir. Akarlar, selenyumu özellikle organik materyaller veya mikroorganizmalar aracılığıyla alabilirler. Ancak selenyumun toksik etkileri de göz önünde bulundurulduğunda, akarlar bu elementin alımını biyolojik olarak sınırlayarak, vücutta düşük seviyelerde birikim gösterirler (Douvris ve ark., 2023).

Kadmiyum (Cd), toksik özellikleri nedeniyle biyolojik sistemlerde çok düşük seviyelerde birikir. Akarlar, kadmiyum gibi toksik metallerin alımını büyük ölçüde engellemeye çalışır. Toprakta kadmiyum miktarı daha yüksek olsa da, akarlar bu elementi nadiren alır ve vücutlarında çok düşük seviyelerde birikir. Ayrıca, kadmiyumun akarlar üzerindeki biyolojik etkilerini sınırlamak için bazı metabolik süreçler devreye girebilir (Babula ve ark., 2008).

Civa (Hg), toprağa bağlı olarak genellikle organik bileşikler veya çözünebilen formda bulunur. Akarlar, civa gibi toksik metallerin alımını genellikle sınırlamak için biyolojik mekanizmalar geliştirmiştir. Topraktaki civa seviyesinin sadece hafifçe daha yüksek olmasına rağmen, akarlar, bu elementin vücutta toksik birikimini engellemeye yönelik metabolik yollarla civa alımını kontrol edebilirler. Civa, mikroorganizmalar aracılığıyla akarların besin zincirine dâhil olabilir, ancak doğrudan çözünür formdaki alımı sınırlıdır (Bothe ve Słomka, 2017).

Kurşun (Pb), toprakta çözünebilen formda bulunabilir, ancak akarlar bu metali vücutlarında daha düşük seviyelerde biriktirirler. Akarlar, kurşunun biyolojik birikimini minimumda tutmak için metabolik engeller geliştirebilir ve bu elementin alımını sınırlayabilirler (Llorent-Martínez ve ark., 2011). Kurşunun, toprakta mevcut olmasına rağmen, akarların bu metali vücutlarında kontrollü bir şekilde biriktirmesi, çevresel ve biyolojik adaptasyonların bir sonucudur. Ayrıca, kurşunun toksik etkilerinden korunmak için akarlar, bu metali vücutlarında sınırlı tutar ve böylece alımını biyolojik olarak regüle ederler.

5. Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak, oribatid akarlarında ağır metallerin birikimi, toprak-akar etkileşimlerinin ve biyolojik adaptasyonların bir sonucu olarak şekillenir. Akarlar, çevresel faktörlere, toprak kimyasına ve toksik metallerin biyolojik etkilerine göre alımlarını sınırlayarak, bu elementlerin vücutta birikimini kontrol

altında tutar. Toprakta çözünür formda bulunan elementler, akarların metabolik süreçlerine dâhil olarak belirli seviyelerde birikir. Ancak, oribatid akarlar genellikle toksik metallerin alımını biyolojik mekanizmalarla düzenleyerek, vücutta düşük seviyelerde birikim sağlarlar. Bu durum, toprak ve akar arasındaki dinamik etkileşimlerin ve ekolojik uyumun, ağır metal birikimi üzerinde belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir. Bu bağlamda, gelecekte yapılacak araştırmalar için bazı öneriler şunlar olabilir:

1. Akarların ağır metal alım ve birikim mekanizmalarını daha iyi anlamak için, bu organizmaların metabolik süreçlerinin daha derinlemesine incelenmesi gerekmektedir. Özellikle, metal iyonlarının vücuda girişi, taşıma ve depolanma süreçlerinin moleküler seviyede analiz edilmesi, bu mekanizmaların nasıl işlediğini daha iyi ortaya koyacaktır.

2. Akarların alım ve birikim düzeylerini etkileyen çevresel faktörler, özellikle toprak pH'ı, organik madde içeriği ve nem oranı gibi parametrelerin kapsamlı bir şekilde araştırılması faydalı olacaktır. Bu faktörlerin, ağır metal iyonlarının topraktaki çözünürlük ve biyolojik kullanılabilirlik üzerindeki etkileri, akarların alımını ve birikimini doğrudan etkileyebilir.

3. Oribatid akarların farklı habitatlarda, özellikle ağır metal kirliliğinin farklı seviyelerine sahip bölgelerde, alım ve birikim düzeylerinin karşılaştırılması, ekolojik uyum ve adaptasyon stratejilerinin daha iyi anlaşılmasına yardımcı olabilir. Bu tür araştırmalar, akarların çeşitli çevresel stres faktörlerine karşı nasıl adapte olduklarını ve bunları nasıl tolere ettiklerini gösteren değerli veriler sunabilir.

4. Akarların ağır metal birikimini sınırlamak için geliştirdikleri biyolojik adaptasyonlar (örneğin, metal bağlayıcı proteinler, detoksifikasyon enzimleri) üzerinde daha fazla araştırma yapılması önemlidir. Bu adaptasyonların moleküler ve genetik düzeyde incelenmesi, ağır metal biyoremediasyonu için potansiyel biyoteknolojik uygulamaları ortaya çıkarabilir.

5. Akarların vücutlarında biriken ağır metallerin toksik etkilerinin daha ayrıntılı bir şekilde incelenmesi, özellikle bu etkilerin akarların üreme, büyüme ve hayatta kalma oranları üzerindeki potansiyel etkilerini anlamak için önemlidir. Bunun yanı sıra, ağır metal birikiminin diğer ekosistem organizmaları üzerinde yarattığı etkiler de göz önünde bulundurulmalıdır.

Teşekkür

Bu çalışma; Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenmiştir, proje kodu (1919B012303361).

Kaynaklar

Akrami, M.A., Ardestani, M.M., Verweij, R.A., Van Gestel, C.A.M. (2022). Toxicity and bioaccumulation of copper in the oribatid mite Oppia nitens (Acari: Oribatida). Appl Soil Ecol 179. https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2022.104601

Babula, P., Adam, V., Opatrilova, R., Zehnalek, J., Havel, L., Kizek, R. (2008). Uncommon heavy metals, metalloids and their plant toxicity: a review Environmental Chemistry Letters. 6: 189-213.

Balcaen, L., Bolea-Fernandez, E., Resano, M., Vanhaecke, F. *(2015).* Inductively coupled plasma – tandem mass spectrometry (ICP-MS/MS): a powerful and universal tool for the interference-free determination of (ultra)trace elements – a tutorial review. Analytica Chimica Acta, 894: 7-19.

Bothe, H., Słomka, A. (2017). Divergent biology of facultative heavy metal plants,J. Plant Physiol., 219: 45-61.

Cordes, P. , Pan, X., Murvanidze, M., Seniczak, A., Scheu, S., Schaefer, I., Maraun, M., Heimburger, B. (2024). "Convergent Evolution Revealed by Paraphyly and Polyphyly of Many Taxa of Oribatid Mites: A Molecular Approach." Experimental & Applied Acarology 93: 787–802.

Douvris, C., Vaughan, T., Bussan, D., Bartzas, G., Thomas, R. (2023). How ICP-OES changed the face of trace element analysis: Review of the global application landscape. Science of Total Environment. 905, 167242.

Feketeová, Z., Mangová, B., & Čierniková, M. (2021). The Soil Chemical Properties Influencing the Oribatid Mite (Acari; Oribatida) Abundance and Diversity in Coal Ash Basin Vicinage. *Applied Sciences, 11*(8), *3537*. https://doi.org/10.3390/app11083537

Frentiu, T., Ponta, M., Senila, M., Mihaltan, A.I., Darvasi, E., Frentiu, M., Cordos, E. (2010). Evaluation of figures of merit for Zn determination in environmental and biological samples using EDL excited AFS in a new radiofrequency capacitively coupled plasma. Journal of Analytical Atomic Spectrometry. *25*, 739–742.

İzol, E., Temel, H., Yilmaz, M.A., Yener, I., Olmez, O.T., Kaplaner, E., Fırat, M., Hasimi, N., Oztürk, M., Ertas, A. (2021). A Detailed Chemical and Biological Investigation of Twelve Allium Species from Eastern Anatolia with Chemometric Studies. Chemistry & Biodiversity. 18, no. 1 (January 8): e2000560. doi:10.1002/cbdv.202000560

İzol, E. ve İnik, O. (2022). Current Analysis Methods of Heavy Metals in Soil. European Journal of Science and Technology. 2022; (36), 116-120. Doi: 10.31590/ejosat.1111496

Junggebauer, A., Gericke, N.M., Krakau, L.K., Bluhm, S.L., Maraun, M., Pollierer, M.M., Scheu, S. (2024). Effects of forest gap formation and deadwood enrichment on oribatid mites (Acari: Oribatida) vary between regions. Forest Ecology and Management, 565. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.122015

Jing Zhang , Gerhard Kattner , Boris P. Koch ., Interactions of trace elements and organic ligands in seawater and implications for quantifying biogeochemical dynamics: A review Earth-Science Reviews Volume 192, May 2019, Pages 631-649.

Llorent-Martínez, E.J., Ortega-Barrales, P., Fernández-de Córdova, M.L., Domínguez-Vidal, A.R.M.A., Ruiz-Medina, A. (2011). In-vestigation by ICP-MS of trace element levels in vegetable edible oils produced in Spain. Food Chemistry. 127, 1257–1262.

Per, S., Yiğit, Z., Akkaya, M.S. (2025). Two new records for the mite (Acariformes, Oribatida) fauna of Türkiye from Kayseri and Osmaniye provinces. Acarological Studies, 7(1), 58-62. https://doi.org/10.47121/acarolstud.1614788

Senila, M., Cadar, O., Senila, L., Angyus, B.S. (2022). Simulated bioavailability of heavy metals (Cd, Cr, Cu, Pb, Zn) in contaminated soil amended with natural zeolite using diffusive gradients in thin-films (DGT) technique. Agriculture. 12, 321.

Subías, L.S. (2004). Systematic, synonimical and biogeographical check-list of the world's oribatid mites (Acariformes, Oribatida) (1758-2002). Graellsia, 60 (1): 3-305, updated 2024. [In Spanish] doi: 10.3989/graellsia.2004.v60.iExtra.218

Skubała P, Zaleski T (2011) Heavy metal sensitivity and bioconcentration in oribatid mites (Acari, Oribatida): gradient study in meadow ecosystems. Science of Total Environment, 414: 364–372.

Skubała, P., Kafel, A. (2004). Environmental Pollution Oribatid mite communities and metal bioaccumulation in oribatid species (Acari, Oribatida) along the heavy metal gradient in forest ecosystems, 132 (1): 51-60. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2004.03.025

ANAYASAL DEVLETİN İNŞASI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR KURUMSALLAŞMA

Abbas Kılıç

Özet

Anayasal devlet, "demokratik devlet" ve "hukuk devleti" bileşkesiyle etkin işleyen kurumsal devlet düzenini ifade eder. Ancak bu bileşkenin olmazsa olmazı temel hak ve özgürlüklerin güvence altına alınmasıdır. Anayasal demokrasi bütün fikirlerin şiddet yoluna başvurulmadan ifadesi olarak siyasal iktidarın oluşumunun çoğulcu ve demokratik seçimlere dayanmasını ifade etmektedir. Demokratik bir devlet düzeninden bahsedebilmek için, "örgütlenme ve bunlara katılma hürriyeti", "ifade hürriyeti", "oy verme hakkı", "kamu görevlilerine getirebilme hakkı", "siyasal liderlerin seçmen tercihini kazanmak için yarışabilme hakkı", "farklı haber alma kaynaklarının varlığı", "serbest ve adil seçimler", "hükümet politikalarını oylara ve diğer tercih belirtilerine dayandırmak için gerekli kurumların bulunması" gerekmektedir.

Anayasal devlet, anayasa ile çerçevesi oluşturulmuş ve iktidarı anayasa ile belirlenmiş "sınırlı devlet"tir. "Sürdürülebilirlik (*sustainability*)" ise insan-toplum-çevre-üretim-kalkınma odağında şekillenen ve anayasal bir devletin kuruluşunun ögeleri ile iç içe geçmiş bir standardı ifade etmektedir. 1789 İnsan ve Yurttaş Hakları Bildirisi'nin 16. maddesinde *"Hakların güvence altına alınmadığı ve kuvvetler ayrılığının sağlanmadığı toplumların anayasası da yoktur"* ifadesi de bir anayasanın hedefinin ve işlevinin ne olduğunu açık bir biçimde ortaya koymuştur. Anayasal organlar arasındaki ayrılık ve denge ile insan hakları için sağladığı güvence esasında sürdürülebilir bir anayasal ilişki ağını ortaya koymaktadır. Modern devlet, siyasal iktidarın kurumsallaşmış şeklidir. Buna göre, devlet artık bir kimsenin malı veya mülkü değil, kamunun, milletin ortak varlığıdır.

Sürdürülebilir kurumsallaşmayı sağlayan öğeler çeşitli temel başlıklar altında toplanabilir. Bunlar; kuvvetler ayrılığı, hükümet sistemleri, anayasacılık, hesap verme sorumluluğu, sürdürülebilir kurumsallaşmaya yönelik toplumsal talep, anayasanın üstünlüğü, temel hak ve özgürlüklerin güvenceye bağlanmış olması ve anayasa yargısını bünyesine alan bağımsız ve tarafsız mahkemeler aracılığıyla yürütülen yargısal denetimdir. Anayasal devlet aynı zamanda etkin işleyen bir devlet yönetimini beraberinde getirir. Çünkü sürdürülebilir kurumsallaşma devletin varlığı ve kamusal hizmetleri yerine getirebilmesi için bir zorunluluktur. İktidarın etkin bir şekilde kullanımı, siyasal karar organlarının faaliyetlerinin etkin bir şekilde denetimini gerektirir.

Anahtar Kelimeler: Anayasal devlet, demokratik devlet, hukuk devleti, sürdürülebilirlik, kurumsallaşma, temel hak ve özgürlükler, anayasanın üstünlüğü, yargısal denetim.

Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi Hukuk Fakültesi Anayasa Hukuku Anabilim Dalı Öğretim Üyesi, E-posta: abbas.kilic@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1279-4747.

Giriş

Anayasal devlet, "demokratik devlet" ve "hukuk devleti" bileşkesiyle etkin işleyen kurumsal devlet düzenini ifade eder. Ancak bu bileşkenin olmazsa olmazı temel hak ve özgürlüklerin güvence altına alınmasıdır. Aslında bu özellikler "anayasacılık" ve "sınırlı devlet" fikrine denk düşmektedir.[31] Bu çalışmada da "anayasa" ile "kurumsallaşma" arasındaki ilişki odağında, sürdürülebilir kurumsallaşma için gerekli temel kurucu unsurların neler olduğu ele alınmakta, "anayasal devlet" kavramı da bu incelemenin birleştirici unsuru olmaktadır.

Anayasal demokrasi bütün fikirlerin şiddet yoluna başvurulmadan ifadesi olarak siyasal iktidarın oluşumunun çoğulcu ve demokratik seçimlere dayanmasını ifade etmektedir. Bununla birlikte demokratik seçimlerle oluşan yönetimlerin anayasal demokrasiden sapmasını önlemek için de anayasal kurumlar olarak hukuk devleti, anayasa yargısı ve insan hakları gibi çeşitli ilke, tedbir veya mekanizmalara ihtiyaç duyulmaktadır.[32] Demokrasi çeşitli tanımlara sahip olmakla birlikte, günümüzde demokrasinin belirli unsurları itibariyle ortak tanımların geliştirildiği görülmektedir. Nitekim Robert Dahl'a göre, makul ölçüde duyarlı bir demokrasi için en az sekiz kurumsal garantinin bir arada bulunması gerekmektedir. Bunlar; "örgütlenme ve bunlara katılma hürriyeti", "ifade hürriyeti", "oy verme hakkı", "kamu görevlilerine getirebilme hakkı", "siyasal liderlerin seçmen tercihini kazanmak için yarışabilmek hakkı", "farklı haber alma kaynaklarının varlığı", "serbest ve adil seçimler", "hükümet politikalarını oylara ve diğer tercih belirtilerine dayandırmak için gerekli kurumların bulunması"dır.[33]

Anayasa, yalnızca bir devletin "hukuki statü"sü olmayıp, aynı zamanda devlet içinde siyasi iktidarı ve toplum içinde de "devlet iktidarını sınırlayan belge"dir. Anayasanın siyasi niteliğine karşılık gelen bu anlam, "anayasal devlet" ile "anayasalı devlet"i birbirinden ayırmakta ve her anayasası olan devletin anayasal devlet olmayacağını açık bir şekilde ortaya koymaktadır.[34] Bu niteliğin kazanılmasında hiç şüphesiz ki anayasa yargısı büyük bir role sahiptir.

I. Anayasa ve Sürdürülebilirlik

Anayasa *(constitution)* ile kurum *(institution)* ve kurumsallaşma *(institutionalism)* arasındaki ilişki, "sürdürülebilir kurumsallaşma" için gerekli temel kurucu unsurları "anayasal devlet" kavramında bir araya getirmektedir. Anayasal devlet, anayasa ile çerçevesi oluşturulmuş ve iktidarı anayasa ile belirlenmiş "sınırlı devlet"tir.[35] Bu kurucu özelliklerin bugün kazandığı anlam, ne sadece kişi hak ve hürriyetlerini korumak ne de sadece ekonomik kalkınmayı sağlamaktır.[36] Hakların bütünlüğü ve sentezi olarak kişi hak ve hürriyetlerinin güvenceli bir düzene sahip olması ve özellikle sosyal ve ekonomik haklarla gelişmiş yaşama standartlara kavuşması gerekmektedir.[37] Zira kişi hürriyetlerinin korunması ve ekonomik kalkınma, Roosevelt'in vurguladığı gibi "yoksulluktan kurtulma hürriyeti"ni de zorunlu kılmaktadır.[38]

---

[31] Mehmet Turhan (2004), Anayasal Devlet, Naturel Yayınları, Ankara, s. 1.
[32] Turhan (2004), s. 2.
[33] Arendt Lijphart (1996), Çağdaş Demokrasiler (Çeviren: Ergun Özbudun-Ersin Onulduran), Yetkin Yayınları, Ankara, s. 12.
[34] Erdoğan Teziç (2016), Anayasa Hukuku, Beta Basım Yayın, İstanbul, s. 4; Şeref İba/ Abbas Kılıç (2024), Anayasa Yargısı Dersleri, Turhan Kitabevi, Ankara, s. 3.
[35] Karl Loewenstein (1962), Political Power and Governmental Process, The University of Chicago Press, Chicago, s. 8.
[36] Carl J. Friedrich (1999), Sınırlı Devlet, (Çeviren: Mehmet Turhan), Gündoğan Yayınları, Ankara, s. 22, 24.
[37] Münci Kapani (2013), Kamu Hürriyetleri, Yetkin Yayınları, Ankara, s. 77-83.
[38] Kapani (2013), s. 84.

Bu çerçevede son elli yılda ön plana çıkan ve şekillenen kavram ise "sürdürülebilirlik (*sustainability*)"tir. Bu kavramın özünün, insan-toplum-çevre-üretim-kalkınma odağında şekillendiği için anayasal bir devletin kuruluşunun ögeleri ile iç içe geçmiş bir standardı ifade etmektedir. Türkiye'de ise 1982 Anayasası gerek kurumsal örgütlenme gerekse temel hak ve özgürlükler bakımından ayrıntılı düzenlemelere yer vererek, toplumsal ilişkileri son derece detaylı olarak düzenlemeyi hedeflemiştir. Ancak Anayasa'da, "sürdürülebilirlik" ve "sürdürülebilir kalkınma" kavramlarına yer verilmemiştir. Bu kavram kimi devletlerin anayasalarında yer almakla birlikte, özellikle uluslararası hukukta kullanılmaktadır.[39] Sürdürülebilir kalkınma kavramının hukuk alanında, özellikle de uluslararası hukukta kullanımı ilk önce Stockholm Beyannamesi (İnsan Çevresine Dair Birleşmiş Milletler Konferansı Beyannamesi-1972) ile olmuştur. Daha sonra ise esasen 1990'lı yılların başından itibaren yaygınlaşmaya başlayarak hukuk belgelerine Brundtland Raporu (1989) ile girmiştir. Brundtland Raporu'nda şu husus vurgulanmıştır: *"sürdürülebilir kalkınma, sabit bir denge hali değil; kaynakların işletilmesinin, yatırımların yönetilmesinin, teknolojik gelişmenin yönlendirilmesinin ve kurumsal değişimin, geleceğin ve bugünün ihtiyaçlarına uygun olarak belirlendiği bir değişiklik sürecidir"*. Beyanname ve Raporların temelinde de, temel hak ve özgürlüklerin gerek evrensel gerekse ulusal ölçekte nasıl güvenceye kavuşturulması gerektiğine ilişkin bir standart arayışı yer almaktadır.[40] Söz konusu güvence arayışı ise anayasacılık kavramı ile içi içe geçmiş bir nitelik sergilemektedir.

1787 ABD Anayasası ile başlayan anayasacılık hareketi, 1791 Fransa Anayasası ile ivme kazanmıştır. Daha sonra birçok devleti etkisi altına alan bu anayasacılık hareketi Avrupa'da yaygınlık kazanmış ve Osmanlı-Türk Anayasal gelişmelerinde 1876 Kanun-ı Esasi ile Osmanlı Devleti'nde ilk yazılı anayasanın yapılması ile önemli bir başlangıç olmuştur.[41] Bu aşamada anayasaya atfedilen değer sınırsız iktidarı sınırlama ve ona karşı temel hak ve özgürlükleri güvence altına alma işlevidir. Nitekim 1789 İnsan ve Yurttaş Hakları Bildirisi'nin 16. maddesinde *"Hakların güvence altına alınmadığı ve kuvvetler ayrılığının sağlanmadığı toplumların anayasası da yoktur"* ifadesi de bir anayasanın hedefinin ve işlevinin ne olduğunu açık bir biçimde ortaya koymuştur.[42] Anayasal organlar arasındaki ayrılık ve denge ile insan hakları için sağladığı güvence esasında sürdürülebilir bir anayasal ilişki ağını ortaya koymaktadır. Böylece olgusallıktan normatifliğe anayasaların olması gerekeni de gösterdiği açıkça görülmektedir.[43]

Dünya Savaşı sonrasında yaşanan gelişmeler ve insan haklarını güvence altına alma arayışları, evrensel ve bölgesel ölçekte uluslararası örgütler ve bunların ürettiği temel belgeler dalgasını beraberinde getirmiştir. Uluslararası düzlemde, insan hakları odağında meydana gelen bu gelişmeler ve koruma arayışları, ulusal düzeydeki arayışları da tetiklemiştir.[44] Temel hak ve özgürlüklerin demokrasiye karşı otoriter ve totaliter rejimlere karşı korunması yolunda bir zafer olarak teminat altına alınması, demokratik hukuk devletlerinin temellendirilmesiyle önemli bir aşamaya ulaşmıştır.[45]

---

[39] Oya Boyar (2020), "Anayasa ve Sürdürülebilir Kalkınma", İstanbul Hukuk Mecmuası, Sayı: 78 (4), s. 1925-1926.
[40] Boyar (2020), s. 1925, 1941.
[41] Bülent Tanör (2024), Osmanlı-Türk Anayasal Gelişmeleri, YKY, İstanbul, s. 121-220.
[42]https://www.elysee.fr/en/french-presidency/the-declaration-of-the-rights-of-man-and-of-the-citizen (10.02.2025).
[43] Boyar (2020), s. 1927.
[44] Mehmet Semih Gemalmaz (2001), İnsan Hakları Hukukunun Genel Teorisine Giriş, Beta Yayınevi, İstanbul, s. 305-454.
[45] İba/ Kılıç (2024), s. 38.

II. Anayasal Kurumsallaşma veya Sürdürülebilirliğin Kurumsallaşmanın Koşulları

Modern devlet, siyasal iktidarın kurumsallaşmış şeklidir. Buna göre, devlet artık bir kimsenin malı veya mülkü değil, kamunun, milletin ortak varlığıdır.[46] Thomas Paine' e göre *"Anayasa bir hükümet tasarrufu değil, hükümetin kurucusu olan ulusun tasarrufudur. Anayasasız bir hükümet haksız bir iktidardır"*. Öyle ki bir anayasanın yönetilenlerin hak ve özgürlüklerini güvence altına almaması, onu varlıksal gerçeklikten yoksun kılar. Bir anayasanın yaşayabilmesi için anayasa bilincinin oluşması ve anayasayı isteyenlerin istemeyenlerden çok olması gerekir.[47] İşte bu gerçekliğin dayanağı olarak meşruiyet kavramına başvurmak ve bir anayasal düzenin sürdürülebilirliğinin meşruiyetle ilişkisinin ortaya konulması gerekmektedir. Meşruiyet, yöneten-yönetilen ilişkileri içerisinde alınan siyasal kararların yönetilenlerin kanaatlerine uygunluğunu ifade eder.[48] Siyaset bilimi ile anayasa hukukunun kesişim noktalarından birisi de burada karşımıza çıkar.

A. Kuvvetler Ayrılığı

Sürdürülebilir kurumsallaşmayı sağlayan öğeler çeşitli kısımlara ayrılabilir. Bunlardan ilki "kuvvetler ayrılığı"nın sağlanması ve kurumsal olarak etkin bir şekilde işleyen "denge ve fren mekanizmaları"na sahip olunmasıdır. Anaysalar ile kuruluşları ve görev ve yetkileri belirlenen egemenlik yetkisi kullanan organlar ve bunlar arasındaki ilişkiler hükümet sistemleri olarak varlık kazanırlar.

Çağdaş siyasal sistemlerde kuvvetler ayrılığı önemli değerlendirmeleri beraberinde getirmiş ve bu konuya ilişkin olarak pek çok görüş bulunmakla birlikte iki görüş ön plana çıkmıştır. Bunlardan ilkine göre, kuvvetler ayrılığını "yargı bağımsızlığı ve tarafsızlığı" somutlaştırmaktadır. Eğer bir siyasal düzende yargı bağımsız ise, kuvvetler ayrılığının varlığından söz edilebilir. Diğer görüşe göre ise, siyasi partiler demokrasinin artık olmazsa olmaz unsurlarıdır. Buna göre de siyasi partiler demokrasisinde kuvvetler ayrılığının yerini bir alternatif olarak iktidar ve muhalefet partileri ayrımı almıştır. Bu karşılıklı ilişki ve dönüştürme ağı, iktidar değişimi yoluyla iktidarı sınırlandırma işlevi mümkün olacak ve bu da kuvvetler ayrılığının modern görünüm biçimi olarak anlam kazanacaktır.[49]

Kuvvetler ayrılığının anayasalardaki görünüm biçimi ise kuramsal düzlemden temel toplumsal belgeye aktarımı sağlamıştır. Buna göre, yasama, yürütme ve yargı organlarının her birinin kullandığı egemenlik yetkisi, anayasa ile çerçevesi çizilmiş sınırlı yetki kullanımına bağlı kılınmıştır. "Anayasacılık" kavramının özü de bunu gerekli kılmaktadır.[50] Hükümet sistemleri ise bunun görünüm biçimleri olarak varlık kazanmaktadır. Bu anlamda, hükümet sistemleri yürütmenin veya hükümetin göreve gelişine göre çeşitli görünüm biçimlerine sahip olmakla birlikte, temelini toplum sözleşmesi anlayışına dayandırmaktadır.[51] Bu yaklaşım "verilmiş yetki", yani "yetkilendirme" düşüncesinden kaynak bulmaktadır. Dolayısıyla egemenlik yetkisi kullanan organların vatandaş ile kurdukları hukuki ve siyasi bağ, bu organların gerçekleştirdikleri tasarruflarda hukukun genel ilkeleri, adalet, hakkaniyet, eşitlik, özgürlük ve demokrasiye uygun olarak kazandıkları meşruiyete dayanmaktadır.

---

[46] Ömer Anayurt (2024), Anayasa Hukuku (Temel Kavramlar ve Türk Anayasa Hukuku), Seçkin Yayıncılık, Ankara, s. 55.
[47] Turhan (2004), s. 72, 75-80.
[48] Levent Gönenç (2001), "Meşruiyet Kavramı ve Anayasaların Meşruiyeti Problemi", Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, Cilt: 50/1, s. 134-139.
[49] Atıl Buğra Karadaş (2020), "Anayasalcılık ve Demokrasi Arasındaki İlişki: Sürekli Bir Çatışma Mı Simbiyotik Bir Birliktelik Mi?", Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, Yıl: 5, Sayı: 2020/1, s. 135.
[50] Giovanni Sartori (1962), "Constitutionalism: A Preliminary Discussion", American Political Science Review, Vol: 56/4, s. 56 vd.
[51] Anayurt (2024), s. 396-402.

B. Sorumluluk İlişkisi

Sürdürülebilir kurumsallaşmayı sağlayan bir diğer unsur ise etkin işleyen siyasal sorumluluk kurumu ve bunu gerçekleştirmeye yönelik mekanizmalardır. Sorumluluğun odağında ise halkın katılımıyla işleyen demokratik denetim araçları ve kurumları yer alır. Çünkü sorumluluğun hedefi yöneticilerin yönetilenlere "hesap vermesi" üzerine kuruludur. Zira hesap vermeyen demokrasiler otoriter siyasal düzeni inşa eden istibdat rejimleridir. Bir başka ifade ile demokrasilerde halkın oyuyla seçilen siyasal karar organlarından hükümetler hem dikey olarak halka hem de yatay olarak yasama ve yargı organlarına hesap verir. Aksi halde o rejimin adı ne olursa olsun bir demokrasi değildir.[52] Bu açıdan da yargı bağımsızlığı ve tarafsızlığı sağlanmadığı müddetçe hangi hükümet sistemi benimsenirse benimsensin "sınırlı yönetim"e yani anayasal demokrasiye erişme imkânı bulunmamaktadır.[53]

C. Toplumsal Talepler ve Beklentiler

Sürdürülebilir kurumsallaşmayı gerçekleştirecek bir diğer unsur ise toplumsal talepler ve beklentilerdir. Kurumlardan sağlanacak fayda haklardan sağlanacak fayda gibidir. Ancak gerçek odur ki kurumlar ancak halkın büyük bir bölümü onların etkisine gücüne ve varlığına inandığı oranda güçlenirler. Haklar ve özgürlükler için de durum böyledir. Eğer insanlar haklarını ve özgürlüklerini korumaya ve kullanmaya yeterli düzeyde kararlı hissederlerse, bu haklar güvenceye kavuşur ve bunların kullanımı ile sürdürülebilir yeni müesseseler oluşturur. Ancak öyle bir istek ve karar olmaz ise bu durumda bu boşluğu ne yargı organı ne parlamento ne de sınırlı bir hükümet doldurabilir. Bu sebeple bütün hak ve özgürlüklerin temeli egemenliğin kaynağı olan halkın siyasal iradesinde bulunmaktadır. Çünkü anayasal bir devlette hükümet etme yetkisi, organlar ve kurumlar aracılığıyla nasıl kullanılırsa, hakların ve özgürlüklerin sahip olduğu etki alanı da devletin kurumsallığını öyle etkiler ve yönlendirir.[54]

D. Anayasal Haklar ve Özgürlükler ve Yargısal Güvence

Sürdürülebilir kurumsallaşmayı sağlayacak bir diğer unsur ise hukuk devletinin hayata geçirilmesini sağlayacak "normatif önermeler"in varlığıdır. Bu normların anayasallığı ise yargı bağımsızlığı ile korunabilecektir. Anayasanın üstünlüğünü ve bağlayıcılığını sağlayacak hükümlerin yorumlanmasında hukuk devleti ilkesinin ölçü norm olarak kullanılması bu normatif standardı sağlayacaktır. Bu açıdan anayasaya uygunluğun yargısal denetimi hayati bir önem kazanmaktadır. Egemenlik yetkisi kullanan organların hukuk devleti ilkesine uygun usullerle işleyişi bunun temelini oluşturmaktadır. Demokratik hukuk devletinin hayata geçirilmesi ve özgürlüklerin korunması bakımından, kanunların anayasaya uygunluğunun yargısal denetimi ancak anayasanın üstünlüğü ve bağlayıcılığı anlayışının yerleşmesi ve bunun gerçekleştirilmesi için de bir müeyyide kurumunun bulunması gereklidir. Bu açıdan bir hukuk devletinde anayasa yargısının işlevi, anayasanın sahip olduğu yargılama yetkisiyle, "müeyyide açığına çare bulma girişimi"dir. Anayasanın üstünlüğü ve bağlayıcılığı anlayışı bunu gerektirip, yargısal faaliyet kapsamında, buna karşı gerçekleştirilecek işlemleri geçersiz kılmak onun hem iktidarı hem de görevidir.[55]

---

[52] Ersin Kalaycıoğlu, https://ankaraenstitusu.org/wp-content/uploads/2022/08/kalaycioglu-baskanlik-sistemi.pdf , s. 10 (E.T. 18.02.2025).
[53] Anayurt (2024), s. 402.
[54] Leslie Lipson (1986), Politika Biliminin Temel Sorunları, (Çeviren: Tunçer Karamustafaoğlu), Birlik Yayıncılık, Ankara, s. 325-327.
[55] Mauro Cappelletti (1971), Judicial Review in the Contemporary World, The Bobbs-Merill Company, New York, s. 26. Ayrıca bkz. İba/ Kılıç (2024), s. 3.

ABD Federal Yüksek Mahkemesi'nin 1803 tarihli Marbury v. Madison kararı anayasanın üstünlüğü, anayasal denetim ve anayasal kurumsallaşma bakımından bir milat olarak kabul edilmektedir. Mahkeme kararında;

> *"Kanunun ne olduğunu söylemek, yargı organının yetkisi içindedir ve onun görevidir. Bir kuralı somut olaylara uygulamak durumunda olanların, ona açıklama getirmeleri ve onu yorumlamaları gerekir. Eğer iki kanun birbirleri ile çatışıyorsa, mahkemeler hangisinin uygulanacağı hakkında karar vermek zorundadırlar.*
>
> *Bu bağlamda, şayet bir kanun, anayasaya ters düşüyorsa ve belirli bir davada hem anayasa hem de kanun uygulanıyorsa; mahkeme, davayı ya anayasayı dikkate almadan kanuna göre, ya da kanunu dikkate almadan anayasaya göre karara bağlar. Mahkeme, bu çatışan kurallardan hangisinin davada uygulanacağına karar vermek zorundadır. Bu husus, yargısal görevin özünü oluşturur.*
>
> *Öyleyse, mahkemeler anayasayı dikkate alacaklarsa ve anayasa sıradan kanunlardan daha üstün ise, her ikisinin de uygulanabileceği bir davanın, sıradan kanuna göre değil, anayasaya göre karara bağlanması gerekecektir...*
>
> *Şu tersi ileri sürülemeyecek kadar açık, yalın bir önermedir ki, ya anayasaya aykırı olan her yasama işlemi (kanun) denetime bağlı tutulur; ya da, yasama organı anayasayı bayağı bir kanunla değiştirebilir. Bu ikisi arasında ortalama bir yol yoktur. Anayasa ya bayağı kanunlar gibi değiştirilemeyen üstün, yüce bir kanundur, ya da yasama organının dilediği zaman değiştirebileceği, bayağı kanunlarla eşdeğer ve düzeyde bir kanundur. Bu yollardan birincisi doğru ise, yasama organının anayasaya aykırı olan bir işlemi kanun değildir; ikinci yol doğru ise, o zaman yazılı anayasalar halkın gerçekte sınırlandırmaya elverişli bulunmayan bir gücü, sınırlandırmak için giriştikleri boş ve anlamsız çabalardır. Yazılı anayasaları düzenleyen kimselerin hepsi, hiç kuşkusuz anayasanın ülke içinde temel ve üstün bir kanun olması ereğini gütmüşlerdir ve bundan dolayı da her hükümet sisteminde bu teoriye göre anayasaya aykırı bir yasama işleminin (bir kanunun) geçersiz olması gerekmiştir."*[56]

Söz konusu karara göre, hukuk normları hiyerarşik bir düzen içinde geçerlilik kazanırlar. Bu normlar arasında anayasa, diğer normlardan üstündür ve onlara kaynaklık eder. Dolayısıyla egemenlik yetkisi kullanacak organların yetkilerinin kaynağı da doğrudan doğruya anayasa ile tayin edilmiştir. Anayasaya uygunluğun yargısal denetimi klasik işleviyle bu karar ile temellendirilmiş ve daha sonra ise temel hak ve özgürlükleri koruma işleviyle günümüzde anayasal devletlerin olmazsa olmaz koruyucu kalkanı halini almıştır. Demokrasi ve hukuk devleti de modern işlevin şekillenmesinin temel ilkeleri olmuştur.

Türkiye'de 1961 Anayasası ile kurulan Anayasa Mahkemesi 1982 Anayasası döneminde görevlerini sürdürmeye devam etmektedir. Özellikle 2010 yılında yapılan anayasa değişikliğiyle "bireysel başvuru" hak ve usulünün kabul edilmesiyle temel hak ve özgürlüklerin korunmasında ve sürdürülebilir kurumsallaşmada önemli bir aşama katedilmiştir. Anayasa Mahkemesi'ne göre hukuk devleti, *"insan haklarına saygılı, bu hakları koruyan, toplum yaşamında adalete ve eşitliğe uygun bir hukuk düzeni kurmak ve bunu sürdürmekle kendini yükümlü sayan, bütün davranışlarında anayasaya ve kurallarına uyan işlem ve eylemleri yargı denetimine tabi olan devlettir".*[57]

---

[56] http://caselaw.findlaw.com/us-supreme-court/5/137.html (15.02.2025).
[57] Anayasa Mahkemesi Kararı, Esas: 2002/38, Karar: 2002/89, Karar Tarihi: 08.10.2002, Resmi Gazete Tarih/Sayı: 26.12.2002/24975.

Anayasal kurumsallaşmayı ve kurumsal devleti gerçekleştirecek siyasal amaç, kişinin mensubu olduğu toplumun içinde birey olarak özerklik alanına yapılacak müdahalelere karşı korunmasıdır. Bunun temelinde ise insan onurunun dokunulmaz olduğu düşüncesi yer alır. Örneğin Federal Almanya Anayasası'nın 1. maddesi, *"İnsan onuruna dokunulmaz. Tüm devlet otoritesi, onu gözetmek ve korumakla yükümlüdür"* hükmüne yer vermekte, Devletin bu konudaki yükümlülüğü ortaya konulmaktadır. Dolayısıyla bu yükümlülüğün hayata geçebilmesi için kuvvetler ayrılığını sağlamak, yazılı ve katı bir anayasaya sahip olmak gerekmektedir. Bu anayasa hükümlerinin de devletin egemenlik alanındaki bütün organ, kurum ve kişileri bağlaması bir zorunluluktur. Bir güvence sistemi olarak yargı denetimi ve anayasaya uygunluk denetim mekanizması bulunmalıdır. Böylece oluşan anayasal devlet hem devlet iktidarını sınırlandırma hem de kişi hak ve özgürlüklerini güvence altına alma işlevi üstlenir.[58] İşte bu ilkelere dayanan kurumsallaşma, anayasal devlete karşılık gelir ve sürdürülebilir kurumsallaşma ile "yaşayan anayasa"ya zemin oluşturur.

Sonuç

Temel hak ve özgürlüklerin bütünlüğü ve bireyin devlet düzeni içinde sağlıklı ve dengeli gelişimi, anayasal organların bunlara uygun kuruluş ve işleyişi ile insan-toplum-çevre-üretim-kalkınma odağında sürdürülebilir kurumsallaşmayı beraberinde getirebilecektir. Anayasal devlet hem temel hak ve özgürlüklerin güvenceli rejimini hem de etkin işleyen bir devlet yönetimini beraberinde getirir. Çünkü sürdürülebilir kurumsallaşma devletin varlığı ve kamusal hizmetleri yerine getirebilmesi için bir zorunluluktur. İktidarın etkin bir şekilde kullanımı, siyasal karar organlarının faaliyetlerinin etkin bir şekilde denetimini gerektirir. Yani siyasal karar alma mekanizmalarının etkin olması ve tıkanıklıkları giderici rasyonel hükümlere doğrudan anayasa ile yer verilmesi gerekir. Temel hak ve özgürlüklerin temeli egemenliğin kaynağı olan halkın siyasal iradesine dayanır. Anayasal bir devlette hükümet etme yetkisi, organlar ve kurumlar aracılığıyla nasıl kullanılırsa, hakların ve özgürlüklerin sahip olduğu etki alanı da devletin kurumsallığını öyle inşa etmektedir.

Kaynakça

Anayurt, Ömer (2024), *Anayasa Hukuku (Temel Kavramlar ve Türk Anayasa Hukuku)*, Seçkin Yayıncılık, Ankara.

Boyar, Oya (2020), "Anayasa ve Sürdürülebilir Kalkınma", *İstanbul Hukuk Mecmuası*, Sayı: 78 (4).

Cappelletti, Mauro (1971), Judicial Review in the Contemporary World, The Bobbs-Merill Company, New York.

Friedrich, Carl J. (1999), *Sınırlı Devlet*, (Çeviren: Mehmet Turhan), Gündoğan Yayınları, Ankara.

Gemalmaz, Mehmet Semih (2001), *İnsan Hakları Hukukunun Genel Teorisine Giriş*, Beta Yayınevi, İstanbul.

Levent Gönenç (2001), "Meşruiyet Kavramı ve Anayasaların Meşruiyeti Problemi", *Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, Cilt: 50/1, s. 131-152.

İba, Şeref / Kılıç, Abbas (2024), *Anayasa Yargısı Dersleri*, Turhan Kitabevi, Ankara.

Kalaycıoğlu, Ersin, https://ankaraenstitusu.org/wp-content/uploads/2022/08/kalaycioglu-baskanlik-sistemi.pdf , s. 10 (E.T. 18.02.2025).

Kapani, Münci (2013), *Kamu Hürriyetleri*, Yetkin Yayınları, Ankara.

[58] Turhan (2004), s. 70-75.

Karadaş, Atıl Buğra (2020), "Anayasalcılık ve Demokrasi Arasındaki İlişki: Sürekli Bir Çatışma Mı Simbiyotik Bir Birliktelik Mi?", *Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, Yıl: 5, Sayı: 2020/1.

Lijphart, Arendt (1996), *Çağdaş Demokrasiler* (Çeviren: Ergun Özbudun-Ersin Onulduran), Yetkin Yayınları, Ankara.

Lipson, Leslie (1986), *Politika Biliminin Temel Sorunları*, (Çeviren: Tunçer Karamustafaoğlu), Birlik Yayıncılık, Ankara.

Loewenstein, Karl (1962), *Political Power and Governmental Process*, The University of Chicago Press, Chicago.

Mehmet Turhan (2004), *Anayasal Devlet*, Naturel Yayınları, Ankara.

Sartori, Giovanni (1962), "Constitutionalism: A Preliminary Discussion", *American Political Science Review*, Vol: 56/4.

Tanör, Bülent (2024), *Osmanlı-Türk Anayasal Gelişmeleri*, YKY, İstanbul.

Teziç, Erdoğan (2016), *Anayasa Hukuku*, Beta Basım Yayın, İstanbul.

http://caselaw.findlaw.com/us-supreme-court/5/137.html (15.02.2025).

Anayasa Mahkemesi Kararı, Esas: 2002/38, Karar: 2002/89, Karar Tarihi: 08.10.2002, Resmi Gazete Tarih/Sayı: 26.12.2002/24975.

https://www.elysee.fr/en/french-presidency/the-declaration-of-the-rights-of-man-and-of-the-citizen (10.02.2025).

SANAT VE EKOLOJİ: ANTROPOSEN ÇAĞINDA SANATIN ROLÜ

Ayşe Nur İpek

Özet:

Antroposen, insan faaliyetlerinin doğa üzerindeki olumsuz etkilerinin en belirgin biçimde hissedildiği çağ olarak tanımlanır. Doğa üzerindeki insan etkisi her çağda olsa da, Sanayi Devriminin ardından bu etki çok daha belirleyici hale gelir. Sanayinin artan fosil yakıt ihtiyacı, 19.yüzyıldan itibaren çevre kirliliğini artıran en önemli etken olur. 20. Yüzyılla birlikte ise pestisitlerin tarımda kullanılmaya başlanması, plastik ürünlerin hayatımıza girişi, nükleer atıkların ortaya çıkışı gibi pek çok gelişme, doğayı geri dönüşü olmayan şekilde dönüştürür. Dünya, çevre kirliliği, iklim değişikliği ve biyoçeşitliliğin azalması gibi sorunlarla dolu bir kriz içine girer.

19. Yüzyıldan itibaren, Sanayi Devrimin yıkıcı etkilerini gören bir çok düşünür ve bilim insanı, söz konusu olumsuzluklara karşı insanlığı uyarmaya başlar. Özellikle de yıkımın geri dönüşü olmayan bir yola girdiği 20. yüzyılın ikinci yarısında bu uyarılar artar ve doğayı korumak ve bu yıkım konusunda insanlardaki farkındalığı artırmak üzere dünya çapında Hükümetlerearası İklim Paneli (IPCC), Green Peace gibi sivil toplum örgütleri, ya da Karbon salınımını azaltmayı öneren Paris iklim antlaşması gibi örgütlü bir takım adımlar atılmaya başlanır. Tüm bu çabaların yanısıra sanatsal üretimler de çevresel farkındalık oluşturma ve eleştirel bilinç geliştirme süreçlerinde önemli bir rol üstlenir. Özellikle de 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren yükselen çevre hareketi ile birlikte sanatçılar da bu krizi eleştirel bir duruşla ele alırlar. Sanatın estetik ve duyumsal dili, izleyici üzerinde yalnızca bilişsel değil aynı zamanda duygusal düzeyde bir deneyim yaratarak, bilimsel verilerden farklı olarak, daha derin ve kalıcı bir etki oluşturma potansiyeline sahiptir. Bu makale, Antroposen çağında ekolojik sorunların sanat aracılığıyla nasıl ele alındığını, sanatın çevresel farkındalık oluşturmadaki rolünü incelemektedir.

Anahtar Kelimeler: Antroposen, Sanat, İklim Krizi, Doğa Tahribatı

aysenur7@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8223-3005

GİRİŞ

Antroposen kavramı, insan faaliyetlerinin doğa üzerindeki olumsuz etkilerinin en belirgin biçimde hissedildiği içinde olduğumuz çağı tanımlar. Bu olumsuzluklar, eleştirel bir bakışla sanatın da başlıca konularından biri olur. Bu makale, Antroposen çağında ekolojik sorunların sanat aracılığıyla nasıl ele alındığını, sanatın çevresel farkındalık oluşturmadaki rolünü inceleyecektir.

Günümüzde derinleşen çevresel krizler, doğayla olan ilişkimize dair köklü bir yeniden değerlendirmeyi zorunlu kılar. İklim değişikliği, doğa tahribatı ve biyoçeşitlilik kaybı gibi sorunlar, çok boyutlu ve disiplinler arası yaklaşımı gerektirir. Bu doğrultuda bilim insanlarının yürüttüğü araştırmalar, çevre koruma örgütlerinin ve politika yapıcıların çabaları büyük önem taşır. Bu bağlamda sanat da söz konusu çevresel krizle ilgili toplumda farkındalık yaratmada, bu çabanın önemli bir parçasıdır. Sanatçılar, bilimsel verilere yaratıcı perspektiflerle yaklaşabilir; bu verileri estetik yollarla görünür kılarak

DOĞAYI TAHHAKKÜM ALTINA ALMA DÜŞÜNCESİ

Bilimsel devrimler ve sonrasında Aydınlanma hareketiyle birlikte ortaya çıkan, insan aklının üstünlüğüne duyulan inanç, doğanın, yaşamın, akıl ve bilim yoluyla anlaşılabileceği ve kontrol edilebileceği düşüncesini doğurur. İnsanın bu inanç doğrultusunda kendine atfettiği güç, onun kendini doğadan ayırmasına ve doğayı kendisine hizmet eden bir olgu olarak görmesine neden olur. Doğal kaynaklar kontrolsüz tüketilir ve biyolojik çeşitlilik azalır. Doğal afetler ve evrenin döngüsel işleyişi etkili olsa da, günümüzde yaşanan ekolojik tahribatın en büyük etkenlerinden biri insandır. İnsan kendine atfettiği gücü kötüye kullanmış, tüm canlıların habitatına zarar vermiştir. İnsanın doğa üzerindeki yıkıcı etkisinin büyüklüğü nedeniyle bu çağ Antroposen (İnsan Çağı) olarak tanımlanmaktadır.

ANTROPOSEN

Antroposen, henüz bilimsel olarak jeolojik bir çağ olarak tanımlanmasa da bilim, düşünce dünyası ve sanat gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Antroposen'in en belirleyici özellikleri; doğa üzerinde insan etkisiyle yaşanan, tahribat, çevre kirlliği, biyolojik çeşitliliğin azalması, iklim değişikliği gibi olumsuzluklardır.

Antroposen kavramı, 2000 yılında Paul J. Crutzen tarafından yazılan "Antroposen" bilimsel bir makale ile ortaya çıkar. Crutzen'e göre Sanayi Devriminin başlangıcını temsil eden buhar makinesinin icadı, aynı zamanda Antroposen çağının da başlangıcıdır. Daha sonra Will Steffen ile yazdıkları makalede ise 1945 sonrası başlayan nükleer çağı Antroposenin ikinci evresi olarak tanımlarlar.

Antroposen'in başlangıcını ekolojik açıdan büyük dönüşümlere yol açan farklı tarihsel kırılma noktalarına dayandıran görüşler de vardır. Bazıları, sanayi, teknoloji ve nüfusun benzeri görülmemiş bir hızla arttığı "Büyük İvme" döneminin başlaması ve radyoaktif kirliliğin zirveye ulaşması nedeniyle 1964'ü Antroposen'in başlangıcı olarak görürken; kimileri, atom bombası testleri, plastiklerin yaygınlaşması ve küresel nüfus patlaması nedeniyle 1950'yi işaret eder. Başka bir yaklaşım, 1610 yılında, Avrupa'dan Amerika'ya taşınan mikropların yol açtığı büyük nüfus kaybı sonrası kıtanın yeniden ormanlaşması ve atmosferdeki sera gazı seviyelerindeki ani düşüşü başlangıç noktası olarak kabul eder. Bir diğer görüş ise, bu değişimleri başlatan Kolomb'un 1492'de Amerika'ya ulaşmasını Antroposen'in gerçek başlangıcı olarak değerlendirir. (Çaylı, 2020, s.31) Yuval Noah Harari ise Antroposeni çok daha eski bir tarihe, Taş Devrine; insanların dünyanın dört bir köşesine yayılarak bitki örtüsünü değiştirmeye başlamasına dayandırır. (Harari, 2020, s.86).

Tüm bu farklı yaklaşımların arasında, Crutzen'in de işaret ettiği üzere, Antroposen'in başlangıcını Sanayi Devrimi'ne dayandıran görüş, insan etkisinin doğa üzerindeki belirgin ve geri dönülmez etkiler yaratmaya başladığı döneme işaret etmesi bakımından öne çıkar.

Sanayi Devrimi ile birlikte insanlık teknolojik anlamda büyük ilerlemeler kaydeder ancak sanayinin fosil yakıt ihtiyacı yıkıcı bir çevresel kirliliğin de başlangıcı olur. Fosil yakıt kullanımı hem çevre kirliliği yaratır ve hem de sera gazı üretimini önemli ölçüde artırırarak iklim değişikliğine neden olur. İklim değişikliklerinin sonucunda meydana gelen sel baskınları, kasırgalar, yangınlar gibi yeryüzünde oluşan fiziksel hasarın da ötesinde etkileri vardır. İklim değişikliği, buzulların erimesine, deniz suyunun ısınmasına ve türlerin kendi habitatlarını terketmek zorunda kalmalarına ve yok olmalarına neden olur. Bir türün yok oluşu yalnızca o türü etkilemez, içinde yer aldığı ekosistemi ve dolayısyla da diğer ekosistemleri tehdit altına sokar. Bu durum için verilebilecek en çarpıcı örenklerden biri arılardır. Arılar, doğadaki en önemli polen taşıyıcılarıdır ve pek çok bitki üreyebilmek için onlara ihtiyaç duyar. Arının, içinde olduğu ekosistemde yok olması, yalnızca o bitkilerin değil; onlara bağlı yaşayan böceklerin ve kuşların ya da diğer canlıların yaşamını da tehdit eder. Bu nedenle arıların kaybı, yalnızca tek bir türün kaybı değil, tüm ekosistemin dengesinin sarsılması anlamına gelir.

Ekosistelerideki bu kırılganlık ve tehdit, bilim insanlarının ve düşünürlerin dikkatinden kaçmaz; doğaya yönelik tahribatın sonuçları konusunda çeşitli yazılar ve çalışmalarla toplumu uyarmaya başlarlar. 20. yüzyılda ekolojik krizin derinleşmesi, bu uyarıları daha da artırır. 1962'de Amerikalı' biyolog Rachel Carson'un, 2. Dünya Savaşının ardından yaygın olarak kullanılan pestisitlerin insan sağlığına ve yaban hayatına verdiği zararı bilimsel verilerle anlattığı "Sessiz Bahar" adlı kitabı geniş kitleler üzerinde büyük yankı uyandırır. Benzer şekilde, 1973'te Norveçli filozof çevreci Arne Naess, doğa tahribatını durdurmanın yolunun doğanın bir parçası olmaktan geçtiğini anlattığı "derin ekoloji" kavramını geliştirir. Hem Carson'un kitabı, hem de Naess'in felsefi yaklaşımı, çevre hareketinin entellektüel temellerinin oluşmasında ve 1970'lı yıllarda bu hareketin yükselmesinde etkili olur.

Bu uyarılarla birlikte kurumsal düzeyde de neler yapılabileceğini tartışmak ve harekete geçmek üzere çevre koruma örgütleleri kurulur ve çeşitli girişimler hayata geçirilir. 1948'de Doğayı ve Doğal Kaynakları Korumak İçin Uluslararası Birlik, 1961'de Dünya Yaban Hayatı Fonu, 1969'da Dünyanın Dostları ve 1971'de Greenpeace kurulur. 1968'de Unesco Paris Biyosfer konferansını düzenler. 22 Nisan 1970'te Dünya Günü ilan edilir ve ardından Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı kurulur. 1988'de kurulan Sürdürülebilir Biyosfer İnisiyatifi (SBI; Sustainable Biosphere lnitiative), küresel değişim, biyolojik çeşitlilik ve sürdürülebilir ekolojik sistemler üzerinde çalışmayı önerir. Aynı yıl 1988'de Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) düzenlenir. 1997'de karbon salınımını düşürmek amacıyla Birleşmiş Milletler üyeleri tarafından Kyoto Protokolü, 2016 'da da Paris antlaşması imzalanır. (J.Schroder vd., 2021, s.295-322)

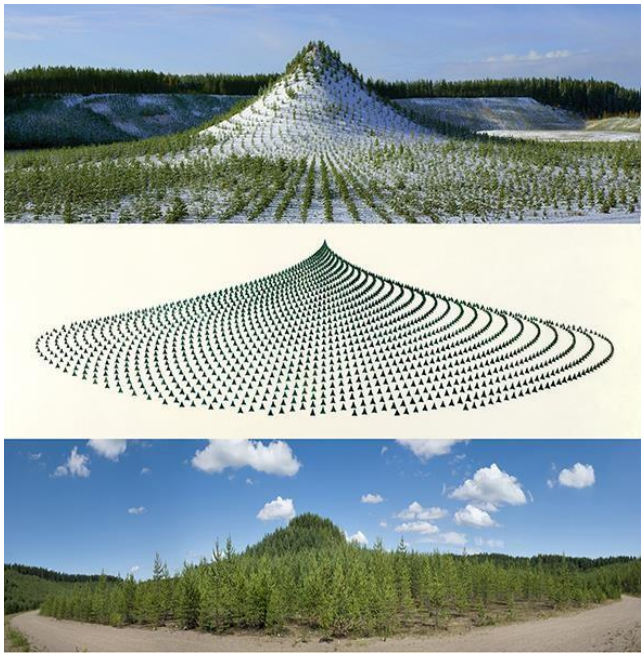
Tüm bilimsel uyarı ve bilgilendirme çabalarına rağmen, doğanın korunmasına yönelik gerekli dönüşüm henüz gerçekleşmemiştir. Küresel ısınma ve iklim değişikliğiyle ilgili veriler, çoğu zaman gündelik yaşamın akışı içinde hızla unutulan soyut bilgiler olarak kalır. Binlerce kilometre uzaklıktaki buzulların erimesi ya da endemik bir bitkinin veya bir kuş türünün yok olması, doğrudan deneyimlenmediği için bireyler tarafından somut bir tehdit olarak algılanmaz. Bu durumda bireylerin bu krizle bağ kurabilmesini sağlama açısından sanat, önemli bir işlev üstlenir. Sanat, sahip olduğu estetik, duyumsal ve deneyimsel gücü sayesinde, bireyin doğayla kuduğu ilişkiyi yeniden sorgulamasını teşvik eder.

ANTROPOSEN ÇAĞINDA SANAT

Antroposen çağının çevresel ve toplumsal etkileri, yalnızca bilimin ve çevre politikalarının değil sanatın da başlıca konuları arasına girer. 20. Yüzyılın son çeğreğinde sanatçılar; tıpkı 19. yüzyılın başlarında, Sanayi Devriminin yıkıcılığına karşı ilk tepkiyi, doğanın güzelliğini vurgulayarak, doğayı yücelterek gösteren Romantik sanatçılar gibi ilgimizi uzaklaştığımız doğaya yönlendiriler. Ancak bu kez doğa, sadece estetik bir ilham kaynağı olarak değil, aynı zamanda tehdit altında olan bir varlık olarak temsil edilir. Özellikle de 60'lı yıllardan itibaren yükselen çevre hareketi ile birlikte pek çok sanatçı, insan faaliyetlerinin doğa üzerindeki etkisini sorgulayan, düşündürten, hatta bizzat doğayı iyileştirmeye çalışan eserler üretir. Bu doğrultuda sanatçılar, gerekli gördüklerinde bilim insanlarıyla işbirliği yapar; hatta bazı projelerede izleyiciyi de sürece dahil ederek adeta çevreci bir aktivist gibi hareket ederler. Kimileri ağaç dikme, su arıtma projeleri geliştirme, istilacı türleri yok etme ve geri dönüşüm gibi uygulamalı projeler üretirken; kimileri ise iklim değişikliğiyle ilgili bilimsel verileri kullanarak sanatsal projeler geliştirir. Herbiri bambaşka bir dil ile yaşamın, ekosistemlerin varlığına bağlı olduğunu gösterir.

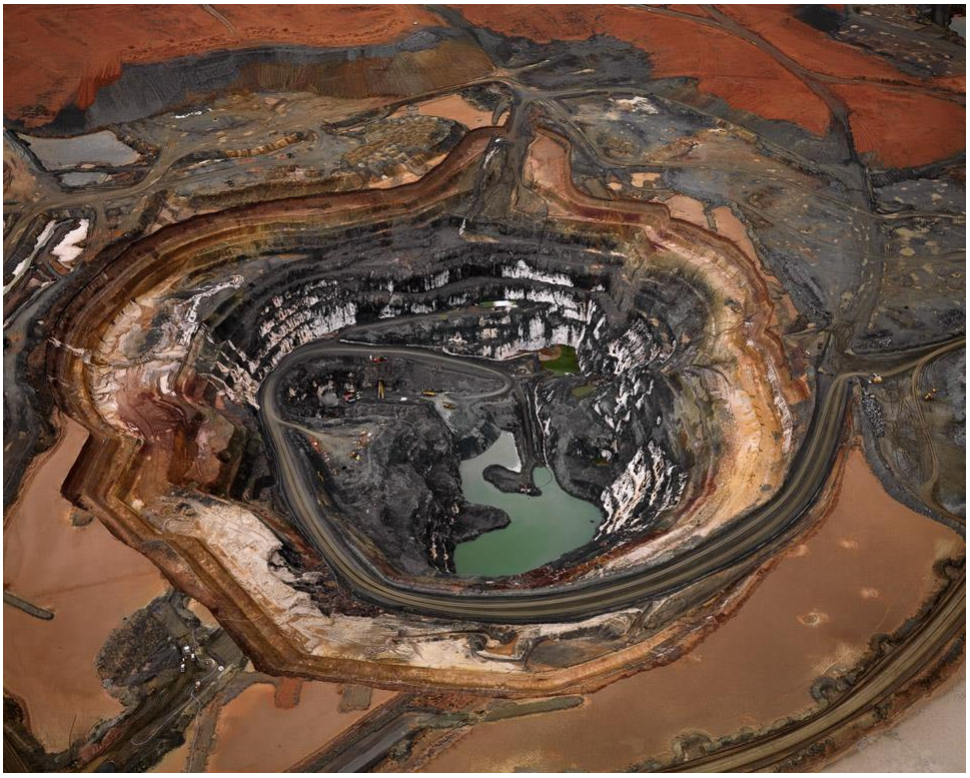
Görsel- 1 Buğday Tarlası- Bir Yüzleşme: Battery Parkı Çöplüğü, Manhattan Şehir Merkezi, 1982

Bu yaklaşımın erken ve en etkili isimlerinden biri, doğayla doğrudan etkileşime giren projeleriyle Agnes Denes'tir. Agnes Denes, "Buğday Tarlası-Bir Yüzleşme: Battery Parkı Çöplüğü, Manhattan Şehir Merkezi" adlı çalışmasında Dünya Ticaret Merkezinin yakınında varlık değeri çok yüksek olan boş bir araziyi ekonomik değeri oldukça ucuz ama en temel gıda maddelerinden biri olan buğday dikerek, ekolojik bilinç ve sürdürülebilirlik konusuna dikkati çeker. Agnes Denes'in resmi web sitesinde yer alan bilgilere göre, buğday tarlası; yiyeceği, enerjiyi, ticareti, dünya ticaretini ve ekonomiyi temsil eden, evrensel bir kavram, bir semboldür. Kötü yönetim, israf, dünya açlığı ve ekolojik kaygılara atıfta bulunur. Yersiz önceliklerimize dikkat çeker. (http://www.agnesdenesstudio.com/works7.html) (erişim: 18.04.2025)



Görsel- 2 "Ağaç Dağı - Yaşayan Bir Zaman Kapsülü", (420 x 270 x 28 m) Ylojarvi, Finland, 1992-96

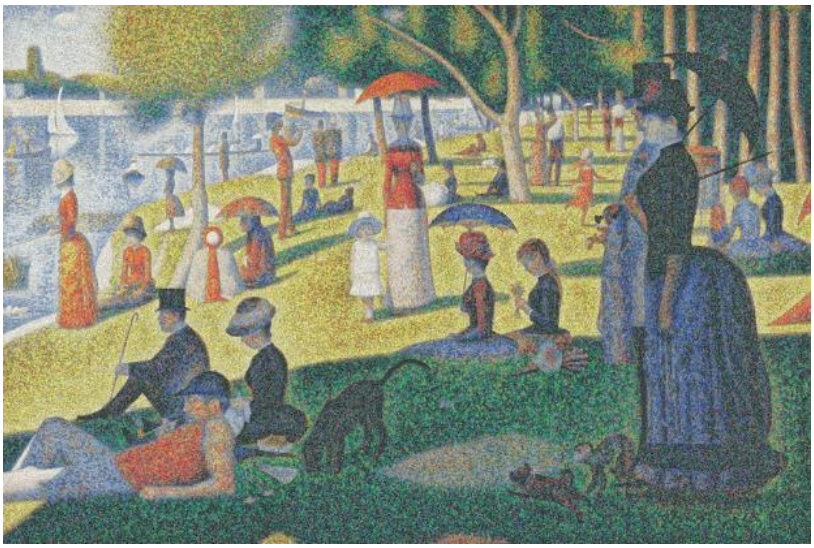
Agnes Denes, Birleşmiş Milletler Çevre Programı ve Finlandiya Çevre Bakanlığı tarafından desteği ile 1992-1996 yılları arasında Finlandiya'daki Pinzio çakıl ocaklarında Ağaç Dağı - Yaşayan Bir Zaman Kapsülü", (Tree Mountain - A Living Time Capsule) adlı projesi ile ise dört yüz yıl boyunca korunacak nesli tükenmekte olan bir çam türünün fidanlarını dikerek orman yaratır. 11.000 kişiyle birlikte 11.000 fidan dikerek, maden ocağından kalan zarar görmüş araziyi ıslah eder. Dolayısıyla bu sanat eserinin doğayı iyileştirmesini amaçlayan iyi bir örnektir."Ağaçlar, altın oran ve ananasın birleşiminden türetilen karmaşık bir matematiksel desene göre dikilir" (http://www.agnesdenesstudio.com/works7.html) (erişim: 18.04.2025). Ağaçları dikenler; diktikleri ağaçları sahibi olduklarına dair sertifika alırlar ve diktikleri ağacın bakımından sorumludurlar. Ekosistemin kendini oluşturmasının 400 yıl kadar aldığı için "Ağaç Dağı" asla satılamaz, ağaçların sahipleri bu ağaçları sonraki nesillerine miras bırakabilirler. Böylece insanlar ağaçlar aracılığıyla sonraki nesillerle birbirine bağlanır.



Görsel- 3 Silver Lake Operations -1, Lake Lefroy, Western Australia, 2007

Kanadalı fotoğrafçı Edward Burtynsky, taş ocakları, maden sahaları, petrol sahaları ve gemi söküm alanları gibi endüstriyel manzaraları fotoğraflayarak doğa tahribatının büyüklüğünü gözler önüne serer. Bu fotoğraflar, uzaklarda eriyen buzulların ya da petrol sızıntısı gibi, gündelik hayatımızda fark etmediğimiz çevresel tehditleri göz mesafesine getirir. Burtynsky'e göre; insanlığın doğaya bıraktığı izleri estetik bir biçimde ortaya koyarken, suçlamak yerine bu tahribatı anlamaya yönelik bir farkındalık yaratmak gereklidir. Estetik açıdan son derece etkileyici olan kompozisyonlar izleyiciyi kendisine hayran bırakırken, aynı zamanda yansıttığı gerçeklik ise sorgulamaya davet eder.

(https://www.edwardburtynsky.com/projects/photographs/anthropocene) (erişim: 18.04.2025)



Görsel- 4 Caps Seurat, 60x90" (152x229 cm), 2011

Doğaya tahribatını belgelemek için fotoğrafı eleştirel bir araç olarak kullanan sanatçılardan biri de Chris Jordan'dır. Jordan, aşırı tüketim olgusunu ve bunun doğuruduğu çevresel yıkımı fotoğraf aracılığıyla çarpıcı görsel bir dile dönüşütürür. "Running the Numbers" (Rakamları İşlemek) adlı projesiyle projenin manifestosunda açıkladığı üzere "dünyanın her gün topraklarına uygulanan kimyasal pestisit miktarı, her on beş dakikada bir okyanuslardan yakalanan orkinos sayısı, her saniye çevreye atılan sigara izmaritlerinin sayısı" gibi doğa tahribatına dair bilimsel sayısal verileri, tüketim nesnelerinin fotoğraflarını çeşitli şekillerde kurgulayarak görselleştirir. Binli rakamlardan sonrasının insan zihninin çok fazla şey ifade etmediği düşüncesinden yola çıkarak görsel imajlara dönüştürdüğü sayıları, anlamlı ve akılda kalıcı hale getirir. "Running the Numbers" serisinden bir eser olan "Caps Seurat", Georges Seurat'ın "La Grande Jatte Adası'nda Bir Pazar Öğleden Sonrası" resminin tüketim nesneleri ile yeniden yorumlanmasıdır. Jordan "Caps Seurat" adlı bu çalışmasında, 2010'daki istatistiklere göre ABD'de her bir dakika tüketilen ortalama plastik şişe sayısına eşit olan 400.000 şişe kapağını kullanmıştır.

Görsel- 5 Crushed Cars #1, Tacoma, 50,80x213,36cm, 2004

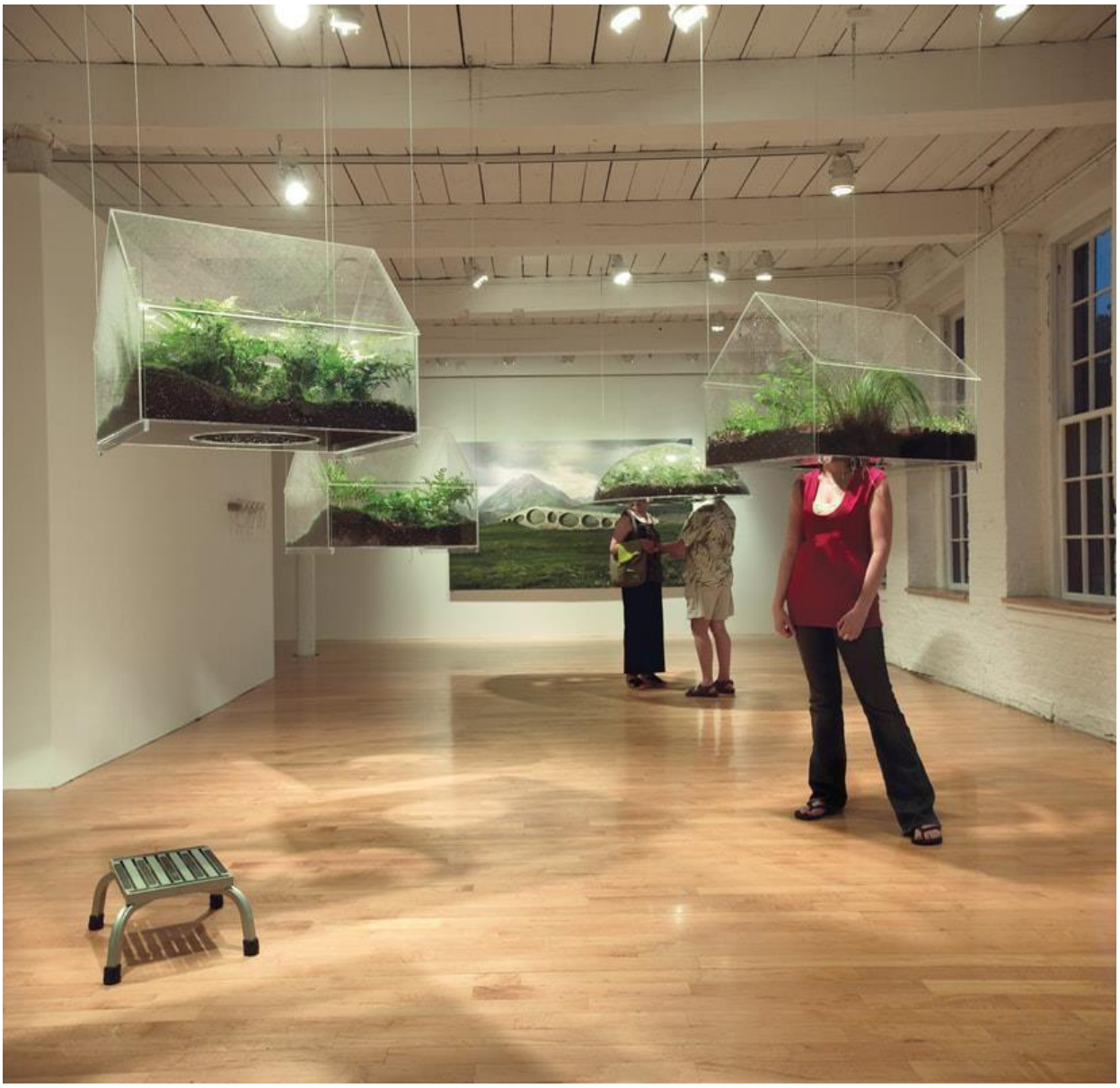
Jordan'ın "Intolerable Beauty: Portraits of American Mass Consumption" (Dayanılmaz Güzellik: Amerikan Tüketiminin Portreleri) adlı projesi ise Amerikadaki atıkların depolandığı alanlarda çektiği fotoğraflardan oluşur. Aşırı tüketimin sonuçlarını oldukça çarpıcı bir şekilde ortaya koyan bu fotoğraflar, izleyiciyi aşırı tüketimin sonuçlarıyla yüzleştirir.

Görsel- 6 Midway Adası'ndaki bir Laysan albatrosu yavrusunun değişmemiş mide içeriği, 2, 2009

Jordan'ın çevresel yıkımı görünür kıldığı çalışmalarından biri de *Midway: Message from the Gyre, (Midway, Girdaptan Mesaj)* adlı fotoğraf serisidir. Bu projede Jordan, Pasifik okyanusunda, "Yedinci Kıta" olarak anılan yaklaşık 3,4 kilometrakarelik alana yayılan plastik atık yığınının yakınındaki Midway Adasında, plastik atıklarla beslendikleri için ölen albatros yavrularını belgeler. Jordan bu çalışmasıyla, istatistiksel verilerden çok daha etkili biçimde, plastik kirliliğinin doğal yaşam üzerindeki yıkıcı sonuçlarını duygusal ve etik düzeyde açığa çıkarır. Bu fotoğraflar izleyiciyi bireysel sorumluluğu üzerine düşünmeye ve daha geniş ekolojik bağlamlara odaklanmaya davet eder.

Görsel- 7 Atlantis , Tea Mäkipää, Finlandiya, 2007

Çalışmalarının merkezinde insan-doğa ilişkisi olan sanatçılardan bir diğeri ise Finlandiyalı Tea Mäkipää'dır. Sanatçı eserlerinde insan merkezli yaşamın eleştirisi, ekolojik kriz, sürdürülebilirlik ve insanın çevre sorunları karşısındaki kayıtsızlığına odaklanır. Tea Mäkipää''nın eserleri çoğunlukla galeride değil kamusal alandadır ve izleyici bu enstalasyonlarla karşılaşır. "Atlantis" adlı enstalasyonu, iklim değişikliği nedeniyle yükselen deniz seviyesini ve bu durumun görmezden gelinişini işaret eden bir eserdir. Nehir üzerinde yerleştirdiği batıyormuş gibi görünen evin içinde, batma tehlikesine rağmen ev sakinlerinin gündelik hayatlarına devam ettiği görülür. "Eserlerinin herbirinde, kendi türümüzü diğerleri ile eşitleyen ve kendimizi dışarıdan, bir yabancının bizi görebileceği şekilde görmemizi sağlayacak bir deneyim yaratmayı amaçlar" (Brown, 2014, s.54)



Görsel- 7 "Village Green", Massachusetts, 2008

İnsanla doğa arasındaki ilişkiyi düşündürten sanatçılardan biri de Amerikalı sanatçı Vaughn Bell'dir. Bell, insanların doğrudan deneyimleyebildiği, ya da tamamlayıcısı olabildiği eserler üretir. Bir başka deyişle, izleyicinin izleyici olmanın ötesine geçerek, yarattığı ekosistemlerin koruyucusu olmasını talep eder. Eserleri insanlardaki ekolojik farkındalığı artıran, doğanın bir parçası olduğumuzu hatırlatan

işlerdir. Bell aynı zamanda "Vaughn, Seattle Ulaştırma Bakanlığı'nda kamusal sanatı ulaşım altyapısına entegre eden kadrolu sanatçı olarak çalışmış, Seattle Kamu Hizmetleri Drenaj ve Atık Su Sanat Ana Planı gibi sanat planları yazmıştır ve Gemi Kanalı Su Kalitesi Projesi'nde Baş Sanatçı rolüyle proje yönetimi ve kolaylaştırıcılık yapmıştır. Küçük birer ekosistem yarattığı terraryumlardan oluşan "Village Green" adlı enstalasyonunda, izleyiciyi toprak ve yosun kokusu dolu terrayumların içine girerek, doğanın parçası olmayı deneyimine sahip olurlar.

SONUÇ

Günümüzde derinleşen ekolojik kriz, insanın doğayla kurduğu ilişkiyi yeniden değerlendirmesini zorunlu kılar. Doğaya yönelik insan merkezli yaklaşımlar, çevresel sorunların temel nedenlerinden biridir. Bu bağlamda, çevresel meselelerin çözümünde disiplinlerarası bir yaklaşım önem kazanırken, sanat da bu sürece önemli katkılar sunar. Çevresel krizlere ilişkin kavramsal bilgileri estetik ve duygusal bir deneyime dönüştüren sanat, izleyici üzerinde güçlü ve kalıcı bir etki yaratır. Bu yönüyle, Antroposen çağında insan-doğa arasındaki ilişkiyi yeniden düşündürten ve çevresel farkındalığı artıran bir rol üstlenir.

Sanat, doğrudan bir çözüm üretme gücüne sahip olmasa da, kültürel ve duygusal etkisiyle ekolojik bilinçlenmenin gelişmesine ve toplumsal söylemin dönüşümüne katkı sağlar. Bilimsel ve politik yaklaşımlarla birlikte değerlendirildiğinde ise, sürdürülebilir bir gelecek için gerekli toplumsal dönüşümün ayrılmaz bir parçası olarak öne çıkar.

KAYNAKÇA

J.Schroder, C.Coyne, J.Farndon, T. Harris, D. Harvey, T. Jackson, A. Singer, Ekoloji Kitabı, (Çev.A. F.Yıldırım) Alfa Yayınları, İstanbul 2021

Harari Y.N. (2020) Homo Deus Yarının Kısa Bir Tarihi, İstanbul, Kolektif Kitap.

Çaylı, E., (2020). İklimin Estetiği Antroposen Sanatı ve Mimarlığı Üzerine Denemeler, Everest Yayınları.

F.Coward, T. Cussans,J. Levy, P. Parker, S. Regan, P. Wilkinson (2017), Tarih Kitabı, (Çev.T. Göbekçin), Alfa Yayınları, İstanbul

https://www.chrisjordan.com/Running-the-Numbers/1 (erişim: 31.03.2024)

https://www.edwardburtynsky.com/projects/photographs/anthropocene) (erişim: 18.04.2025)

http://www.agnesdenesstudio.com/(erişim: 14.04.2025)

https://www.vaughnbell.net/village-green.html (erişim: 18.04.2025)

SAHTE GÖRSELLERİN TESPİTİ ÜZERİNE KISA BİR ÇALIŞMA: MAKİNE ÖĞRENİMİ VE DERİN ÖĞRENME YÖNTEMLERİ KIYASLAMASI

Emre Can KURAN[1]
Ece ECEMİŞ ELMACI[2]

Özet

Günümüzde Çekişmeli Üretken Ağlar (GAN) tabanlı sahte görsellerin üretimi hızla artmakta ve bu görüntülerin insan gözüyle tespit edilmesi giderek zorlaşmaktadır. Bu durum, özellikle güvenlik, medya doğrulama ve adli bilişim gibi alanlarda önemli sorunlara yol açmaktadır. Bu çalışmada, GAN üretimi görsellerin tespit edilmesine yönelik farklı makine öğrenimi ve derin öğrenme tekniklerinin etkinliği karşılaştırılmıştır. Çalışmada, literatürde yaygın olarak kullanılan Evrişimli Sinir Ağları (CNN), Yapay Sinir Ağları (ANN), Destek Vektör Makineleri (SVM), Rastgele Orman (Random Forests) ve Karar Ağaçları (Decision Tree) gibi yöntemler ele alınmıştır. Karşılaştırma, açık kaynak veri kümeleri kullanılarak gerçekleştirilmiş ve her yöntemin doğruluk, hassasiyet (precision), duyarlılık (recall) ve F1-skora dayalı performansı değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, CNN tabanlı derin öğrenme modellerinin GAN görüntülerini tespit etmede en yüksek doğruluk oranına sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle önceden eğitilmiş (transfer learning) derin öğrenme modellerinin, geleneksel makine öğrenimi yöntemlerine kıyasla belirgin bir üstünlük sağladığı gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, belirli veri kümelerinde SVM ve Random Forest gibi yöntemlerin de belirli senaryolarda başarılı sonuçlar verebildiği görülmüştür. Sonuç olarak, GAN üretimi sahte görsellerin tespiti için derin öğrenme tabanlı yöntemlerin daha güvenilir olduğu, ancak veri seti ve kullanım amacına bağlı olarak geleneksel makine öğrenimi yöntemlerinin de değerlendirilebileceği belirlenmiştir. Bu çalışma, sahte görsellerin tespitine yönelik ilerleyen araştırmalara ışık tutacak ve daha gelişmiş sınıflandırma modellerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Çekişmeli Üretken Ağlar (GAN), Sahte Görsel Tespiti, Derin Öğrenme, Evrişimli Sinir Ağları (CNN), Makine Öğrenimi.

[1]Arş. Gör., Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, ekuran@bandirma.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0987-3866
[2]Öğr. Gör., Yozgat Bozok Üniversitesi, ece.e.elmaci@bozok.edu.tr, ORCID: 0009-0002-8214-4499

1. Giriş

Son yıllarda GAN (Generative Adversarial Network) algoritmaları tarafından üretilen görsellerin insan gözüyle ayırt edilmesi giderek zorlaşmakta, sahte görüntülerin tespiti için otomatik yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda literatürde, özellikle makine öğrenimi ve derin öğrenme tabanlı yöntemlerin GAN üretimi sahte görselleri yüksek doğruluk oranlarıyla tespit edebildiği çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir.

Dang ve arkadaşları (Dang vd., 2018), GAN tarafından üretilen sahte yüz görüntülerinin tespit edilmesi için özelleştirilmiş bir Evrişimli Sinir Ağı (Customized CNN - CGFace) geliştirmiştir. Bu yöntem, PCGAN ve BEGAN mimarileri üzerinde yapılan testlerde %98 doğruluk oranına ulaşmıştır. Benzer şekilde (Ecemiş vd., 2023), StyleGAN2 tarafından üretilen görüntüleri DenseNet tabanlı hafif CNN modelleri ve transfer öğrenimiyle %98,75 doğrulukla tespit edebilmiştir. Öte yandan (Dzanic vd., 2020) GAN üretimi görsellerin tespiti için frekans alanı analizini kullanarak, yalnızca sekiz eğitim örneğiyle dahi %99,20 gibi yüksek doğruluk oranına ulaşmıştır. Bu yöntem yüksek frekanslı Fourier modlarını temel almaktadır. (Frank vd., 2020) de frekans spektrumundaki artefaktları kullanarak GAN görsellerini tespit eden yöntemler geliştirmiştir, ancak bu çalışmada sayısal doğruluk oranı bildirilmemiştir. (Goebel vd., 2021), 2.76 milyondan fazla görüntüyü içeren geniş çaplı bir veri kümesi kullanarak XceptionNet tabanlı CNN modelleri ile ProGAN, StarGAN, CycleGAN ve StyleGAN gibi birçok farklı GAN türü için %99,16 doğruluk elde etmiştir. Ayrıca (Nataraj vd., 2019), CNN modellerini piksel eş-oluşum (co-occurrence) matrisleriyle birleştirerek %99'un üzerinde bir doğruluk oranına ulaşmıştır. Bu yöntem, görsellerdeki piksellerin ilişkilerini kullanarak sahte görüntüleri daha etkili tespit etmektedir.

Diğer bir yenilikçi yöntem olan Convolutional Traces (Evrişimsel İzler), (Guarnera vd., 2020) tarafından geliştirilmiş ve bu yöntem ile on farklı GAN mimarisine ait görüntüler %98'den yüksek doğrulukla tespit edilmiştir. (Yu vd., 2019) ise GAN üretimi görsellerdeki parmak izlerini (GAN fingerprints) kullanarak sahte görüntülerin tanımlanmasına yönelik CNN temelli bir yaklaşım geliştirmiştir. (Hsu vd., 2018) önerdiği Deep Forgery Discriminator (DeepFD) ise, DCGAN, WGAP ve LSGAN gibi GAN mimarileri üzerinde %94,70 doğruluk elde etmiş ve kontrast özelliklerini kullanarak ayırt edici bir tespit mekanizması sağlamıştır. Ayrıca (ŞAFAK & BARIŞÇI, 2022), EfficientNetB0 gibi hafif CNN modelleri kullanarak StyleGAN2 ile üretilmiş sahte yüz görüntülerini %93,64 doğruluk oranıyla tespit edebilmiştir.

Özetle literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, özellikle CNN tabanlı derin öğrenme yöntemlerinin GAN üretimi görüntüleri tespit etmek için en yüksek performansı sunduğu görülmektedir. Ancak frekans alanı analizleri ve eş-oluşum matrisleri gibi özellik mühendisliği tabanlı tekniklerin de düşük hesaplama maliyeti ve sınırlı veriyle etkili sonuçlar verdiği anlaşılmaktadır. Bu bulgular, sahte görsel tespitine yönelik yeni çalışmalar için kapsamlı bir temel oluşturmaktadır. Bu çalışmada ise, geleneksel makine öğrenmesi yöntemlerinin daha önceki bir çalışmada da elde edilen bulgularla yeni bir yaklaşım ile değerlendirilmesi yapılmıştır. Geleneksel makine öğrenmesi yöntemleri ve öznitelik çıkarıcılar kullanılarak derin öğrenme modelleri ile kıyaslanmıştır.

2. Yöntem

Bu çalışmada, GAN üretimi sahte görsellerin otomatik olarak tespit edilmesine yönelik farklı makine öğrenimi ve derin öğrenme algoritmalarının performansları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Çalışmanın metodolojisi, nicel araştırma yöntemlerinden biri olan deneysel araştırma tasarımı temel alınarak gerçekleştirilmiştir. Deneysel tasarım kapsamında, gerçek ve GAN üretimi sahte yüz

görüntülerinden oluşan, dengeli bir veri kümesi kullanılarak sınıflandırma modelleri eğitilmiş ve elde edilen sonuçlar belirli metrikler üzerinden değerlendirilmiştir.

2.1. Veri Toplama Yöntemleri ve Veri Seti

Araştırmada kullanılan veri seti, önceki çalışmamız kapsamında oluşturulmuştur. Veri kümesi iki sınıftan oluşmakta olup, sahte görüntüler GAN algoritmalarının güncel ve popüler örneklerinden biri olan StyleGAN (Karras vd., 2021) mimarisini kullanan thispersondoesnotexist.com (*This Person Does Not Exist*, t.y.) web sitesi üzerinden elde edilmiştir. Bu sitede yer alan görseller yüksek çözünürlüklü sahte yüz görüntüleridir. Gerçek yüz görüntüleri ise Flickr (*Flickr*, t.y.) platformundan, telif hakkı bulunmayan ve kullanımı serbest olan lisanssız fotoğraflar arasından seçilmiştir. Böylece her iki sınıf için de görsel kalitesi ve çözünürlük bakımından tutarlılık sağlanmıştır.

Veri kümesi oluşturulurken, toplamda her iki sınıftan da eşit sayıda örnek alınarak sınıfların dengeli olması sağlanmıştır. Toplamda 1000 sentetik, 1000 gerçek görüntü olmak üzere toplamda 2000 görüntü bulunmaktadır. Bu görüntülerin %80'i (1600 adet) eğitim, %20'si (400 adet) de test için kullanılmıştır. Görsellerin sayısal olarak dengeli dağılımı, sınıflandırma modellerinin performansının objektif şekilde karşılaştırılmasına olanak tanımaktadır.

Araştırmanın evrenini, günümüzde GAN algoritmaları ile üretilen tüm sahte yüz görüntüleri ve dijital ortamlarda erişilebilir durumda bulunan gerçek insan yüzü fotoğrafları oluşturmaktadır. Bu çalışmada kullanılan örneklem, belirtilen evrenden basit rastgele örnekleme yöntemi kullanılarak oluşturulmuştur. Eğitim ve test süreçlerinin tarafsız ve güvenilir olması için, örneklem veri kümesi, %80 eğitim ve %20 test verisi olarak ayrılmıştır. Bu dağılım modeli, literatürdeki benzer çalışmalarda kabul görmüş standartlara uygun olarak belirlenmiştir.

2.2. Kullanılan Araçlar ve Analiz Teknikleri

GAN üretimi sahte görsellerin tespiti için bu çalışmada farklı türde sınıflandırma modelleri kullanılarak karşılaştırmalı analiz yapılmıştır. Daha önce yapılan bir çalışmadaki derin öğrenme tabanlı yöntemler kapsamında Evrişimli Sinir Ağları (CNN) ve transfer öğrenimi yoluyla eğitilmiş DenseNet (Huang vd., 2017), ResNet50 (He vd., 2016) ve AlexNet (Krizhevsky vd., 2017) modelleri ele alınmıştır. Klasik makine öğrenimi teknikleri olarak Yapay Sinir Ağları (Lippmann, 1987), Destek Vektör Makineleri (Cortes & Vapnik, 1995), Rastgele Orman (Breiman, 2001) ve Karar Ağaçları (Decision Tree) (Breiman vd., 2017) yöntemleri değerlendirilmiştir.

Bu yöntemlerin performansını değerlendirmek amacıyla doğruluk (accuracy), hassasiyet (precision), duyarlılık (recall) ve F1-skor metrikleri kullanılmıştır. Özellikle bu metrikler, sahte görüntü tespitinin etkinliğini farklı açılardan ölçmeye imkân vermekte ve modellerin göreceli üstünlüklerinin objektif olarak ortaya konulmasını sağlamaktadır. Modellerin uygulaması ve analiz süreci Python dilinde TensorFlow, Keras ve Scikit-learn kütüphaneleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

2.3. Kullanılan Öznitelik Çıkarma Yöntemleri

Çalışmada derin öğrenme yöntemleri ve klasik makine öğrenimi algoritmaları arasında karşılaştırma yapılabilmesi amacıyla, her iki tür için farklı öznitelik çıkarımı yaklaşımları uygulanmıştır. CNN ve transfer öğrenimi temelli derin öğrenme yöntemlerinde, önceki çalışmada görüntülerin öznitelik çıkarımı işlemi otomatik olarak ağların iç katmanlarında gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemler için

görüntüler doğrudan girdi olarak kullanılmış ve herhangi bir manuel öznitelik çıkarım süreci uygulanmamıştır.

Öte yandan, geleneksel makine öğrenimi yöntemleri olan ANN, SVM, Random Forest ve Karar Ağacı modelleri için görüntülerin önceden sayısal özniteliklere dönüştürülmesi zorunludur. Bu kapsamda, görüntülerden; yönlendirilmiş gradyan histogramları (HOG) (Dalal & Triggs, 2005), renk histogramları ve doku analizi için piksel tabanlı eş-oluşum matrisleri (GLCM) (Haralick vd., 1973) gibi öznitelikler çıkarılmıştır. Bu öznitelikler, literatürde sahte görüntü tespiti çalışmalarında başarıyla kullanılan standart ve etkili yöntemlerdir. Elde edilen bu öznitelik vektörleri, makine öğrenimi algoritmalarının giriş verisini oluşturmuştur. Yapılan çalışmada kullanılan öznitelik çıkarım yaklaşımları, hem klasik makine öğrenimi algoritmalarının performansını artırmak hem de derin öğrenme modelleriyle kıyaslamaya olanak tanımak amacıyla dikkatle seçilmiştir. HOG, GLCM ve renk histogramı gibi yöntemler, görüntü işleme alanında uzun süredir başarıyla kullanılan, hesaplama açısından görece düşük maliyetli ancak etkili öznitelikler üretmektedir. HOG yöntemi özellikle kenar ve köşe gibi yapısal bilgilerin çıkarımında başarılıdır ve nesne tanıma problemlerinde yaygın olarak tercih edilmektedir. GLCM ise görüntüdeki piksel çiftleri arasındaki ilişkileri inceleyerek, doku özelliklerini tanımlamakta kullanılır. Bu sayede, görüntünün sadece renk ya da şekil özellikleri değil, aynı zamanda yüzeysel ve yapısal düzeni de analiz edilebilir. Renk histogramları ise görüntüdeki renk dağılımını sayısal olarak temsil ederek, özellikle sahte görsellerin renk profillerindeki anomalilerin tespitinde yararlı bilgiler sunar.

Derin öğrenme yaklaşımlarında ise öznitelik çıkarımı doğrudan öğrenme süreciyle entegre biçimde gerçekleştiği için, görüntülerin içerdiği karmaşık desenler, yapılar ve bağlamlar ağ tarafından otomatik olarak öğrenilir. Transfer öğrenimi kapsamında kullanılan önceden eğitilmiş modeller, geniş veri kümeleri üzerinde eğitildiğinden dolayı genelleme yetenekleri yüksektir. Bu sayede, sınırlı sayıda etiketli veriyle bile etkili sonuçlar elde edilebilmiştir. İnce ayarlama süreciyle bu modeller, sahte görsellerin karakteristik özelliklerine uyum sağlayacak şekilde optimize edilmiştir. Bu iki yaklaşımın karşılaştırılması, sahte görüntü tespiti gibi karmaşık bir problemde hangi yöntemlerin daha uygun olduğunu anlamak açısından önemli bir katkı sağlamaktadır.

Derin öğrenme tabanlı yöntemler için görüntüler standart hale getirilerek 224×224 piksel boyutuna yeniden ölçeklendirilmiştir. Görüntüler ise 256x256 piksel boyutundadır. Ağların eğitimi, Adam optimizasyon algoritması ve çapraz entropi kayıp fonksiyonu kullanılarak gerçekleştirilmiş olup yığıt (batch) boyutu 32 ve adım (epoch) sayısı 30 olarak belirlenmiştir. Transfer öğrenimi temelli modellerde ise önceden eğitilmiş ağların son katmanları, sahte görsellerin sınıflandırılması amacıyla ince ayarlama (fine-tuning) yöntemiyle yeniden eğitilmiştir.

Makine öğrenimi modelleri için öznitelik çıkarımı sonrası elde edilen sayısal veriler, modellerin eğitimine sunulmuştur. Çıkarılan öznitelikler ile ilgili bilgiler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Modeller ve öznitelikler.

Model	Girdi / Öznitelik Çıkarma Yöntemi	Öznitelik Vektörü Boyutu
AlexNet (Önceki Çalışma) (Ecemiş vd., 2023)	Ham görüntüler (3×256×256)	-
ResNet (Önceki Çalışma) (Ecemiş vd., 2023)	Ham görüntüler (3×256×256)	-
DenseNet (Önceki Çalışma) (Ecemiş vd., 2023)	Ham görüntüler (3×256×256)	-
ANN (MLP)	• HOG: **1764** • Renk Histogramı (RGB): 32×3 = **96** • GLCM: **5**	1764 + 96 + 5 = **1865**
SVM	• HOG: **1764** • Renk Histogramı (RGB): 32×3 = **96** • GLCM: **5**	1865
RandomForest	• HOG: **1764** • Renk Histogramı (RGB): 32×3 = **96** • GLCM: **5**	1865
DecisionTree	• HOG: **1764** • Renk Histogramı (RGB): 32×3 = **96** • GLCM: **5**	1865

2.4. Performans Değerlendirme Ölçütleri

Çalışmada yöntemlerin karşılaştırmalı performansının değerlendirilmesi için kullanılan metrikler doğruluk (accuracy), hassasiyet (precision), duyarlılık (recall) ve F1-skor olarak belirlenmiştir. Özellikle F1-skor, modellerin genel başarısını ölçmede önemlidir, çünkü hassasiyet ve duyarlılık metriklerinin harmonik ortalamasını temsil eder. Bu ölçütlerin her biri, GAN üretimi sahte görsellerin tespitindeki model performansının kapsamlı değerlendirilmesini ve karşılaştırmalı analizlerin objektif bir biçimde yapılmasını sağlamıştır. Kullanılan ölçütler Tablo 2 ile verilmiştir.

Tablo 2. Kullanılan Ölçütler (TP: Doğru Pozitif, FP: Yanlış Pozitif, TN: Doğru Negatif, FN: Yanlış Negatif).

Ölçüt	Formül
Doğruluk	$\frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$
Hassasiyet	$\frac{TP}{TP + FP}$
Duyarlılık	$\frac{TP}{TP + FN}$
Kesinlik	$\frac{TP}{TP + FP}$
F1-skor	$2 \times \frac{Kesinlik \times Duyarlılık}{\text{Kesinlik} + \text{Duyarlılık}}$

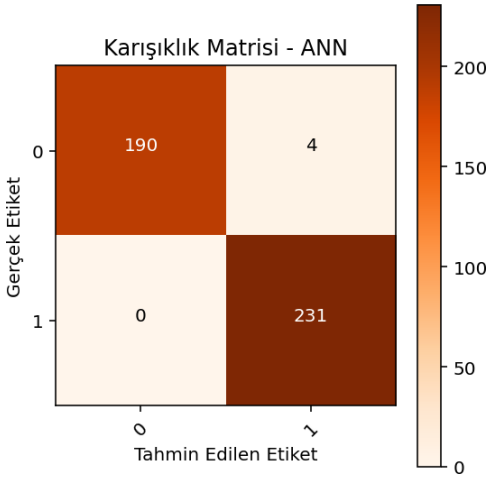
Bu yöntemsel tasarım ile, GAN üretimi sahte görsellerin tespiti konusunda farklı makine öğrenimi ve derin öğrenme algoritmalarının etkinliği karşılaştırmalı olarak incelenmiş, yöntemlerin güçlü ve zayıf yönleri analiz edilerek gelecekteki araştırmalara katkı sağlayabilecek sonuçlar elde edilmiştir

3. Bulgular

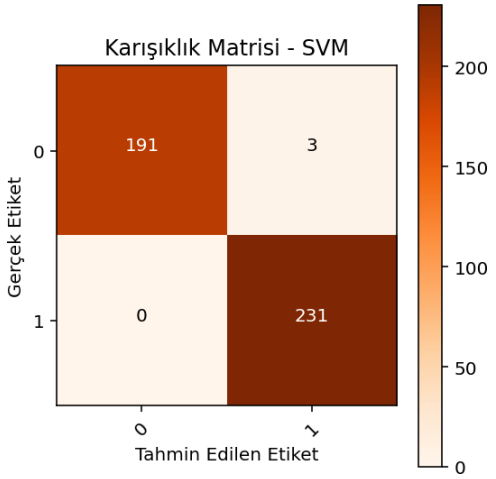
Bu çalışmada, sahte arka plan içeren görüntülerin sınıflandırılması amacıyla derin öğrenme ve geleneksel makine öğrenme yöntemleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Kullanılan derin öğrenme modelleri arasında AlexNet, DenseNet ve ResNet50; klasik yöntemlerden ise Yapay Sinir Ağları (ANN), Destek Vektör Makineleri (SVM), Rastgele Orman (Random Forest) ve Karar Ağacı (Decision Tree) modelleri yer almaktadır. Tüm modellerin doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1 skorlarına ait sonuçlar Tablo 3 ile sunulmuştur. Karışıklık matrisleri Şekil 1 ile, makine öğrenmesi yöntemlerine ait ROC eğrileri Şekil 2 ile verilmiştir.

Tablo 3. Performans sonuçları.

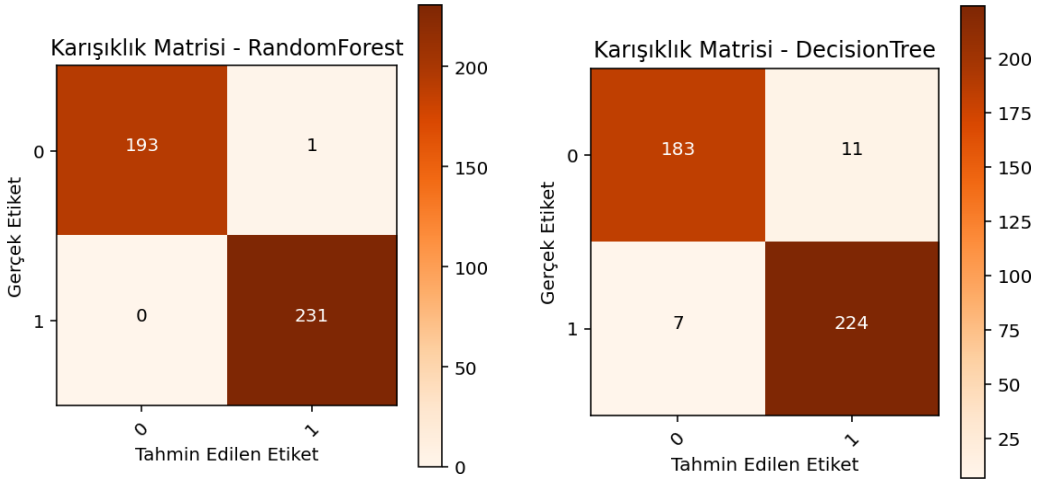
Model	Doğruluk	Kesinlik	Duyarlılık	F1 Skoru
AlexNet	**0.8600**	1.0000	0.7200	0.8372
DenseNet	0.9947	0.9900	1.0000	0.9971
ResNet50	0.9953	0.9804	1.0000	0.9900
ANN	0.9953	0.9872	1.0000	0.9935
SVM	0.9929	0.9872	1.0000	0.9935
Random Forest	**0.9976**	0.9957	1.0000	0.9978



(a) ANN

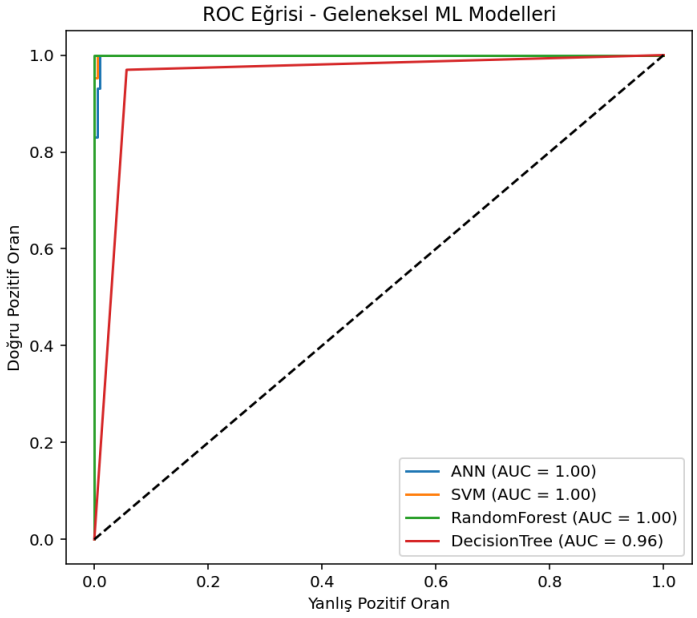


(b) SVM



(c) Rastgele Orman (d) Karar Ağacı

Şekil 1. Karışıklık matrisleri. (a) ANN, (b) SVM, (c) Rastgele Orman ve (d) Karar Ağacı.



Şekil 2. Makine öğrenmesi yöntemlerinin ROC Eğrileri.

Sonuçlara göre derin öğrenme modellerinden AlexNet, %99.76 doğruluk, %99.57 kesinlik, %100 duyarlılık ve %99.78 F1 skoru ile en yüksek performansı sağlamıştır. DenseNet modeli ise %99.53 doğruluk, %98.72 kesinlik, %100 duyarlılık ve %99.35 F1 skoru ile AlexNet'e yakın bir performans göstermiştir. ResNet modeli %99.29 doğruluk, %98.72 kesinlik, %100 duyarlılık ve %99.35 F1 skoruyla DenseNet'ten biraz daha düşük performans sergilemiştir. Geleneksel makine öğrenimi modellerinden ise Random Forest, derin öğrenme modellerine oldukça yakın performans sergilemiş ve %99.76 doğruluk ile AlexNet ile eşit sonuç almıştır. Random Forest modeli aynı zamanda %99.57 kesinlik, %100 duyarlılık ve %99.78 F1 skoru ile klasik yöntemler arasında öne çıkmıştır. Geleneksel yöntemlerden Yapay Sinir Ağları (ANN) ve Destek Vektör Makinesi (SVM) modelleri sırasıyla %99.53

ve %99.29 doğruluk değerleriyle, Random Forest ve AlexNet'e yakın sonuçlar elde etmiştir. Karar Ağacı (Decision Tree) modeli, %95.76 doğruluk ile diğer yöntemlerin gerisinde kalmıştır ancak duyarlılık oranının (%100) yüksek olması, yanlış negatiflerin en az olduğunu göstermiştir.

4. Tartışma

Modeller arasındaki küçük performans farkları dikkate alındığında, derin öğrenme tabanlı yaklaşımların sahte arka planların tespitinde geleneksel makine öğrenimi yöntemlerine kıyasla belirli açılardan avantaj sağladığı görülmektedir. Özellikle derin öğrenme modellerinin yüksek duyarlılık (recall) oranlarına ulaşması, sahte arka plan içeren görüntülerin doğru biçimde tespit edilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Bu yüksek duyarlılık, sistemin sahte olan görüntüleri gözden kaçırma olasılığını azaltır ve böylece yanlış sınıflandırmaların neden olabileceği olumsuz sonuçları en aza indirir. Bu durum, özellikle güvenlik, sahtecilik tespiti, medya doğrulama gibi alanlarda, sahte görsellerin gerçek olarak değerlendirilmesinin ciddi sonuçlar doğurabileceği uygulamalar için son derece değerlidir. Bununla birlikte, geleneksel makine öğrenimi algoritmaları, özellikle Random Forest, düşük hesaplama gereksinimi, daha kısa eğitim süreleri ve kolay yorumlanabilirlik gibi özellikleri sayesinde önemli avantajlar sunmaktadır. Random Forest'ın karar ağacı temelli yapısı, modelin hangi öznitelikler üzerinden karar verdiğini açıkça ortaya koyabildiğinden, uygulamada şeffaflık ve izlenebilirlik gerektiren durumlar için oldukça uygundur. Ayrıca, sınırlı donanım kaynaklarına sahip ortamlarda, örneğin IoT cihazları, mobil sistemler veya gerçek zamanlı uygulamalar gibi alanlarda bu tür geleneksel yöntemlerin daha verimli çalıştığı bilinmektedir. Random Forest'ın performansının derin öğrenme modellerine çok yakın olması, bu yöntemi sadece kaynak kısıtı olan senaryolarda değil, aynı zamanda uygulama sürecinde hız, açıklanabilirlik ve enerji verimliliği gibi kriterlerin ön planda olduğu durumlarda da güçlü bir alternatif hâline getirmektedir. Dolayısıyla, sistemin gereksinimlerine bağlı olarak derin öğrenme veya geleneksel yöntemler arasında bilinçli bir seçim yapılması, hem doğruluk hem de verimlilik açısından en uygun sonucun elde edilmesini sağlayacaktır.

5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmanın sonuçları, AlexNet mimarisinin %99.76 doğruluk (accuracy) ve %99.57 kesinlik (precision) değerleriyle test edilen modeller arasında en yüksek performansa ulaştığını ortaya koymuştur. Bu durum, AlexNet'in sahte görüntü tespiti gibi ince ayrım gerektiren sınıflandırma problemlerinde güçlü bir alternatif olduğunu göstermektedir. Özellikle transfer öğrenimi kullanılarak önceden eğitilmiş ağların son katmanlarının yeniden eğitilmesiyle elde edilen bu başarı, ağın düşük sayıda örnekle bile etkili biçimde genelleme yapabildiğini göstermektedir. Görüntü sınıflandırma alanında yaygın olarak kullanılan AlexNet, hem mimari sadeliği hem de işlem verimliliği sayesinde derin öğrenme modelleri arasında öne çıkmaktadır. Öte yandan, geleneksel yöntemler arasında en yüksek başarıya ulaşan algoritma Random Forest olmuştur. %99.76 gibi dikkat çekici bir doğruluk oranı ile bu model, daha düşük hesaplama gücü gerektiren sistemlerde, örneğin gömülü sistemlerde ya da mobil cihazlarda tercih edilebilecek pratik bir seçenek olarak değerlendirilebilir. Random Forest'ın yüksek başarımı, kullanılan öznitelik çıkarım yöntemlerinin (HOG, GLCM ve renk histogramı) etkili bilgi taşıdığını da desteklemektedir. DenseNet ve ResNet gibi diğer derin öğrenme modelleri de yüksek doğruluk oranlarıyla başarılı sonuçlar vermiştir. Ancak bu modeller, AlexNet'e kıyasla biraz daha düşük performans göstermiştir. Bu fark, model karmaşıklığı ve eğitim süresine bağlı olarak değerlendirilmelidir. Sonuç olarak, sahte arka plan tespiti gibi hassas sınıflandırma görevlerinde özellikle AlexNet gibi transfer öğrenimi temelli mimarilerin tercih edilmesi, hem doğruluk hem de duyarlılık açısından etkili sonuçlar verecektir. Ancak sınırlı kaynaklar söz konusuysa, Random Forest gibi klasik algoritmalar da oldukça güçlü bir alternatif sunmaktadır.

Kaynakça

Breiman, L. (2001). Random Forests. *Machine Learning*, *45*(1), 5-32. https://doi.org/10.1023/A:1010933404324

Breiman, L., Friedman, J. H., Olshen, R. A., & Stone, C. J. (2017). Classification and regression trees. Içinde *Classification and Regression Trees*. https://doi.org/10.1201/9781315139470

Cortes, C., & Vapnik, V. (1995). Support-Vector Networks. *Machine Learning*, *20*(3), 273-297. https://doi.org/10.1023/A:1022627411411

Dalal, N., & Triggs, B. (2005). Histograms of oriented gradients for human detection. *Proceedings - 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR 2005, I*. https://doi.org/10.1109/CVPR.2005.177

Dang, L. M., Hassan, S. I., Im, S., Lee, J., Lee, S., & Moon, H. (2018). Deep learning based computer generated face identification using convolutional neural network. *Applied Sciences (Switzerland)*, *8*(12). https://doi.org/10.3390/app8122610

Dzanic, T., Shah, K., & Witherden, F. D. (2020). Fourier spectrum discrepancies in deep network generated images. *Advances in Neural Information Processing Systems, 2020-December*.

Ecemiş, E., Güner, K., Kuran, U., & Kuran, E. C. (2023). Evrişimli Sinir Ağlarında Transfer Öğrenmesi ile GAN tarafından Üretilen Sahte Görüntü Tespiti. *Mühendislik Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi*. https://doi.org/10.46387/bjesr.1257332

Flickr. (t.y.). https://www.flickr.com/

Frank, J., Eisenhofer, T., Schönherr, L., Fischer, A., Kolossa, D., & Holz, T. (2020). Leveraging frequency analysis for deep fake image recognition. *37th International Conference on Machine Learning, ICML 2020, PartF168147-5*.

Goebel, M., Nataraj, L., Nanjundaswamy, T., Mohammed, T. M., Chandrasekaran, S., & Manjunath, B. S. (2021). Detection, Attribution and Localization of GAN Generated Images. *Electronic Imaging*, *33*(4), 276-1-276-11. https://doi.org/10.2352/ISSN.2470-1173.2021.4.MWSF-276

Guarnera, L., Giudice, O., & Battiato, S. (2020). Fighting deepfake by exposing the convolutional traces on images. *IEEE Access*, *8*. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3023037

Haralick, R. M., Shanmugam, K., & Dinstein, I. (1973). Textural Features for Image Classification. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, *SMC-3*(6), 610-621. https://doi.org/10.1109/TSMC.1973.4309314

He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep Residual Learning for Image Recognition. *2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 770-778. https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.90

Hsu, C. C., Lee, C. Y., & Zhuang, Y. X. (2018). Learning to detect fake face images in the wild. *Proceedings - 2018 International Symposium on Computer, Consumer and Control, IS3C 2018*. https://doi.org/10.1109/IS3C.2018.00104

Huang, G., Liu, Z., Van Der Maaten, L., & Weinberger, K. Q. (2017). Densely connected convolutional networks. *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 4700-4708.

Karras, T., Laine, S., & Aila, T. (2021). A Style-Based Generator Architecture for Generative Adversarial Networks. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, *43*(12). https://doi.org/10.1109/TPAMI.2020.2970919

Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2017). ImageNet classification with deep convolutional neural networks. *Communications of the ACM*, *60*(6), 84-90. https://doi.org/10.1145/3065386

Lippmann, R. P. (1987). An Introduction to Computing with Neural Nets. *IEEE ASSP Magazine*, *4*(2). https://doi.org/10.1109/MASSP.1987.1165576

Nataraj, L., Mohammed, T. M., Manjunath, B. S., Chandrasekaran, S., Flenner, A., Bappy, J. H., & Roy-Chowdhury, A. K. (2019). Detecting GAN generated Fake Images using Co-occurrence Matrices. *Electronic Imaging*, *31*(5), 532-1-532-537. https://doi.org/10.2352/ISSN.2470-1173.2019.5.MWSF-532

ŞAFAK, E., & BARIŞÇI, N. (2022). Hafif Evrişimsel Sinir Ağları Kullanılarak Sahte Yüz Görüntülerinin Tespiti. *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi*. https://doi.org/10.31202/ecjse.1133527

This Person Does Not Exist. (t.y.). https://thispersondoesnotexist.com/

Yu, N., Davis, L., & Fritz, M. (2019). Attributing fake images to GANs: Learning and analyzing GAN fingerprints. *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision*, *2019-October*. https://doi.org/10.1109/ICCV.2019.00765

TALAŞLI İMALATTA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK: MİNİMUM MİKTARDA YAĞLAMA YÖNTEMİ (MMY)

Hakan Yurtkuran

Özet

Talaşlı imalat, dolu malzeme olarak adlandırılan ve şekillendirildikten sonra iş parçası formuna kavuşan malzeme gruplarının belirli bir geometrik şekle getirilebilmesi için malzemeden talaş kaldırmak suretiyle yapılan işleme sürecidir. Talaşlı imalat süreci metal, plastik, ahşap gibi ana ürün gruplarının şekillendirilmesini içeren, şekillendirme esnasında kesici takımların kullanıldığı karmaşık bir süreçtir. Genel bir yaklaşımla demirin demiri kestiği bir işleme sürecinde hem yüksek kesme kuvvetleri hem de yüksek sıcaklıklar oluşmaktadır. Bu ağır kesme şartlarının bertaraf edilmesinde kesme parametrelerinin (kesme hızı m/dak, ilerleme miktarı mm/dev, kesme derinliği (mm) optimizasyonu ve soğutma/yağlama yöntemlerinin doğru seçimi önemlidir. Talaşlı imalatta sürdürülebilirlik, yukarıda bahsedilen şartların çevresel etkilerini azaltmayı, malzeme ve enerji kullanımının en etkin bir şekilde yönetmeyi ve zararlı atıkları en aza indirmeyi amaçlayan bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımın en önemli parçalarından birisi çevresel etkilerin insan sağlığına olan zararlarının önlenmesine yöneliktir. Talaşlı imalatta kesme bölgesinde açığa çıkan yüksek ısının hızlı bir şekilde uzaklaştırılması için çeşitli soğutma/yağlama yöntemleri kullanılmaktadır. En geleneksel yöntemlerden birisi olan ve taşkın soğutma adı verilen (bor yağ ve su karışımı) soğutma yönteminin hem çevreye hem de insan sağlığına olumsuz etkileri bulunmaktadır. Bu olumsuz etkilerin en aza indirilmesi amacıyla Minimum Miktarda Yağlama (MMY) adı verilen geleneksel kesme sıvılarının kullanımına alternatif olarak geliştirilen bir yöntem bulunmaktadır. MMY yönteminde kesme bölgesine çok az miktarda bitkisel/mineral esaslı yağ ve belirli basınçlarda hava karışımı püskürtülerek ekonomik, çevreci bir soğutma/yağlama hedeflenmektedir. Çalışmada MMY yönteminin talaşlı imalatta sürdürülebilirliğinin önemi, bu yöntemin çeşitleri ve prensipleri hakkında temel bilgiler verilecektir. MMY teknolojisinde gelinen son nokta analiz edilecek ve sonuçlar kısmında bulgular değerlendirilecektir. Çalışmada sürdürülebilir üretimin geleceği için daha temiz bir çevre ve yeşil üretimin desteklenmesi amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Talaşlı imalat, MMY, Temiz üretim, Malzeme.

Hakan Yurtkuran, Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, hakan.yurtkuran@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2375-7316

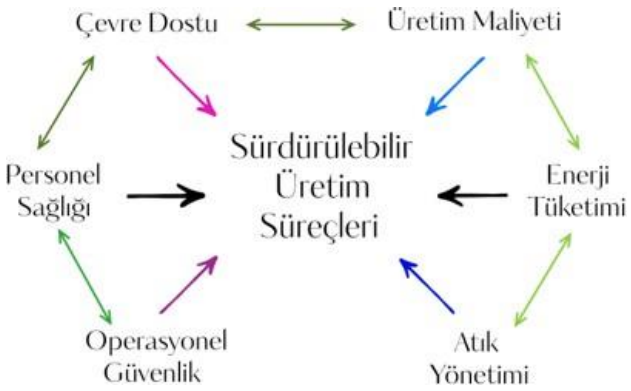
Abstract

Machining is a machining process in which material groups called solid material, which are formed into workpieces after being shaped, are cut to shape by removing chips from the material. The machining process is a complex process that involves shaping main product groups such as metal, plastic, wood, and uses cutting tools during shaping. In a general approach, both high cutting forces and high temperatures occur in a machining process where iron cuts iron. In eliminating these severe cutting conditions, optimization of cutting parameters (cutting speed m/min, feed rate mm/rev, cutting depth (mm) and correct selection of cooling/lubrication methods are important. Sustainability in machining is an approach that aims to reduce the environmental impacts of the above-mentioned conditions, manage material and energy usage in the most effective way and minimize harmful waste. One of the most important parts of this approach is to prevent the damages of environmental impacts on human health. Various cooling/lubrication methods are used to quickly remove the high heat released in the cutting zone in machining. One of the most traditional methods, the cooling method called flood cooling (a mixture of boron oil and water), has negative effects on both the environment and human health. In order to minimize these negative effects, there is a method called Minimum Quantity Lubrication (MMY) that has been developed as an alternative to the use of traditional cutting fluids. In the MMY method, an economical, environmentally friendly cooling/lubrication is aimed by spraying a very small amount of vegetable/mineral based oil and air mixture at certain pressures into the cutting zone. In the study, basic information will be given about the importance of sustainability of the MMY method in machining, the types and principles of this method. The latest point reached in MMY technology will be analyzed and the findings will be evaluated in the results section. The study aims to support a cleaner environment and green production for the future of sustainable production.

Keywords: Sustainability, Machining, MMY, Clean production, Material.

1. Giriş

Sürdürülebilir işleme, mevcut ve gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılamak ve yaşam kalitesini iyileştirmek için bir işleme sisteminin olumsuz çevresel ve sosyal etkilerinin azaltılmasını ve ortadan kaldırılmasını gerektirir. Ekonominin bir parçası olarak talaşlı imalat, asgari sosyal ihtiyaçları karşılamak için bir temel sağlamaktadır (Shokrani vd., 2024). Sürdürülebilir üretimin amacı, tüm süreç boyunca çevresel ve sosyal açıdan sorumlu uygulamaları dahil ederek üretimin çevre ve toplum üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmaktır. Şekil 1'de sürdürülebilir üretim süreçlerinin faydaları verilmiştir (Ghatge & Ramanujam, 2023).



Şekil 1. Sürdürülebilir Üretim Süreçleri.

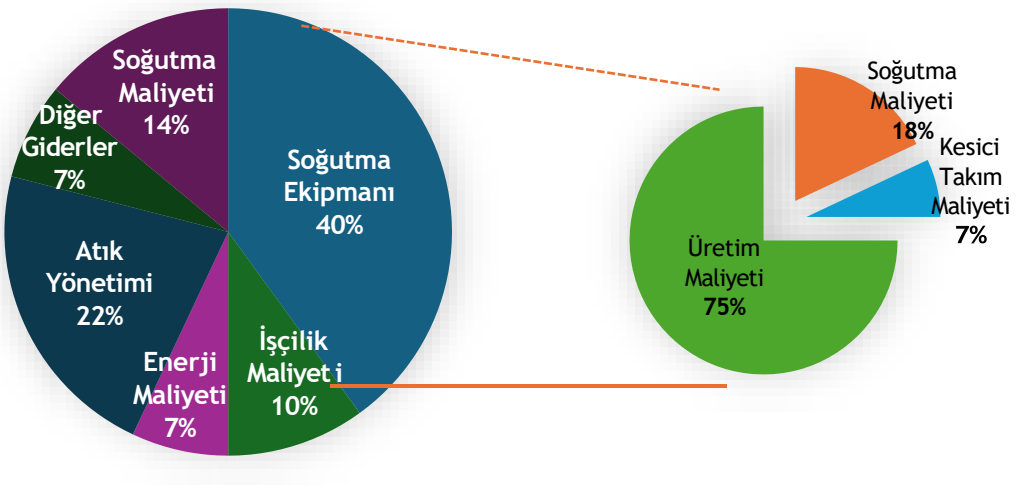
Kesme sıvıları, metallerin şekillendirilmesine dayalı işlemlerde soğutma ve yağlama konusunda önemli bir rol oynamaktadır. Talaşlı imalatta ortaya çıkan yüksek sıcaklık hem iş parçasına hem de kesici takıma ciddi zararlar verebilmektedir. Bu yüksek sıcaklık kesici takımın ömrünü erken sürede tamamlamasına, yüzey pürüzlülük değerlerinin bozulmasına yol açar. Bu sebeple soğutma ve yağlama yöntemlerinin seçimi, uygulanması oldukça önemli hale gelmektedir. Geleneksel soğutma yöntemlerinde işleme maliyetlerini arttıran fazla miktarda kullanım ihtiyacı gerektiren sentetik kesme sıvıları kullanılmaktadır. Kesme sıvısı genellikle organik çözücüler, ağır metaller, amonyak ve diğer zararlı maddeler içermektedir. Bu maddelerin uzun süre solunması ve bu maddelere çıplak el teması zehirlenme, cilt problemleri gibi birçok sağlık problemine yol açabilir. Kesme sıvısında bulunan zararlı maddeler çevreyle temas ederek su, toprak ve havanın kirlenmesine neden olmaktadır (Li vd., 2024). Ek olarak, kesme sıvılarının performansı, kesen ve kesilen malzemenin cinsi başta olmak üzere kesme parametrelerine bağlıdır. Kesme sıvılarının insan sağlığına ve çevreye olan zararları sürdürülebilir üretim süreçlerine dolaylı yoldan zarar verdiği için araştırmacılar daha etkin, ekonomik ve çevreci yaklaşımlar üzerine araştırmalar yapmaktadır. Kuru işleme, bu araştırmalar içerisinde en umut verici yaklaşımlardan birisidir. Kuru kesmenin temel amacı, işleme sırasında kesme sıvılarının kullanımını en aza indirerek çevreyi korumaktır. Bununla birlikte kesme işlemi sırasında kesme sıvılarının kullanılmaması, kesme sıcaklığının artmasına, kesici takım ile iş parçası arasında sürtünme artışına ve talaş kaldırmada verimsizliğe yol açabilmektedir. Kuru işlemenin yapışkan takım aşınmasına da doğrudan katkı sağladığı gerçeği düşünüldüğünde bu stratejinin her malzeme için uygulanması doğru değildir (A. Kumar vd., 2023). Soğutma ve yağlama yöntemlerinde bahsedilen avantajlar ve dezavantajlar göz önüne alındığında bu alanın hem sektör çalışanları hem de araştırmacılar için geliştirilmeye açık bir alan olduğu görülmektedir. Çevreci ve sürdürülebilir soğutma/yağlama yaklaşımlarında özellikle MMY alanında gelecekteki araştırmalar için birçok araştırma boşluğu

mevcuttur. Dolayısıyla bu çalışma MMY sisteminin ve bu sisteme ilave edilen nano partiküllerin güncel gelişmelerini incelemeyi amaçlamaktadır.

Literatürde MMY yönteminin kullanımı ve gelişimi üzerine birçok araştırma yapılmıştır. Son yıllarda güçlü mekanik özelliklere sahip parçalarında işlenebilirliğinde MMY yöntemi sıkça kullanılmaya başlanmıştır. Örneğin Inconel 825 malzemesinin tornalanmasında araştırmacılar işleme performansını değerlendirmişlerdir. İşleme deneylerinde, takım aşınması, enerji tüketimi ve yüzey pürüzlülüğü olmak üzere üç sürdürülebilir ölçüt değerlendirilmiştir. Tornalama deneyleri sonucunda kuru işlemeye kıyasla MMY yöntemi ile işlemede takım aşınması ve kesme gücü sırasıyla %16,57 ve %8,47 oranında azaltılmış ayrıca yüzey pürüzlülüğü %10,41 oranında iyileştirilmiştir (Tamang vd., 2018). Başka bir çalışmada yüksek hızlı türbinler, otomotiv endüstrisi, havacılık ve uzay motor parçaları gibi alanlarda kullanılan HSLA çeliğinin MMY ve NanoMMY yöntemi kullanılarak işlenebilirliği araştırılmıştır. Sonuçlara göre Nanoakışkan MMY koşulunun kullanılmasının, tek başına MMY ile karşılaştırıldığında yüzey kalitesinde (%28,34) daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür (Javid vd., 2021). Buradan yola çıkarak MMY sistemi içerisine eklenen nano partiküllerin işleme performansını arttırdığı sonucuna varılabilir. Nikel esaslı alaşım olan Nimonic 80A'nın işlenebilirliğinde soğutma sisteminin işleme performansına etkileri araştırılmıştır. Diğer araştırmalara benzer olarak Nano-MMY koşulları hem kuru kesmeye göre hem de MMY sistemine göre yüzey pürüzlülüğünde daha iyi sonuçlar vermektedir. Benzer şekilde Nano-MMY kesme koşullarında daha az aşınma gözlemlenmiştir. Bunun nedeni ise nano parçacıkların kesme sıvılarının termal iletkenliğini iyileştirmesi ve sonuç olarak kesme bölgesinden daha fazla ısı aktarılmasıdır (Korkmaz vd., 2021). MMY sisteminin kullanımına yönelik yapılan literatür araştırması değerlendirildiğinde bu sistemin işleme performansına, işleme maliyetlerine ve sürdürülebilirliğe katkılarının olduğu görülmektedir. Kısaca MMY, etkili yağlama ve minimum çevresel etki arasında bir denge görevi görerek yüksek hassasiyet, uzun takım ömrü ve gelişmiş yüzey kalitesi gerektiren işleme uygulamaları için etkili bir seçenek haline gelmiştir (Elsheikh vd., 2024).

2. Minimum Miktarda Yağlama (MMY)

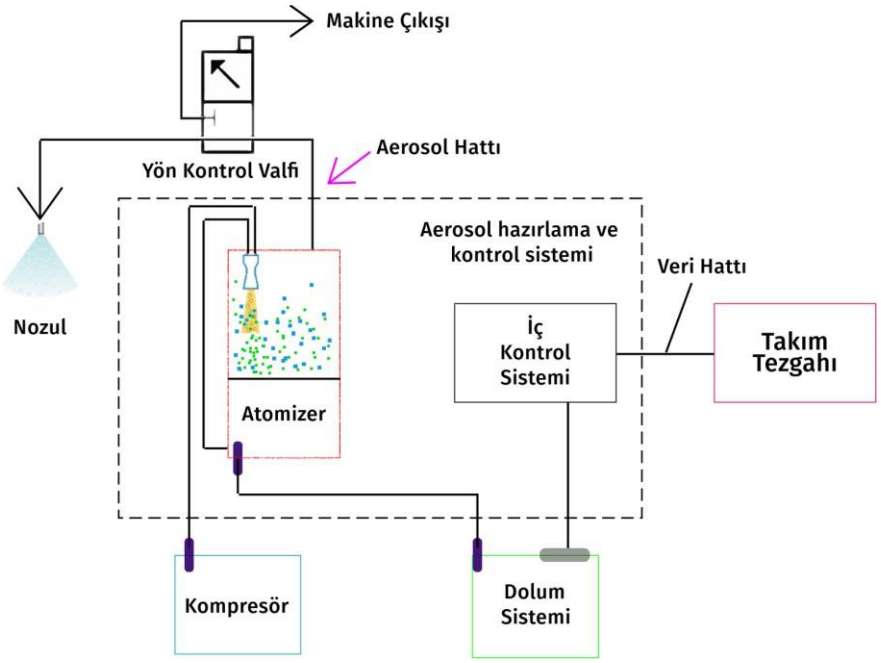
MMY stratejisinin geniş kapsamlı tanımından önce bu stratejiye duyulan ihtiyacın gerekçeleri net olarak sınıflandırılmalıdır. Geleneksel soğutma yöntemlerinde (taşkın soğutma) her yıl dünya çapında 4 milyon tondan fazla kesme sıvısı tüketilmektedir. Bu sıvıların hazırlanması için çeşitli mineraller, tatlı su gibi sürdürülebilir kalkınma ilkelerine ters düşen kaynaklara ihtiyaç vardır. Giriş bölümünde bahsedilen çevre ve insan sağlığı zararları çoğu zaman onarılamaz derecede ciddi boyutlara ulaşmaktadır. Örneğin, kesme sıvılarının uygulanması esnasında önemli miktarlarda yağ buharı ve ince partiküller (PM2.5 konsantrasyonu) havada asılı kalır. Bu sadece doğal çevreye geri dönülemez zararlar vermekle kalmaz aynı zamanda işçiler için ciddi sağlık riskleri oluşturur. İşleme süreçlerinde kesme sıvılarının kullanımı, önemli miktarda enerji tüketimine ve yüksek satın alma maliyetlerine yol açar. Şekil 2'de gösterildiği gibi kesme sıvılarının kullanılması ve atık maliyetleri, kesici takım maliyetlerinden 3-5 kat daha yüksektir (ZHANG vd., 2024).



Şekil 2. Geleneksel soğutmanın maliyeti.

Endüstrilerde makine ömrünü uzatmak, aşınma ve sürtünmeyi en aza indirmek için bir dizi yağlayıcı kullanılmıştır. Metal işleme sıvıları, metal işleme sektöründe kullanılan ve tüm endüstriyel yağların yaklaşık %5'ini oluşturan yağlayıcılardır. Metal işlemede kesme sıvılarının kullanılmasının kesme sıvılarını yağlamak, talaşların uzaklaşmasına yardımcı olmak, daha hızlı kesme parametrelerine olanak sağlayarak verimliliği arttırmak gibi avantajları vardır. Bu avantajlar sayesinde yüzey kalitesinde iyileşme ve takım ömründe artış görülmektedir. Bu nedenle şu anda çevre sorunları ve doğal kaynakların tüketilmesi nedeniyle duyulan endişe ve geleneksel işleme yönteminin yukarıda verilen avantajlarının kaybedilmemesi için metal işleme sıvılarına uygun bir alternatifin bulunması gerekmektedir. Çoğu yağlayıcı petrolden elde dilen mineral yağdan yapıldığından tehlikelidir ve biyolojik olarak parçalanamazlar. Bu durumda çevre üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Ek olarak, metal işleme operatörlerinin astım, cilt tahrişi ve bronşit gibi mineral yağ bazlı metal işleme sıvılarına uzun süre maruz kalmaktan kaynaklanan sağlık sorunlarına yakalanma olasılıkları yüksektir. Bununla birlikte, ilk olarak 1990'larda kullanılan kuru kesme teknolojisi, kesme sıvısı kullanımını tamamen ortadan kaldırmıştır. Akademi ve endüstride kuru işleme olanaklarına ilişkin çeşitli araştırmalar yapılmıştır bu da çevresel sürdürülebilirlik alanında yeni uygulama olanakları sunmaktadır. Temiz üretim tekniklerinin gerçekleştirilmesi bu sayede önemli ölçüde hızlanmıştır. Ancak kuru işlemede işleme esnasında karşılaşılan yüksek sıcaklık bir soğutma ortamının olmaması nedeniyle olumsuz sonuçlar doğurabilir. Ayrıca kuru işleme daha yüksek bir kesme kuvveti, termal gradyan ve artık gerilim ile sonuçlanır. Bu durumda iş parçası yüzey kalitesini olumsuz yönde etkiler, yüzey bütünlüğünü bozar ve daha kısa bir takım ömrüne neden olabilir. Bu problemler, kuru işlemenin kullanımını yalnızca yumuşak malzemelerin işlenmesiyle sınırlamıştır. Kuru işlemeye alternatif olarak, aynı zamanda çevresel olarak sürdürülebilir bir yöntem olan hava soğutma yöntemleri kullanılmıştır. Hava ile soğutma yöntemi kuru işlemeye göre daha etkili olmasına rağmen işlenmesi zor malzemeler için uygun sonuçlar elde edilememiştir. Dolayısıyla hava soğutmalı yöntemlerin sürdürülebilir işleme için en uygun yaklaşım olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle araştırmacılar tarafından metal işleme sıvılarını işleme sürecinden tamamen çıkarmanın imkânsız olduğu sonucuna varılmıştır. Bu nedenle, çevresel anlamda biyolojik olarak parçalanabilen bir yağlayıcı kullanımı (bitkisel yağlar gibi), kullanılan yağlayıcı miktarının en aza indirildiği (Minimum Miktar Yağlama gibi) veya mineral yağ bazlı yağlayıcılara nanopartiküller eklenerek hibrit yağlayıcıların kullanılması gibi yöntemlerin sürdürülebilir işleme için önerilen yaklaşımlar olduğu kanaatine varılmıştır. (Xu vd., 2025).

MMY teknolojisinin genel prensibi, yüksek basınçlı hava ile yapılan işleme göre belirlenen bir miktar kesme yağını karıştırarak kesme bölgesine bir karıştırıcı vasıtasıyla aktarmaktır. Bu sistem bir atomizer, kesme sıvısı karteri, püskürtme nozulu vb. gibi parçalardan oluşmaktadır. Atomizer, soğutucuyu atomize etmek için yüksek basınçlı havanın kullanıldığı bir enjektör olarak çalışır. Atomize soğutma sıvısı daha sonra düşük basınçlı bir dağıtım sisteminde havayla bir araya gelerek işleme bölgesine iletilir. Karıştırma odasından geçen hava, soğutucu akışını atomize ederek mikron büyüklüğündeki parçacıkların aerosolüne dönüştürür. Bu aerosol kesme bölgesine sis olarak püskürtüldüğünde hem soğutucu hem de yağlayıcı olarak çalışır ve kesici takım-iş parçası arayüzünün derinliklerine nüfuz eder (Sharma vd., 2016). Bu durum daha iyi kesici takım ömrü, gelişmiş yüzey kalitesi ve daha düşük enerji tüketimi gibi avantajlar sağlamaktadır (G. Kumar vd., 2024). Daha etkin bir sürdürülebilir işleme süreci oluşturmak için MMY yöntemi yıllar içerisinde bazı yeniliklere kavuşmuştur. Kesme sıvısı teknolojisindeki son gelişmeler, işleme süreçlerinde sürdürülebilirliği teşvik ederken işlenebilirliği arttırmayı amaçlamaktadır. Genellikle biyolojik olarak parçalanabilen kesme sıvılarının yeşil formülasyonları çevresel etkiyi azaltır. Sentetik ve nano akışkan çeşitleri, nanopartiküllerin yağlamayı artırıp sürtünmeyi azaltmasıyla üstün yağlama ve soğutma sunmaktadır. Bu alanı daha derinlemesine inceleyen araştırmacılar, işleme için daha yenilikçi ve sürdürülebilir çözümler geliştirmişlerdir. Kesme sıvısını kesme bölgesinden geçtikten sonra yeniden sirküle etmek, talaşları ve kalıntıları filtrelemek, temizlenmiş sıvıyı nozula geri döndürmek ve sıvı tüketimini önemli ölçüde azaltmak için tasarlanmış kapalı döngü MMY sistemleri geliştirilmiştir. Yağlayıcı için taşıyıcı olarak yağ yerine basınçlı havanın kullanılmasının çevresel etkiyi en aza indirmek için ideal olduğu kanıtlanmıştır. Kesme sıvısını takım-iş parçası arayüzünde yerel olarak ısıtmak için LASER teknolojisinin dahil edilmesi ve ince bir buhar filmi üretilmesi üstün soğutma ve yağlamaya olanak sağlamıştır. Sonradan gerçek zamanlı sıcaklık ve titreşimi izleyen sensör tabanlı akıllı MMY sistemleri, akış hızının, hava basıncının ve nozul konumunun ayarlanmasında önemli ölçüde kolaylık sağlamıştır. Bu durum doğal olarak işleme performansını/sonuçlarını da iyileştirmiştir (ALI vd., 2025). Metal malzemelerin işlenebilirliği göz önüne alındığında ortaya çıkan maliyeti yüksek ekipmanların (kesici takımlar, yüksek mukavemet ve sertliğe sahip iş parçaları, diğer yardımcı ekipmanlar) korunması ve verimliliği yalnızca doğru bir şekilde optimize edilmiş üretim sürecine bağlıdır. Bu üretim süreci içerisinde soğutma/yağlama yöntemlerinin etkili ve minimum atık stratejisi içerisinde varlığını sürdürmesi bu konunun geliştirilmeye açık bir konu olduğunun göstergesidir. Nitekim metal işlemede gelinen son noktada sürdürülebilirlik ilkesi ana başlıklardan birisi haline gelmiş ve sektör iş birliği ile bu konunun geliştirilmesi gerekliliğinin altı çizilmiştir. Bu bilgiler ışığında işlenebilirliğin verimliliği ve MMY sisteminde oldukça başarılı yenilikler kazanılmıştır. Şekil 2.1'de tipik bir MMY sisteminin şematik gösterimi verilmiştir.



Şekil 2.1. Minimum Miktarda Yağlama Yönteminin Şematik Gösterimi (Qiao vd., 2024).

Yöntemde daha önceden manyetik ve ultrasonik karıştırıcılar kullanılarak hazırlanan nano partiküller bitkisel/mineral esaslı yağa eklenerek kesme bölgesine aktarılacak esas sıvı oluşturulur. Kontrol valfleri aracılığıyla akış hızı kontrol edilerek kesme bölgesine etkili bir aktarım gerçekleştirilir. MMY sisteminde diğer bir önemli nokta püskürtme için kullanılan yağın çıkış noktasını temsil eden nozulun konumu ve geometrisidir. Nozulun kesme bölgesine olan uzaklığı ve açısı verimli bir yağlama/soğutma için oldukça önemlidir. Kesilen malzemenin cinsi, kullanılan kesme parametreleri ve tezgâhın kapasitesi MMY kurulumu için gerekli olan diğer bilgileri bize sunmaktadır. Nanoakışkanlar esas sıvı ve nano partikülün birleşmesiyle oluşmaktadır. Araştırmacılar bu kombinasyonun daha iyi ısı transferi özellikleri sergilediğini belirtmişlerdir. Ayrıca çeşitli termofiziksel özelliklerde iyileşme elde etmek için birden fazla nano parçacık karıştırılmakta ve bu durum hibrit nano akışkan olarak adlandırılmaktadır. Nanoakışkanların maliyet giderleri ana dezavantajlardan birisidir. Nanopartiküller, yağlama yağının kesme bölgesinde tutunma süresini arttırır ve buna bağlı olarak yüzey pürüzlülüğü, takım aşınması ve kesme sıcaklığı azalmaktadır. Sürdürülebilir üretim, biyolojik olarak parçalanabilen kesme yağı esaslı nanoakışkan MMY sistemi ile elde edilmektedir. Nanoparçacıklar yüzey pürüzlülüğünü, takım aşınmasını, kesme kuvvetini düşürme ve daha yüksek yüzey kalitesi sağlama açısından yağlama yağının performansını büyük ölçüde artırır (Balasuadhakar vd., 2023). İşlenebilirlikte en sık kullanılan nano partiküllerden bazıları Hegzagonal Bor Nitrür (hBN) ve grafendir. Nanopartiküllerin kullanım amacı kesme yağının soğutucu performansını arttırarak daha az ürün ile daha çok soğutma/yağlama yapabilmektir. Bir MMY sisteminde, mevcut cihaz genellikle işleme ünitesinden izole edilmiştir ve takım tezgahına bağlanamaz. Uygulamada, soğutma parametreleri (hava basıncı ve akış hızı gibi) ve kesme parametreleri dahil olmak üzere birçok parametrenin ayarlanması gerekir. Mevcut araştırmalarda MMY sisteminin geliştirilmesi, sistemin gaz-sıvı karıştırma modunun yeniliği ile sınırlıdır. Atomizasyon modunun optimizasyonu ve yeniliği, takım tezgahına bağlanamaz. Gelişmiş MMY sistemleri, akıllı, verimli ve temiz üretim elde etmek için takım tezgahı ile bağlantı kurmalı ve MMY yağ buharı kontrolünün ilgili gereksinimlerini göz önünde bulundurmalıdır (He vd., 2023).

3. Sonuç ve Öneriler

Araştırmacılar MMY yağlama yönteminin geleceği hakkında çok sayıda strateji sunmaktadır. Bu çalışmada sürdürülebilir imalat sürecinde önemli bir yeri olan MMY yönteminin amacı, tanımı ve sınırlılıklarına yer verilmiştir. Sistemle ilgili elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde paylaşılmıştır:

- MMY yöntemi geleneksel soğutma yöntemlerine göre daha çevreci ve daha az yağ kullanımı sağlayan nispeten yeni bir teknolojidir.
- MMY yöntemi takım ömrü, enerji tüketimi ve yüzey pürüzlülüğü gibi işlenebilirlik parametrelerinin optimizasyonunu sağlayarak daha ekonomik bir üretim süreci oluşturur.
- Yöntemde kullanılan esas yağın içerisine eklenen nano partiküller kesme performansını arttırarak daha etkin bir soğutma/yağlama sistemi sunar.
- MMY yağlama stratejisi takım tezgahlarına entegrasyon, kullanılan nano partiküllerin çeşitliliği, nozulların sayısı ve pozisyonlanması, kullanılan hava basıncı, sistemin teknik özellikleri gibi alanlarda geliştirilmeye açık bir teknolojidir.

Çalışma sonucunda elde edilen öneriler aşağıda maddeler halinde sunulmuştur:

- MMY yönteminin iş parçasına uygulanması noktasında yağın fiziksel ve kimyasal özellikleri iş parçasının cinsine göre daha spesifik hale getirilebilir.
- Sistemde kullanılan esas yağın insan sağlığına etkisi incelenmeli ve daha az zararlı yağlayıcılar keşfedilmelidir.
- Gelecekteki çalışmalar MMY yönteminde esas yağa eklenen hibrit nano akışkanlar üzerine yoğunlaşabilir.

Kaynaklar

ALI, S. H., YAO, Y., WU, B., ZHAO, B., DING, W., JAMIL, M., KHAN, A., BAIG, A., LIU, Q., & XU, D. (2025). Recent developments in MQL machining of aeronautical materials: A comparative review. *Chinese Journal of Aeronautics*, *38*(1), 102918. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cja.2024.01.018

Balasuadhakar, A., Thirumalai Kumaran, S., & Ahmed, F. (2023). A review on the role of nanoparticles in MQL machining. *Materials Today: Proceedings*, *72*, 2828–2832. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.07.247

Elsheikh, A., Ali, A. B. M., Saba, A., Faqeha, H., Alsaati, A. A., Maghfuri, A. M., Abd-Elaziem, W., El Ashmawy, A. A., & Ma, N. (2024). A review on sustainable machining: Technological advancements, health and safety considerations, and related environmental impacts. *Results in Engineering*, *24*, 103042. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.103042

Ghatge, D., & Ramanujam, R. (2023). Sustainable machining: A review. *Materials Today: Proceedings*. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.08.275

He, T., Liu, N., Xia, H., Wu, L., Zhang, Y., Li, D., & Chen, Y. (2023). Progress and trend of minimum quantity lubrication (MQL): A comprehensive review. *Journal of Cleaner Production*, *386*, 135809. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135809

Javid, H., Jahanzaib, M., Jawad, M., Ali, M. A., Farooq, M. U., Pruncu, C. I., & Hussain, S. (2021). Parametric analysis of turning HSLA steel under minimum quantity lubrication (MQL) and

nanofluids-based minimum quantity lubrication (NF-MQL): a concept of one-step sustainable machining. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *117*(5), 1915–1934. https://doi.org/10.1007/s00170-021-07776-y

Korkmaz, M. E., Gupta, M. K., Boy, M., Yaşar, N., Krolczyk, G. M., & Günay, M. (2021). Influence of duplex jets MQL and nano-MQL cooling system on machining performance of Nimonic 80A. *Journal of Manufacturing Processes*, *69*, 112–124. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2021.07.039

Kumar, A., Sharma, A. K., & Katiyar, J. K. (2023). State-of-the-Art in Sustainable Machining of Different Materials Using Nano Minimum Quality Lubrication (NMQL). In *Lubricants* (Vol. 11, Issue 2). https://doi.org/10.3390/lubricants11020064

Kumar, G., Sen, B., Ghosh, S., & Rao, P. V. (2024). Strategic enhancement of machinability in nickel-based superalloy using eco-benign hybrid nano-MQL approach. *Journal of Manufacturing Processes*, *127*, 457–476. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2024.08.015

Li, D., Zhang, T., Zheng, T., Zhao, N., & Li, Z. (2024). A comprehensive review of minimum quantity lubrication (MQL) machining technology and cutting performance. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *133*(5), 2681–2707. https://doi.org/10.1007/s00170-024-13902-3

Qiao, G., Yang, J., Zhen, D., & Zhang, F. (2024). Mechanism, cutting performance, and tool wear of MQL milling aluminum alloys with dual-nozzle. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *131*, 1–22. https://doi.org/10.1007/s00170-024-13373-6

Sharma, A. K., Tiwari, A. K., & Dixit, A. R. (2016). Effects of Minimum Quantity Lubrication (MQL) in machining processes using conventional and nanofluid based cutting fluids: A comprehensive review. *Journal of Cleaner Production*, *127*, 1–18. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.146

Shokrani, A., Arrazola, P. J., Biermann, D., Mativenga, P., & Jawahir, I. S. (2024). Sustainable machining: Recent technological advances. *CIRP Annals*, *73*(2), 483–508. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cirp.2024.06.001

Tamang, S. K., Chandrasekaran, M., & Sahoo, A. K. (2018). Sustainable machining: an experimental investigation and optimization of machining Inconel 825 with dry and MQL approach. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, *40*(8), 374. https://doi.org/10.1007/s40430-018-1294-2

Xu, M., Ali, S., Kurniawan, R., Gautam, R. K. S., Sundaresan, T. K., & Ahmad, K. (2025). Nanoparticle-based lubrication during machining: synthesis, application, and future scope—a critical review. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *136*(10), 4141–4174. https://doi.org/10.1007/s00170-025-15065-1

ZHANG, Y., LI, L., CUI, X., AN, Q., XU, P., WANG, W., JIA, D., LIU, M., DAMBATTA, Y. S., & LI, C. (2024). Lubricant activity enhanced technologies for sustainable machining: Mechanisms and processability. *Chinese Journal of Aeronautics*. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cja.2024.08.034

GÜNEŞ, RÜZGÂR VE HİDROELEKTRİK ÜZERİNDEN TÜRKİYE'NİN SÜRDÜRÜLEBİLİR ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ

Feyyaz Alpsalaz,
Hasan Uzel
Emrah Aslan
Yıldırım Özüpak

Özet

Bu çalışma, Türkiye'nin güneş, rüzgâr ve hidroelektrik kaynaklarına dayalı elektrik üretimini analiz ederek sürdürülebilir enerji dönüşümündeki gelişimini ortaya koymayı amaçlamaktadır. 1965–2022 yıllarını kapsayan veriler ışığında, Türkiye'nin başlangıçta hidroelektriğe dayalı bir üretim yapısına sahip olduğu, ancak 2010 sonrasında rüzgâr ve güneş enerjisi yatırımlarıyla üretim çeşitliliğini artırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca Almanya, Fransa, İtalya ve İspanya gibi Avrupa ülkeleriyle yapılan karşılaştırmalar, Türkiye'nin geç başlamakla birlikte son yıllarda önemli bir ivme kazandığını ve bazı ülkelerle benzer üretim düzeylerine ulaştığını göstermektedir. Elde edilen bulgular, Türkiye'nin sürdürülebilir enerji hedefleri doğrultusunda olumlu bir gelişim sergilediğini ortaya koymakta; bu eğilimin sürdürülebilirlik açısından kararlılıkla desteklenmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Enerji dönüşümü, Sürdürülebilirlik, Yenilenebilir enerji kaynakları, Sürdürülebilir enerji

Ögr. Gör. Dr. Elektrik ve Enerji Bölümü, Akdağmadeni Meslek Yüksekokulu, Yozgat Bozok Üniversitesi, feyyaz.alpsalaz@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7695-6426
Ögr. Gör. Dr. Elektrik ve Enerji Bölümü, Akdağmadeni Meslek Yüksekokulu, Yozgat Bozok Üniversitesi, hasan.uzel@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8238-2588
Dr. Öğr. Üyesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Mardin Artuklu Üniversitesi, emrahaslan@artuklu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0181-3658
Dr. Öğr. Üyesi, Elektrik ve Enerji Bölümü, Silvan Meslek Yüksekokulu, Dicle Üniversitesi, yildirim.ozupak@dicle.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8461-8702

Giriş

Günümüzde enerji üretimi ve tüketimi, yalnızca ekonomik kalkınmanın değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliğin de belirleyici unsurlarından biri hâline gelmiştir. Artan küresel enerji talebi, iklim değişikliği ve karbon emisyonlarını azaltma hedefleri, ülkeleri yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeye teşvik etmektedir. Bu bağlamda güneş, rüzgar ve hidroelektrik gibi temiz enerji kaynakları, sürdürülebilir enerji sistemlerinin temel bileşenleri olarak öne çıkmaktadır.

Emeksiz ve Fındık (2021), Türkiye özelinde yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilir kalkınmaya katkısını değerlendirmiştir. Fosil yakıtların çevresel zararları ve tükenebilirliği, sürdürülebilirliğin önündeki başlıca tehditler olarak ele alınmaktadır. Çalışma, Türkiye'nin sahip olduğu doğal kaynaklar sayesinde enerji arz güvenliği, çevresel koruma ve ekonomik kalkınma arasında denge kurabileceğini ortaya koymaktadır. Yenilenebilir enerji yatırımlarının artması ile birlikte, Türkiye hem dışa bağımlılığını azaltma hem de doğa dostu kalkınma stratejilerini uygulama fırsatına sahiptir (Emeksiz & Musa Fındık, 2021).

Bilgiç vd. (2021), sürdürülebilir enerji yönetimi bağlamında, İç Anadolu Bölgesi'nde bir enerji şirketi için en uygun yenilenebilir enerji alternatifini belirlemek üzere Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden En İyi – En Kötü Yöntemi'ni (BWM) uygulamışlardır. Çalışma sonucunda, güneş enerjisinin çevresel etkiler, maliyet ve verimlilik açısından en sürdürülebilir seçenek olduğu tespit edilmiştir. Bu bilimsel yöntemle yapılan değerlendirme, karar alıcılar için sürdürülebilirliği önceliklendiren bir yol haritası sunmaktadır (Bilgiç et al., 2021).

Çukurçayır ve Sağır (2008), fosil yakıtların çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerine dikkat çekerek, alternatif enerji kaynaklarının yalnızca teknik değil, aynı zamanda sosyal ve politik birer araç olduğunu vurgulamıştır. Yenilenebilir enerji sistemlerinin yerel üretim ve yerel yönetimlerce uygulanabilirliği, sürdürülebilirliğe toplumsal katılım açısından katkı sağlamaktadır. Çalışmada, rüzgâr ve biyokütle gibi kaynakların hem ekonomik bağımsızlık hem de çevresel dengeyi destekleyen niteliklerine yer verilmiştir (Çukurçayır & Sağır, 2008).

Seydioğulları (2013), sürdürülebilir kalkınma kavramını çevresel, sosyal ve ekonomik üçlü yapı içinde ele alarak, enerji ihtiyacının bu yapı üzerindeki etkilerini kapsamlı biçimde incelemiştir. Enerji güvenliğinin sağlanması ve karbon emisyonlarının azaltılması için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı önerilmektedir. Ayrıca, enerji politikalarının sürdürülebilirlik ilkeleriyle uyumlu biçimde şekillendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Seydiogullari, 2013).

Korkmaz vd. (2008), sürdürülebilir enerji kaynaklarından olan rüzgâr enerjisine teknik bir bakış sunarak, rüzgâr türbinlerinin deprem etkisi altındaki davranışlarını incelemiştir. Türkiye gibi deprem kuşağında yer alan ülkelerde, sürdürülebilir enerji yatırımlarının uzun ömürlü ve güvenli olabilmesi için yapısal dayanımın göz önünde bulundurulması gerektiği belirtilmiştir. Çalışma, sürdürülebilirliğin yalnızca enerji kaynağı seçimiyle değil, bu kaynakların altyapılarının güvenliğiyle de doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir (Korkmaz et al., 2008).

Batı (2014) tarafından yürütülen alan araştırması, Türkiye'de farklı kesimlerin yenilenebilir enerjiye ilişkin tutumlarını ortaya koymuştur. 240 katılımcıyla yapılan çalışmada, yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilir kalkınmadaki yeri konusunda genel bir farkındalığın oluştuğu, ancak yeterli düzeyde kurumsal ve teknik altyapının henüz sağlanmadığı sonucu elde edilmiştir. Enerji politikalarının ekolojik denge, ekonomik verimlilik ve toplumsal eşitlik ilkeleriyle şekillendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Batı, 2014).

Ertuğrul ve Kurt (2009), yenilenebilir enerji kaynaklarının maliyet analizlerini yaparak sürdürülebilir enerji yatırımları için ekonomik bir perspektif sunmuştur. Güneş, rüzgâr ve jeotermal kaynakların maliyet-etkinliği, yatırım teşvikleri ve yasal düzenlemeler bağlamında değerlendirilmiştir. Özellikle güneş enerjisinin teknolojik gelişmelere paralel olarak daha erişilebilir hale gelmesi, sürdürülebilir enerji geçişi için önemli bir fırsat olarak değerlendirilmektedir (Ertugrul & Kurt, 2011).

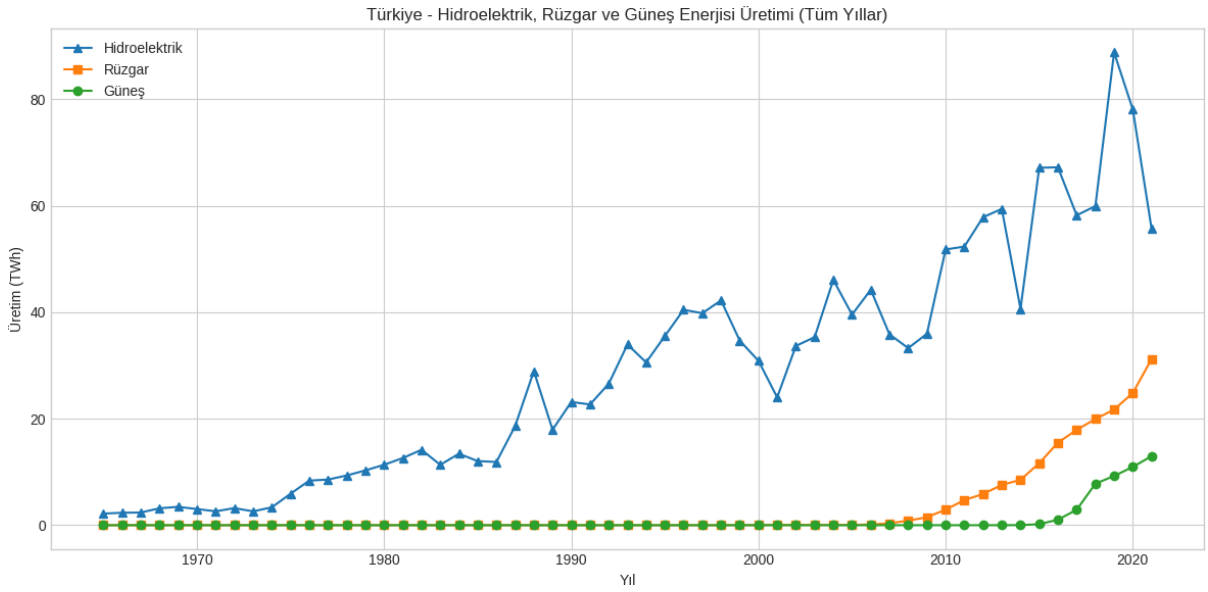
Materyal ve Metot

Bu çalışma, dünya genelinde yenilenebilir enerji üretim verilerini içeren kapsamlı bir veri setine dayanmaktadır (Kaggle Veriseti, 2025). 1965–2022 yılları arasını kapsayan ve toplamda 17 farklı dosya ile 74 sütundan oluşan bu veri seti; güneş, rüzgâr, hidroelektrik, biyoyakıt ve jeotermal gibi çeşitli yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin üretim ve kurulu kapasite bilgilerini içermektedir. 57 yıllık bir zaman dilimini kapsayan veriler, dünya genelinde ülkelerin enerji dönüşüm süreçlerini hem tarihsel hem de kıyaslamalı olarak analiz etmeye olanak sağlamaktadır.

Veri seti, fosil yakıtların hâkimiyetinin sürdüğü enerji sistemlerinin düşük karbonlu teknolojilere evrilme sürecini anlamak açısından stratejik bir öneme sahiptir. Yenilenebilir enerjinin toplam enerji tüketimindeki ve elektrik üretimindeki paylarını ayrıntılı biçimde sunan dosyalar; aynı zamanda rüzgâr türbinleri, güneş panelleri ve jeotermal santrallerin kurulu kapasiteleri gibi teknik verileri de içermektedir. Bu yönüyle veri seti, sürdürülebilirlik hedeflerine yönelik küresel eğilimleri izlemek ve karşılaştırmak için güçlü bir temel oluşturmaktadır.

Bulgular

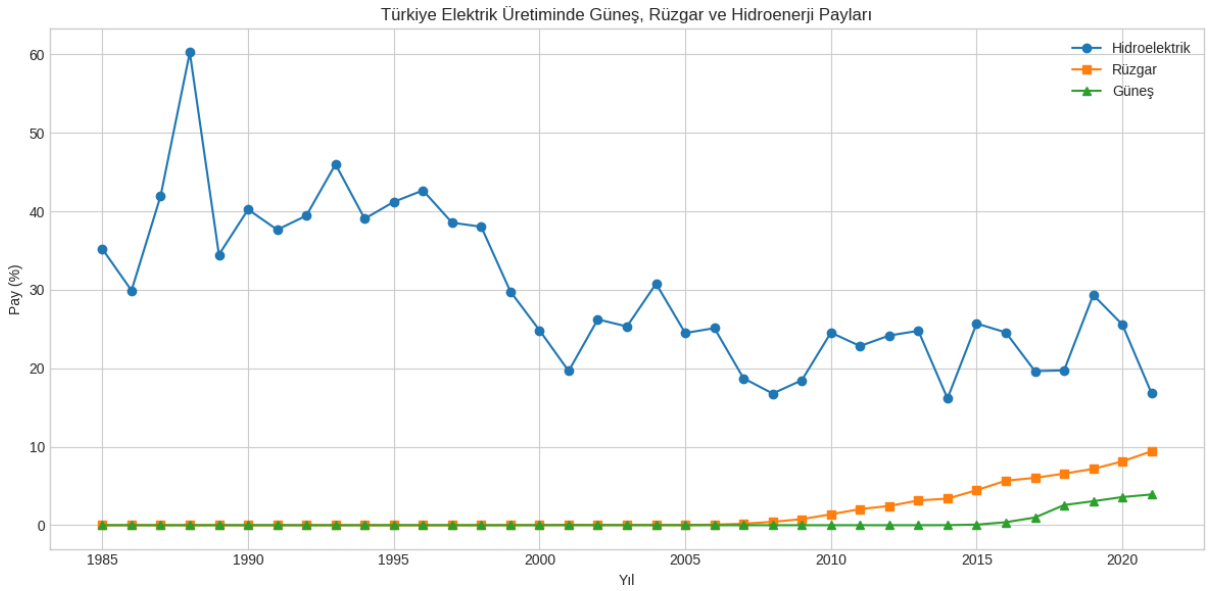
Çalışma kapsamında elde edilen veriler, Türkiye'nin yenilenebilir enerji üretiminde yıllara bağlı olarak gösterdiği gelişimi ortaya koymaktadır. Güneş, rüzgâr ve hidroelektrik kaynaklara dayalı üretim miktarları zaman içerisinde farklı hızlarda artış göstermiştir. Bu kaynaklardaki değişim eğilimleri hem Türkiye'nin enerji dönüşüm stratejilerini hem de sürdürülebilirlik açısından mevcut durumunu değerlendirmek için önemli ipuçları sunmaktadır. Aşağıda yer alan şekillerde, ilgili enerji türlerinin üretim verileri ve uluslararası karşılaştırmalar ayrıntılı olarak sunulmuştur.



Şekil 1. Türkiye- Hidroelektrik, Rüzgâr ve Güneş Enerjisi Üretimi

Türkiye'nin yenilenebilir enerji üretimindeki tarihsel eğilimlerine bakıldığında, hidroelektrik kaynakların uzun yıllar boyunca temel üretim kalemi olduğu görülmektedir. 1980'li yıllardan itibaren artış gösteren hidroelektrik üretimi, 2010'lu yıllarda dalgalanma gösterse de genel olarak yükselen bir eğilim sergilemiştir. Buna karşın, rüzgâr enerjisinin üretim verilerine 2005 yılı sonrasında anlamlı şekilde yansımaya başladığı, 2020'li yıllara gelindiğinde ise 25 TWh seviyesini aşarak güçlü bir büyüme ivmesi kazandığı gözlemlenmektedir. Güneş enerjisi ise diğer iki kaynağa kıyasla daha geç sahneye çıkmış; özellikle 2014 yılı sonrası ciddi bir üretim artışı göstermiştir. Güneş üretimindeki bu yükseliş, teknolojik gelişmelerin yanı sıra maliyetlerin düşmesi ve uygulanan teşvik politikaları ile ilişkilidir.

Bu eğilimler, Türkiye'nin sürdürülebilir enerjiye geçiş sürecindeki evrimini net biçimde ortaya koymaktadır. Başlangıçta hidroelektrik odaklı olan üretim modeli, zamanla yerini daha dengeli ve çeşitlendirilmiş bir yapıya bırakmaktadır. Rüzgâr ve güneş enerjilerinin son yıllarda ivme kazanması, Türkiye'nin iklim değişikliği ile mücadele ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine (özellikle SDG 7 ve SDG 13) yönelik politikalarında ilerleme kaydettiğini göstermektedir. Ancak üretimdeki bu olumlu gelişmelere rağmen, enerji dönüşümünün daha bütüncül ve uzun vadeli sürdürülebilirlik stratejileriyle desteklenmesi gerekliliği devam etmektedir.

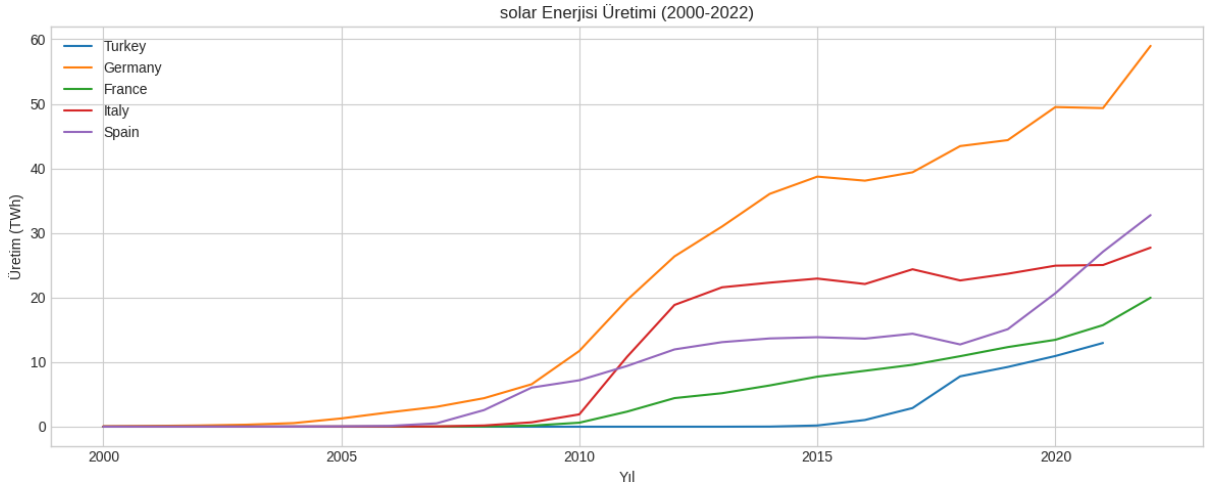


Şekil 2. Türkiye Elektrik Üretiminde Güneş, Rüzgâr ve Hidroenerji Payları

Türkiye'nin elektrik üretimi içerisindeki yenilenebilir enerji kaynaklarının payları, Şekil 2'de gösterilmiştir. Hidroelektrik enerjinin 1980'li yıllardan itibaren toplam elektrik üretimi içerisindeki payının uzun süre boyunca yüksek seviyelerde seyrettiği gözlemlenmektedir. 1988 yılında %60'a kadar ulaşan bu pay, ilerleyen yıllarda kademeli olarak düşmüş ve 2000'li yıllardan itibaren %20–30 aralığına yerleşmiştir. Bu düşüş, fosil yakıtlardan elektrik üretiminin artmasıyla birlikte, hidroelektriğin göreli öneminde azalmaya işaret etmektedir.

Rüzgâr enerjisi ise 2010 yılı sonrası elektrik üretimi içindeki payını anlamlı biçimde artırmıştır. 2022 yılına gelindiğinde bu oran %10'a yaklaşarak kayda değer bir seviyeye ulaşmıştır. Güneş enerjisi, üretim miktarındaki artışı takiben, 2014 sonrası dönemden itibaren elektrik üretiminde hissedilir bir pay elde etmiş ve son yıllarda %5 düzeyine yaklaşmıştır.

Bu eğilimler, Türkiye'nin sürdürülebilir enerji dönüşümüne olan katkısını ve bu dönüşüm sürecinde güneş ve rüzgâr enerjisine dayalı kapasite artışını ortaya koymaktadır. Rüzgâr ve güneşin üretimdeki paylarını giderek artırması hem karbon emisyonlarının azaltılması hem de enerji arz güvenliğinin sağlanması açısından önemli bir gelişmedir. Bununla birlikte, bu eğilimin sürdürülebilir biçimde devam edebilmesi, politika istikrarı ve altyapı yatırımları ile doğrudan ilişkilidir.



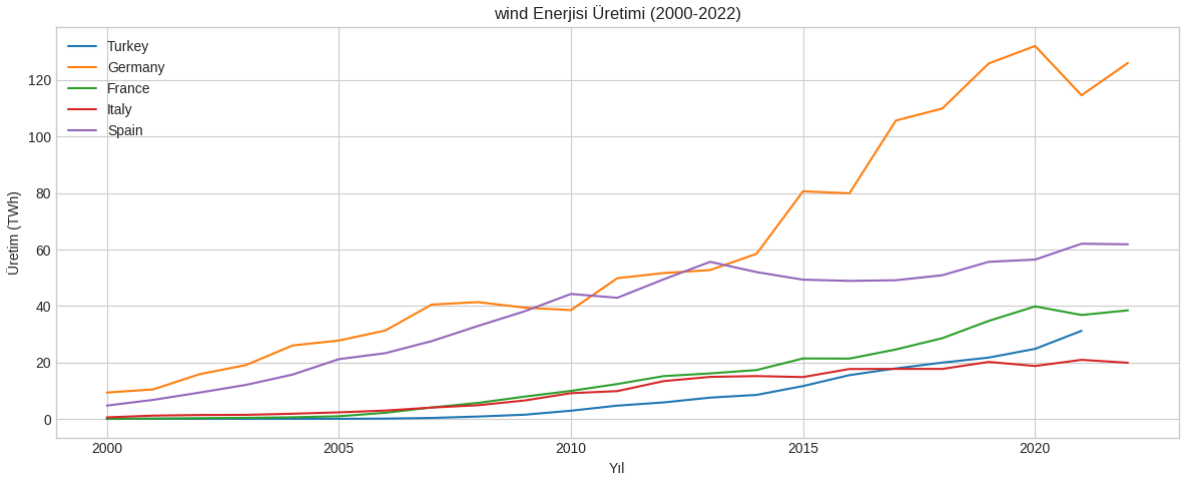
Şekil 3. Türkiye ve Seçilen Avrupa Ülkelerinde Güneş Enerjisi Üretimi (2000–2022)

Şekil 3'te, Türkiye'nin güneş enerjisi üretimi, Almanya, Fransa, İtalya ve İspanya gibi Avrupa Birliği üyesi ülkelerle karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Veriler, Almanya'nın 2010 sonrası dönemde güneş enerjisi üretiminde istikrarlı ve hızlı bir artış göstererek 2022 itibarıyla 60 TWh'ye ulaştığını ortaya koymaktadır. Bu durum, Almanya'nın "Energiewende" adı verilen enerji dönüşüm politikası kapsamında, güneş enerjisine verdiği stratejik önemin bir sonucudur.

İtalya ve İspanya'nın da güneş enerjisi üretiminde erken sayılabilecek dönemlerde hızlı bir yükseliş kaydettikleri görülmektedir. Her iki ülke de 2010'lu yılların başında güçlü bir artış ivmesi yakalamış ve üretim düzeylerini istikrarlı şekilde artırmıştır. Fransa ise görece daha dengeli bir büyüme göstermiştir.

Türkiye'nin güneş enerjisi üretimindeki yükselişi, Avrupa ülkelerine göre daha geç başlamış olup, 2014 sonrası belirginleşmiştir. Ancak kısa sürede istikrarlı bir büyüme eğilimi göstererek 2022 yılına gelindiğinde yaklaşık 13 TWh seviyesine ulaşmıştır. Bu artış, Türkiye'nin güneş enerjisine yönelik teşvik ve yatırım politikalarının sonuç verdiğini göstermektedir.

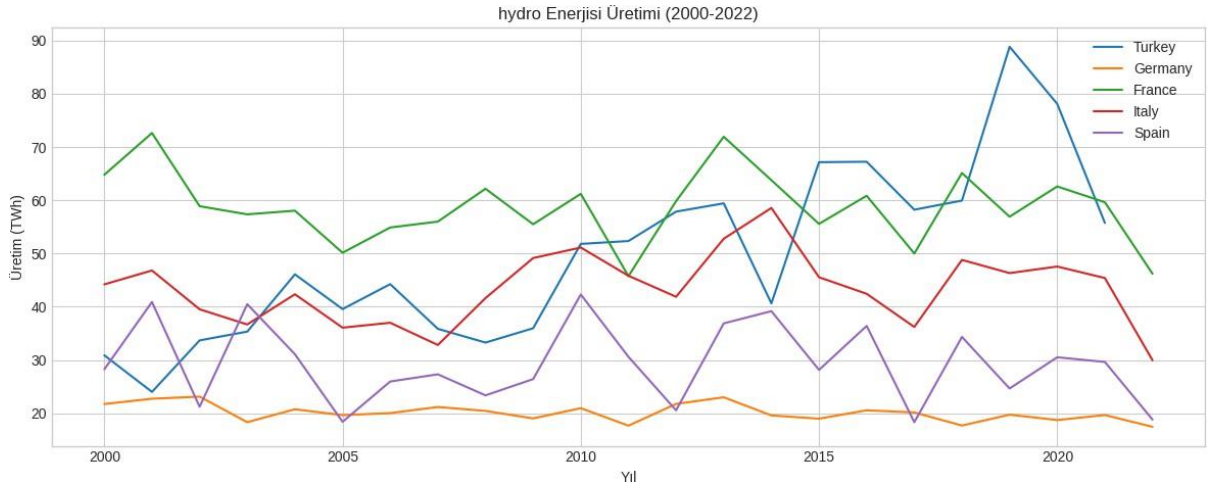
Karşılaştırmalı olarak değerlendirildiğinde, Türkiye'nin güneş enerjisinde geç ama etkili bir çıkış yaptığı anlaşılmaktadır. Bu eğilim hem yenilenebilir enerji çeşitliliğini artırma hem de sürdürülebilir enerji dönüşümüne katkı sağlama açısından önem taşımaktadır. Bununla birlikte, Avrupa ülkeleriyle aradaki üretim farkının kapatılabilmesi için daha güçlü ve uzun vadeli politikaların sürdürülmesi gerekmektedir.



Şekil 4. Türkiye ve Seçilen Avrupa Ülkelerinde Rüzgâr Enerjisi Üretimi (2000–2022)

Şekil 4'te Almanya'nın rüzgâr enerjisi üretiminde açık ara önde olduğu görülmektedir. 2010 sonrası hızlı bir artışla 2022'de 120 TWh'ye ulaşan Almanya, bu alandaki kararlı enerji politikalarının etkisini yansıtmaktadır. İspanya da 2010'a kadar güçlü bir artış gösterse de sonraki yıllarda üretim sabitlenmiştir. İtalya ve Fransa daha dengeli bir büyüme izlemiştir.

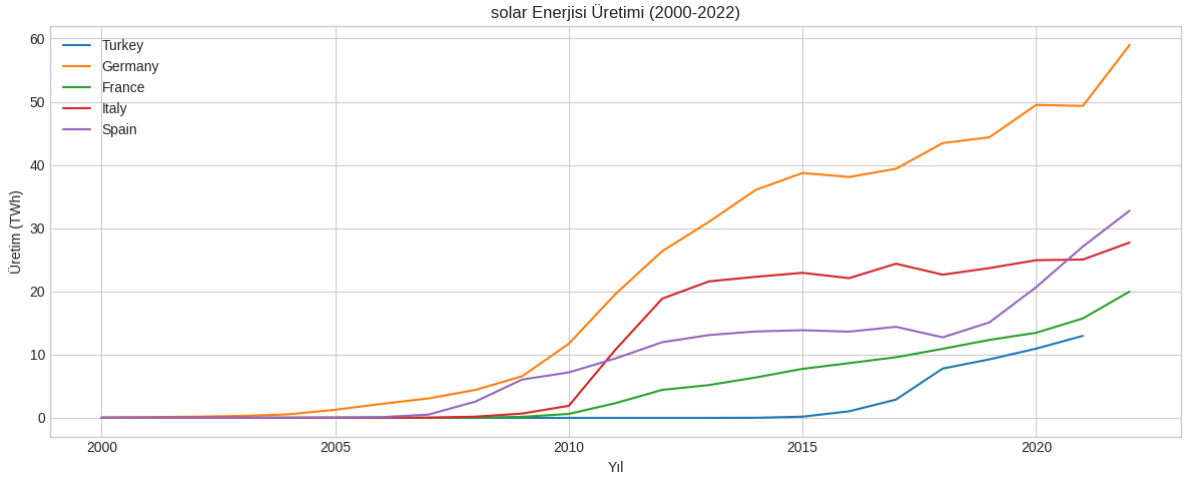
Türkiye'nin üretimi 2008 sonrası belirgin şekilde artmış, 2022 itibarıyla 30 TWh'yi aşarak Fransa'yı geçmiş, İtalya'ya yaklaşmıştır. Bu artış, Türkiye'nin sürdürülebilir enerjiye geçiş sürecinde rüzgâr enerjisine dayalı kapasitesini hızla geliştirdiğini göstermektedir. Ancak yüksek potansiyele rağmen Avrupa'nın önde gelen ülkeleriyle aradaki farkı kapatmak için daha fazla yatırımla desteklenmesi gerekmektedir.



Şekil 5. Türkiye ve Seçilen Avrupa Ülkelerinde Hidroelektrik Enerjisi Üretimi (2000–2022)

Şekil 5'te hidroelektrik enerji üretimleri karşılaştırıldığında, Fransa'nın uzun yıllar boyunca yüksek ve istikrarlı bir üretim seviyesine sahip olduğu görülmektedir. Türkiye ise 2010 sonrasında üretimini hızla artırarak 2020'de 80 TWh'yi aşmış, bazı yıllarda İtalya'yı da geride bırakmıştır. Bu durum, Türkiye'nin hidroelektrik potansiyelinden aktif şekilde faydalandığını göstermektedir.

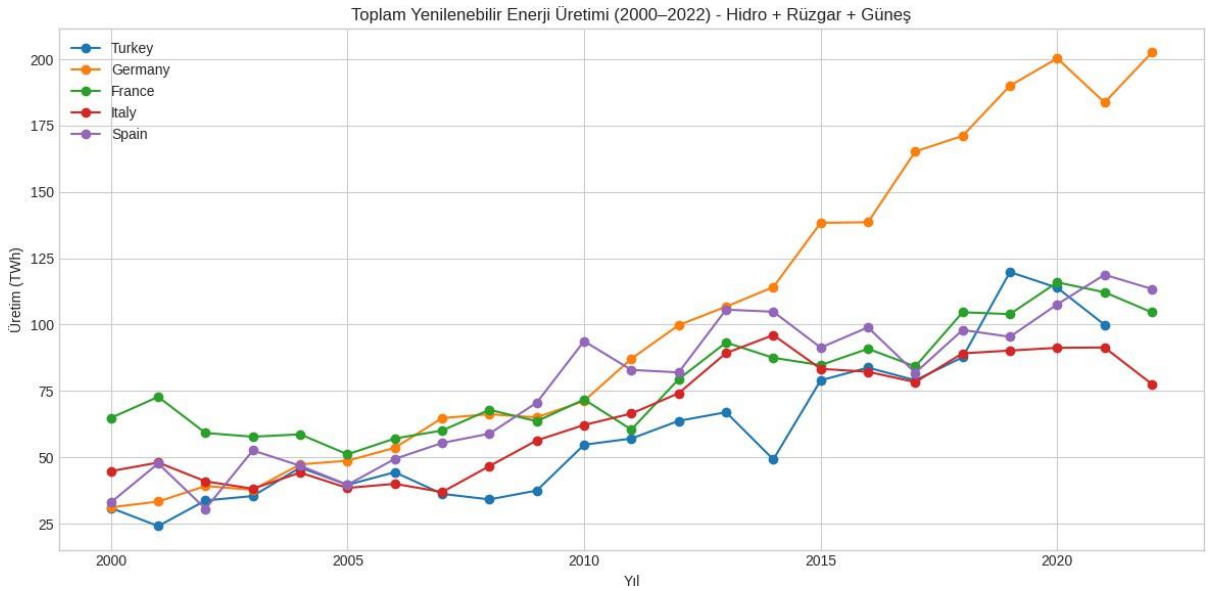
Almanya'nın üretimi düşük seviyelerde sabit kalırken, İspanya ve İtalya dalgalı bir seyir izlemiştir. Türkiye'nin hidroelektrik üretimindeki güçlü performansı sürdürülebilir enerji açısından avantaj sağlasa da, iklim değişikliğiyle bağlantılı su stresi gibi riskler bu kaynağın gelecekteki güvenilirliği açısından dikkatle değerlendirilmelidir.



Şekil 6. Türkiye ve Seçilen Avrupa Ülkelerinde Güneş Enerjisi Üretimi (2000–2022)

Şekil 6'da Almanya'nın güneş enerjisi üretiminde Avrupa liderliğini açıkça sürdürdüğü görülmektedir. 2010 sonrası dönemde hızlı bir artış yakalayan Almanya, 2022'de 60 TWh seviyesine ulaşmıştır. İtalya ve İspanya, 2010'lu yılların başlarında ciddi üretim artışları yaşamış, sonrasında daha yatay bir seyir izlemiştir. Fransa ise dengeli ve düzenli bir büyüme sergilemiştir.

Türkiye'nin güneş enerjisi üretimi, 2014 sonrası görünür hale gelmiş ve istikrarlı şekilde artarak 2022'de 13 TWh'yi aşmıştır. Bu yükseliş, güneş yatırımlarının hızlandığını ve Türkiye'nin sürdürülebilir enerji hedefleri doğrultusunda geç fakat güçlü bir ivme yakaladığını göstermektedir.



Şekil 7. Türkiye ve Seçilen Avrupa Ülkelerinde Toplam Yenilenebilir Enerji Üretimi (2000–2022) *(Hidro + Rüzgâr + Güneş)*

Şekil 7'de Türkiye ve dört Avrupa ülkesinin toplam yenilenebilir enerji üretimleri karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Almanya, özellikle 2010 sonrası dönemde güneş ve rüzgâr yatırımları sayesinde toplam üretimde belirgin bir sıçrama göstermiş ve 2022'de 200 TWh seviyesini aşarak açık ara lider konuma gelmiştir. İspanya ve İtalya benzer üretim seviyelerinde seyrederken, Fransa daha dengeli fakat görece düşük bir üretim profili sergilemiştir. Türkiye ise hidroelektriğin katkısıyla 2010'a kadar yükselmiş, 2014 sonrası güneş ve rüzgârın devreye girmesiyle toplam yenilenebilir üretimini hızla artırmıştır. 2021 yılı itibarıyla Türkiye, Fransa ile benzer düzeye gelmiş ve İtalya'ya yaklaşmıştır. Bu gelişme, Türkiye'nin sürdürülebilir enerjiye geçişte son yıllarda kaydettiği ilerlemeyi açıkça göstermektedir. Ancak Avrupa'nın lider ülkeleriyle aradaki farkın kapanması için politika devamlılığı, teknoloji yatırımları ve şebeke modernizasyonuna yönelik stratejilerin güçlendirilmesi gerekmektedir.

Yapılan analizler, Türkiye'nin yenilenebilir enerji üretiminde son yıllarda önemli bir ilerleme kaydettiğini göstermektedir. Hidroelektrik kaynaklar uzun süre boyunca temel üretim kaynağı olurken, 2010 sonrasında rüzgâr ve güneş enerjisinin üretimdeki payı giderek artmıştır. Avrupa ülkeleriyle yapılan karşılaştırmalarda, Türkiye'nin geç başlamasına rağmen güneş ve rüzgâr üretiminde istikrarlı bir büyüme yakaladığı ve bazı ülkelerle benzer seviyelere ulaştığı görülmektedir. Bu gelişmeler, Türkiye'nin sürdürülebilir enerji dönüşümüne yöneldiğini ve bu alanda potansiyelini giderek daha fazla kullanmaya başladığını göstermektedir.

Kodlar

Bu çalışmadaki veriseti, Python kodları elde edilen bulgular ve bulgulara ait grafiklere https://www.kaggle.com/code/feyyazalpsalaz/surdurebilirlik-tr adresinden ulaşılabilmektedir.

Sonuç

Bu çalışma, Türkiye'nin hidroelektrik, rüzgâr ve güneş enerjisi üretimi verileri üzerinden yenilenebilir enerji dönüşümünü değerlendirmiş; Avrupa'nın önde gelen ülkeleriyle yapılan karşılaştırmalarla ülkenin mevcut durumu ve gelişim potansiyeli ortaya konmuştur. Elde edilen bulgular, Türkiye'nin uzun yıllar boyunca hidroelektriğe dayalı bir yenilenebilir enerji profiline sahip olduğunu; ancak 2010 sonrası dönemde rüzgâr ve güneş enerjisine yönelik yatırımların artmasıyla daha dengeli ve çeşitli bir yapıya geçiş yaptığını göstermektedir. Türkiye'nin yenilenebilir enerji üretiminde yakaladığı artış eğilimi, sürdürülebilirlik açısından olumlu bir gelişme olmakla birlikte, Avrupa'daki lider ülkelerle kıyaslandığında aradaki farkın hâlâ belirgin olduğu görülmektedir. Bu farkın kapanabilmesi için yatırım istikrarı, teknolojik altyapının güçlendirilmesi, mevzuat sürekliliği ve uzun vadeli enerji politikalarının kararlılıkla sürdürülmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak, Türkiye'nin enerji üretiminde yenilenebilir kaynaklara dayalı büyüme eğilimi umut verici bir yönelimi temsil etmekte; bu eğilimin sürdürülmesi hem çevresel sürdürülebilirlik hem de enerji arz güvenliği açısından stratejik bir öneme sahip bulunmaktadır.

Referanslar

Batı, O. (2014). Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarinin Sürdürülebilir Kalkinmaya Etkisi Konusunda Bir Alan Araştirmasi. *Trakya University Journal of Social Science*, *16*(2), 27–38. https://dergipark.org.tr/en/pub/trakyasobed/issue/30211/326112

Bilgiç, S., Torğul, B., & Paksoy, T. (2021). Sürdürülebilir Enerji Yönetimi İçin Bwm Yöntemi İle Yenilenebilir Enerji Kaynaklarinin Değerlendirilmesi. *Verimlilik Dergisi*, *2*, 95–110. https://doi.org/10.51551/VERIMLILIK.663721

Çukurçayır, M. A., & Sağır, H. (2008). Enerji Sorunu, Çevre Ve Alternatif Enerji Kaynaklari. *The Journal of Selcuk University Social Sciences Institute*, *20*, 257–278. https://dergipark.org.tr/en/pub/susbed/issue/61796/924262

Emeksiz, C., & Musa Fındık, M. (2021). Sürdürülebilir Kalkınma İçin Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ölçeğinde Değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, *26*(26), 155–164. https://doi.org/10.31590/EJOSAT.948729

Ertugrul, Ö. F., & Kurt, M. B. (2011). Enerji İletim Hatlarinda Modüler Ysa Ve Add Yle Hizli Ariza Tespiti. *Engineering Sciences*, *6*(1), 77–87. https://doi.org/10.12739/NWSAES.V6I1.5000067010

Kaggle. (n.d.). *Global Renewable Energy Transitions: Comprehensive*. Kaggle. Retrieved 27 March 2025, from https://www.kaggle.com/code/burakaltintasx/global-renewable-energy-transitions-comprehensive

Korkmaz, K. A., Çarhoğlu, A. İ., & Kural, M. E. (2008). Sürdürülebilir Enerji Kaynaklarından Rüzgâr Türbinlerinin Davranışlarının Deprem Etkisi Altında İncelenmesi. *İstanbul Commerce University Journal of Science*, *7*(14), 1–13. https://dergipark.org.tr/en/pub/ticaretfbd/issue/21354/229070

Seydiogullari, H. S. (2013). Renewable Energy for Sustainable Development. *Journal of Planning*, *23*(1), 19–25. https://doi.org/10.5505/PLANLAMA.2013.14633

YAPAY ZEKÂ REKLAMCILIĞININ KARBON AYAK İZİNİ AZALTMADAKİ ROLÜ
ARTİFİCİAL INTELLİGENCE ADVERTİSİNG'S ROLE İN REDUCİNG CARBON FOOTPRİNT

Tarık Şahin

Özet

Bu çalışma, yapay zekâ (YZ) teknolojilerinin reklamcılık süreçlerine entegrasyonunun, reklam sektörünün karbon ayak izini azaltmadaki potansiyelini çok boyutlu bir perspektifle incelemektedir. Geleneksel reklamcılığın enerji ve kaynak yoğun doğası göz önünde bulundurularak, YZ'nın hedef kitle optimizasyonu, dijital altyapı verimliliği, kişiselleştirilmiş hedefleme, içerik üretim süreçlerinin otomasyonu, reklam izlencesi ve zamanlamasının optimizasyonu, sürdürülebilir ürün ve hizmetlerin tanıtımına katkısı ve tekrar eden reklamların minimizasyonu gibi çeşitli uygulamalarının enerji tüketimi ve çevresel etki üzerindeki olumlu etkileri detaylı bir şekilde analiz edilmektedir. Literatür taraması yöntemiyle gerçekleştirilen bu çalışma, YZ'nın reklamcılık sektöründe sadece operasyonel verimliliği artırmakla kalmayıp, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada da stratejik bir rol oynayabileceğini ortaya koymaktadır. Çalışma sonucunda, YZ tabanlı çözümlerin benimsenmesinin teşvik edilmesi, dijital altyapıların sürdürülebilirlik optimizasyonu, şeffaflık ve etik ilkelerin geliştirilmesi, sürdürülebilir reklamcılık metriklerinin oluşturulması, eğitim ve iş birliği ile tüketici farkındalığının artırılması gibi öneriler sunularak, YZ'nın reklamcılık sektöründe çevresel faydalarının maksimize edilmesi hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zekâ, Karbon Ayak İzi, Reklamcılık, Enerji Verimliliği, Sürdürülebilirlik

Abstract

This study examines the potential of integrating artificial intelligence (AI) technologies into advertising processes to reduce the carbon footprint of the advertising industry from a multidimensional perspective. Considering the energy and resource-intensive nature of traditional advertising, the positive effects of various applications of AI on energy consumption and environmental impact, such as audience optimization, digital infrastructure efficiency, personalized targeting, automation of content production processes, optimization of ad scheduling and timing, contribution to the promotion of sustainable products and services, and minimization of repetitive ads, are analyzed in detail. Through a literature review, this study reveals that AI can not only increase operational efficiency in the advertising industry, but also play a strategic role in achieving environmental sustainability goals. As a result of the study, it is aimed to maximize the environmental benefits of AI in the advertising sector by providing recommendations such as encouraging the adoption of AI-based solutions, sustainability optimization of digital infrastructures, developing transparency and ethical principles, establishing sustainable advertising metrics, and increasing consumer awareness through education and collaboration.

Keywords: Artificial Intelligence, Carbon Footprint, Advertising, Energy Efficiency, Sustainability

Yüksek Lisans Öğrencisi, Yozgat Bozok Üniversitesi, sahintarik66@gmail.com, ORCID: 0009-0009-0329-5573

1. Giriş

Geleneksel reklamcılık yöntemleri, geniş kitlelere yönelik tekrarlı ve çoğu zaman ilgisiz içerik sunumuyla karakterize edilerek önemli bir enerji ve kaynak tüketimine neden olmaktadır. Bu durum, hem dijital altyapıların işletilmesi hem de gereksiz gösterimler ve tıklamalar aracılığıyla çevresel bir yük oluşturmaktadır. Artan küresel ısınma ve sürdürülebilirlik endişeleri, tüm sektörlerde olduğu gibi reklamcılık alanında da çevresel etkiyi minimize etme arayışlarını beraberinde getirmiştir. Bu bağlamda, yapay zekâ (YZ) teknolojilerinin reklamcılık süreçlerine entegrasyonu, enerji verimliliğini artırma ve dolayısıyla reklamcılığın karbon ayak izini azaltma potansiyeliyle dikkat çekmektedir.

Bu araştırmanın temelini oluşturan bu metin, YZ'nın reklamcılık alanındaki çeşitli uygulamalarının enerji tüketimi ve kaynak kullanımı üzerindeki olumlu etkilerini detaylandırmaktadır. İlk olarak, YZ algoritmaları, reklamların hangi kanallarda ve hangi hedef kitlelere gösterileceğini optimize ederek gereksiz gösterimleri ve tıklamaları en aza indirgemekte, bu sayede yayınlama süreçlerindeki enerji verimliliğini artırmaktadır. İkinci olarak, çevrimiçi reklamcılığın temelini oluşturan dijital altyapının, YZ tabanlı sistemler aracılığıyla daha verimli veri işleme ve depolama teknikleriyle optimize edilmesi, sunucu kaynaklı enerji tüketimini önemli ölçüde azaltmaktadır. Üçüncü olarak, YZ'nın kullanıcı davranışlarını analiz ederek gerçekleştirdiği hassas hedefleme ve kişiselleştirme, reklamların yalnızca ilgili kullanıcılara doğru zamanda ulaşmasını sağlayarak gereksiz medya tüketimini ve enerji harcamasını düşürmektedir. Dördüncü olarak, YZ destekli içerik üretim araçları, reklam hazırlama süreçlerini hızlandırarak ve otomatikleştirerek bu aşamada harcanan zaman ve enerjiyi minimize etmektedir. Beşinci olarak, reklam izlencesinin ve zamanlamasının YZ tarafından optimize edilmesi, reklamların en verimli şekilde dağıtılmasını sağlayarak gereksiz gösterimlerden kaçınılmasına ve enerji tasarrufuna olanak tanımaktadır. Altıncı olarak, YZ sadece enerji verimliliğini artırmakla kalmayıp, aynı zamanda sürdürülebilir ürün ve hizmetlerin hedef kitleye etkili bir şekilde ulaştırılmasına katkıda bulunarak dolaylı yoldan da çevresel fayda sağlamaktadır. Son olarak, YZ'nın kullanıcı tercihlerini analiz ederek tekrar eden ve istenmeyen reklamları en aza indirmesi, hem kullanıcı deneyimini iyileştirmekte hem de gereksiz reklam harcamaları ve kaynak tüketimini engelleyerek atık oluşumunu azaltmaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı, yapay zekâ teknolojilerinin reklamcılık süreçlerine entegrasyonunun, reklam sektörünün karbon ayak izini azaltmadaki potansiyelini çok yönlü bir bakış açısıyla incelemektir. Bu bağlamda, yukarıda özetlenen YZ uygulamalarının her birinin enerji tüketimi ve çevresel etki üzerindeki spesifik katkıları detaylı bir şekilde analiz edilecektir.

2. Yöntem

Bu araştırmada literatür taraması yöntemi kullanılmıştır. Literatür taraması, belirli bir konu hakkında daha önce yapılmış akademik çalışmaların incelenmesini ve sentezlenmesini içeren bir araştırma yöntemidir (Fink, 2020). Çalışmada, yapay zekâ destekli reklamcılığın enerji tüketimi ve karbon ayak izi üzerindeki etkisini anlamak amacıyla farklı akademik makaleler, raporlar ve endüstri analizleri sistematik bir şekilde analiz edilmiştir. Araştırma kapsamında, enerji verimliliği, yapay zekâ destekli reklamcılık, dijital reklam optimizasyonu, sürdürülebilir pazarlama stratejileri ve yapay zekânın çevresel etkileri üzerine yapılan çalışmalar detaylı olarak incelenmiştir.

2.1. Veri Toplam Yöntemi

Bu çalışmada kullanılan veriler, hakemli akademik dergiler, endüstri raporları ve konferans bildirileri gibi güvenilir kaynaklardan elde edilmiştir. Literatür taraması kapsamında, aşağıdaki konulara ilişkin bilimsel yayınlar incelenmiştir:

2.2. Literatür Tarama Süreci

Literatür taraması sistematik bir yaklaşım ile gerçekleştirilmiştir. İlk olarak, konu ile ilgili anahtar kelimeler belirlenmiş ve akademik veri tabanlarında (Google Scholar, IEEE Xplore, ScienceDirect, SpringerLink) taramalar yapılmıştır. Elde edilen çalışmalar, yayın yılı, atıf sayısı, konu uygunluğu ve bilimsel niteliği gibi kriterler doğrultusunda değerlendirilerek çalışmaya dâhil edilmiştir (Chen, 2024; Nette horst vd. 2020).

Çalışmaların seçilmesinde:

- Güncellik: Son 10 yıl içinde yayımlanmış makalelere öncelik verilmiştir.
- Bilimsel Geçerlilik: Hakemli dergilerde yayımlanan ve alanında kabul görmüş çalışmalara yer verilmiştir.
- İçerik Uygunluğu: Reklamcılık, enerji verimliliği ve yapay zekâ teknolojilerini kapsayan araştırmalar değerlendirilmiştir.

2.3. Verilerin Analizi

Toplanan veriler betimsel analiz yöntemi ile incelenmiş ve yapay zekâ destekli reklamcılığın enerji tüketimi üzerindeki etkileri çerçevesinde sınıflandırılmıştır. Özellikle, yapay zekâ tabanlı reklamcılığın enerji tasarrufu sağlama yolları, literatürde yer alan çalışmalar doğrultusunda analiz edilerek açıklanmıştır. Bu yöntem sayesinde, yapay zekânın reklamcılık sektöründeki enerji verimliliğine olan katkıları bilimsel temellerle desteklenmiş ve sektörel uygulamalar çerçevesinde değerlendirilmiştir.

3. Bulgular

Enerji verimliliği, iklim değişikliğiyle mücadelede ve enerji israfını azaltmada kritik bir öneme sahip olup, reklamcılık bu alanda enerji verimli davranışların ve teknolojilerin teşvik edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Araştırmalar, enerji verimliliğini teşvik eden reklam kampanyalarında, belirli davranışsal yönergelerin ekonomik faydalarla birleştirilmesinin, tek başına ekonomik veya davranışsal odaklı kampanyalara göre daha etkili olduğunu göstermektedir (Casado, Hidalgo, & García-Leiva, 2017). Ulusal kamu hizmeti kampanyaları, maliyet tasarrufunu vurgulayarak tüketicilerin enerji verimliliğine yönelik yaklaşımlarını yeniden tanımlamayı amaçlamakta ve enerjiyle ilgili davranışları etkileyebilmektedir (Gibson-Grant, 2015). Mobil reklamcılıkta ise reklamlar gelir kaynağı olsa da, veri aktarımı ve görüntüleme gereksinimleri nedeniyle enerji tüketimini artırarak uygulama performansını ve kullanıcı memnuniyetini olumsuz etkileyebilmektedir (Hameed, Islam, Almogren, vd., 2020).

Gayrimenkul reklamlarında enerji tasarruflu özelliklerin vurgulanması iklim bölgelerine göre farklılık gösterse de (Hurst ve Halvitigala, 2020), dijital reklamların enerji tüketimini en aza indirmek için yapay zekâ (YZ) tabanlı sistemlerin sınıflandırılması önem taşımaktadır. YZ, veri işleme ve depolama süreçlerini optimize ederek sunucuların enerji tüketimini azaltabilir (Ileana, 2023) ve reklam süreçlerini otomatikleştirerek enerji sektöründeki reklam işlemlerini gerçekleştirebilmektedir (Ahmad, Zhang, Huang vd, 2021).

Fuzzy modelleme ve YZ tabanlı sinir ağları, reklam verilerinin depolanması ve reklam parçacıklarının optimize edilmesi yoluyla enerji tüketimini azaltmada kullanılabilmektedir (Merabet, Essaaidi, Haddou ve diğerleri, 2021). YZ teknolojileri, kullanıcı faaliyetlerini ve ilgi alanlarını analiz ederek daha hassas hedefleme yapmakta (Li, 2024; Rafieian & Yoganarasimhan, 2020; Kunekar, Usman, Veena vd. 2024) ve kişiselleştirilmiş reklam önerileri sunarak gereksiz geniş kitlelere ulaşılmasını önlemektedir. Ayrıca, YZ içerik oluşturma süreçlerini hızlandırarak ve otomatikleştirerek verimliliği artırabilir (Čergić & Mehanović, 2024; Huang, Li, Du ve diğerleri, 2023; Kubovics, 2024), multimedya içerik üretiminde (Jadhav, Agrawaln, Jagdale vd, 2024) ve reklamcılıkta (Nguyet, 2024) zaman ve enerji tasarrufu sağlamaktadır.

Reklam izlemesinin ve yayılmasının yoğunluğu, kullanıcıların etkileşim seviyelerine göre optimize edilebilmektedir (Kumar, Tan ve Wei, 2020). Kullanıcılar daha kısa süreli ve daha fazla sayıda reklamı tercih etmektedir (Nettelhorst, Brannon, Rose vd., 2020), ve reklam izleme süresi reklam performansının belirlenmesinde önemli bir faktördür (Bellman, Beal, Wooley vd, 2020).

YZ, sürdürülebilir marka aktivizmine katılım (Doe & Hinson, 2023), pazar dönüşümü (Thamik & Wu, 2022), sürdürülebilir iş modellerinin geliştirilmesi (Vaio, Palladino, Hassan vd., 2020), kentleşme ve gelişim (Wang, Zhang ve Li, 2024) ve sürdürülebilir girişimciliğe entegrasyon (Chalmers, MacKenzie, & Carter, 2020) yoluyla sürdürülebilirliği teşvik etmede önemli bir rol oynamaktadır. YZ'nın reklamcılıkta kullanımı, gizli veya tekrar eden reklamların azalmasına ve daha anlamlı reklamların sunulmasına yardımcı olarak kullanıcı deneyimini geliştirir ve reklam kampanyalarının daha az atık oluşturmasını sağlamaktadır (Gao, Wang, Xie ve diğerleri, 2023; Huh, Nelson ve Russell, 2023; Van Esch & Black, 2021; Chen, 2024; Choi & Lim, 2020), ancak etik ve sosyal etkileri de göz önünde bulundurulmalıdır (Coffin, 2022).

Tartışma

Bu çalışma, yapay zekâ (YZ) teknolojilerinin reklamcılık sektöründeki potansiyelini, özellikle karbon ayak izini azaltma bağlamında derinlemesine incelemiştir. Literatür taraması yoluyla elde edilen bulgular, YZ'nın reklam süreçlerinin çeşitli aşamalarında enerji verimliliğini artırarak çevresel sürdürülebilirliğe önemli katkılar sağlayabileceğini göstermektedir. Geleneksel reklamcılığın geniş kitlelere yönelik ve çoğu zaman ilgisiz yayınları beraberinde getirdiği enerji ve kaynak israfı sorunu, YZ odaklı yaklaşımlarla önemli ölçüde minimize edilebilmektedir.

YZ algoritmalarının hedef kitleyi hassas bir şekilde belirleyebilmesi ve reklam gösterimlerini optimize edebilmesi, gereksiz gösterim ve tıklamaların önüne geçerek yayınlama süreçlerindeki enerji tüketimini doğrudan azaltmaktadır. Dijital reklam altyapısının YZ tabanlı veri işleme ve depolama teknikleriyle optimize edilmesi, sunucu kaynaklı enerji tüketiminde kayda değer düşüşler sağlayabileceği literatürde desteklenmektedir (Ileana, 2023). Kullanıcı davranışlarının YZ tarafından analiziyle gerçekleştirilen kişiselleştirilmiş reklamcılık, reklamların yalnızca ilgili kullanıcılara ulaşmasını sağlayarak medya tüketimini ve buna bağlı enerji harcamasını azaltmaktadır (Li, 2024; Rafieian & Yoganarasimhan, 2020).

YZ destekli içerik üretim araçları, reklam hazırlama süreçlerini hızlandırıp otomatikleştirmesiyle yaratım aşamasındaki zaman ve enerji tasarrufunu mümkün kılmaktadır (Čergić & Mehanović, 2024; Huang vd., 2023). Reklam izlencesi ve zamanlamasının YZ optimizasyonu, reklamların en etkili zamanlarda ve mecralarda yayınlanarak verimliliği artırmakta ve gereksiz gösterimleri engelleyerek enerji tasarrufuna olanak tanımaktadır. Dahası, YZ'nın sürdürülebilir ürün ve hizmetlerin doğru kitleye ulaştırılmasındaki rolü, dolaylı olarak çevresel fayda sağlamaktadır (Doe & Hinson, 2023; Vaio vd., 2020). Son olarak, YZ'nın kullanıcı tercihlerini analiz ederek tekrar eden ve ilgisiz reklamları azaltması,

kullanıcı deneyimini iyileştirirken gereksiz kaynak tüketimini ve atık oluşumunu engellemektedir (Gao vd., 2023; Van Esch & Black, 2021).

Bu bulgular, YZ'nın reklamcılık sektöründe sadece maliyet ve verimlilik odaklı faydalar sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada da kritik bir rol oynayabileceğini açıkça ortaya koymaktadır. Ancak, YZ uygulamalarının yaygınlaşmasıyla birlikte etik ve sosyal etkilerin de (Coffin, 2022) dikkate alınması ve bu potansiyelin sorumlu bir şekilde kullanılması gerekmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, yapay zekâ teknolojilerinin reklamcılık süreçlerine entegrasyonunun, sektörün karbon ayak izini azaltmada önemli bir potansiyele sahip olduğunu literatür temelli bir yaklaşımla ortaya koymuştur. YZ algoritmalarının hedefleme optimizasyonu, dijital altyapı verimliliği, kişiselleştirilmiş reklamcılık, içerik üretimindeki otomasyon, reklam planlama ve zamanlamasındaki iyileştirmeler, sürdürülebilir ürünlerin tanıtımı ve tekrar eden reklamların azaltılması gibi çeşitli uygulamalar, reklamcılığın enerji tüketimini ve dolayısıyla çevresel etkisini önemli ölçüde düşürebilmektedir.

Elde edilen bulgular, reklam sektörünün sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasında YZ'nın stratejik bir araç olarak kullanılabileceğini göstermektedir. YZ'nın sunduğu imkânlar sayesinde, daha az kaynakla daha etkili ve çevreye duyarlı reklam kampanyaları yürütmek mümkün hale gelmektedir. Bu durum, hem reklamverenler hem de tüketiciler açısından olumlu sonuçlar doğurarak, daha sürdürülebilir bir reklam ekosisteminin oluşmasına katkı sağlayabilir.

Çalışmanın bulguları doğrultusunda, reklamcılık sektöründe YZ teknolojilerinin karbon ayak izini azaltmaya yönelik potansiyelinden en üst düzeyde faydalanmak için aşağıdaki öneriler sunulmaktadır:

- **YZ Tabanlı Çözümlerin Benimsenmesinin Teşvik Edilmesi:** Reklam ajansları ve markalar, YZ destekli hedefleme, optimizasyon ve içerik üretim araçlarını entegre ederek operasyonel verimliliklerini artırmalı ve çevresel etkilerini azaltmalıdır. Bu konuda sektörel teşvik mekanizmaları ve farkındalık çalışmaları önem taşımaktadır.

- **Dijital Altyapıların Sürdürülebilirlik Optimizasyonu:** Dijital reklam platformları ve yayıncılar, YZ algoritmalarını kullanarak veri işleme ve depolama süreçlerinin enerji verimliliğini artırmaya yönelik araştırmalar yapmalı ve uygulamalar geliştirmelidir. Yeşil bilişim prensiplerinin benimsenmesi bu bağlamda kritik öneme sahiptir.

- **Şeffaflık ve Etik İlkelerin Geliştirilmesi:** YZ tabanlı reklamcılığın yaygınlaşmasıyla birlikte, veri gizliliği, algoritmik önyargılar ve şeffaflık gibi etik ve sosyal konulara yönelik düzenlemeler ve kılavuzlar oluşturulmalıdır. Kullanıcıların reklam deneyimlerinin olumlu yönde etkilenmesi ve güvenin sağlanması için etik ilkeler ön planda tutulmalıdır.

- **Sürdürülebilir Reklamcılık Metriklerinin Oluşturulması:** Reklam kampanyalarının çevresel etkilerini ölçebilecek standart metrikler geliştirilmeli ve bu metrikler performans değerlendirme süreçlerine entegre edilmelidir. Bu sayede, YZ uygulamalarının karbon ayak izi üzerindeki gerçek etkisi daha somut bir şekilde takip edilebilir.

- **Eğitim ve İş Birliği:** Reklamcılık profesyonellerinin YZ teknolojileri ve sürdürülebilirlik konularında bilgi ve becerilerini artırmaya yönelik eğitim programları düzenlenmelidir. Ayrıca,

akademi, sektör ve teknoloji sağlayıcılar arasında iş birliği platformları oluşturularak bilgi ve deneyim paylaşımı teşvik edilmelidir.

- **Tüketici Farkındalığının Artırılması:** Sürdürülebilir ürün ve hizmetlerin YZ destekli reklamlarla etkili bir şekilde tanıtılması yoluyla tüketicilerin bu konudaki farkındalıkları artırılmalı ve sürdürülebilir tüketim davranışları teşvik edilmelidir.

Kaynaklar

Ahmad, T., Zhang, D., Huang, C., Zhang, H., Dai, N., Song, Y., & Chen, H. (2021). Artificial intelligence in the sustainable energy industry: Status quo, challenges and opportunities. Journal of Cleaner Production, 289, 125834. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125834

Casado, F., Hidalgo, M., & García-Leiva, P. (2017). Energy efficiency in households: The effectiveness of different types of messages in advertising campaigns. Journal of Environmental Psychology, 53, 198–205. https://doi.org/10.1016/J.JENVP.2017.08.003

Chalmers, D., MacKenzie, N. G., & Carter, S. (2020). Artificial intelligence and entrepreneurship: Implications for venture creation in the Fourth Industrial Revolution. Entrepreneurship Theory and Practice, 45(5), 1028–1053. https://doi.org/10.1177/1042258720934581

Chen, Y. (2024). Advertising in the Age of Artificial Intelligence. Communication in Humanities Research, 39, 31–38. https://doi.org/10.54254/2753-7064/39/20242180

Choi, J., & Lim, K. (2020). Identification of machine learning techniques for classification of targeted advertisements. ICT Express, 6(3), 175–180. https://doi.org/10.1016/j.icte.2020.04.012

Čergić, A., & Mehanović, D. (2024). Development of e-commerce content management systems with artificial intelligence: Predictive analysis and personalization for automatic content generation. International Research Journal of Computer Science. https://doi.org/10.26562/irjcs.2024.v1108.03

Coffin, J. (2022). Asking questions of AI advertising: A maieutic approach. Journal of Advertising, 51(4), 608–623. https://doi.org/10.1080/00913367.2022.2111728

Jadhav, D., Agrawal, S., Jagdale, S., Salunkhe, P., & Salunkhe, R. (2024). AI powered text to multimedia content creation: Enhancing modern content creation. IEEE. https://doi.org/10.1109/I-SMAC61858.2024.10714771

Doe, J. K., & Hinson, R. E. (2024). AI-enabled sustainability brand activism for family businesses: A future-oriented perspective article. Journal of Family Business Management, 14(5), 942–946. https://doi.org/10.1108/JFBM-10-2023-0217

DT Chinh Nguyet. (2024). Adoption of generative AI in content creation: A case study from the advertising industry. IEEE. https://doi.org/10.1109/cai59869.2024.00029

Gao, B., Wang, Y., Xie, H., Hu, Y., & Hu, Y. (2023). Artificial Intelligence in Advertising: Advances, Challenges, and Ethical Considerations in Targeting, Personalization, Content Creation, and Ad Optimization. SAGE Open, 13(4). https://doi.org/10.1177/21582440231210759

Gibson-Grant, A. (2015). Energy Efficiency Public Service Advertising Campaign. U.S. Department of Energy. https://doi.org/10.2172/1184799

Hameed, A., Islam, S. U., Almogren, A., Khattak, H. A., Din, I. U., & Gani, A. (2020). Towards energy-efficient mobile ad optimization: An app developer's perspective. Applied Sciences, 10(19), 6889. https://doi.org/10.3390/app10196889

Huh, J., Nelson, M. R., & Russell, C. A. (2023). ChatGPT, AI advertising, and implications for advertising research and education. Journal of Advertising, 52(4), 477–482. https://doi.org/10.1080/00913367.2023.2227013

Hurst, N., & Helvetia, D. (2020). Kilim bulgier, energy verily technologies and reliclike: Knout realtors say? Pacific Rim Property Research Journal, 26, 41–55. https://doi.org/10.1080/14445921.2020.1808279

Kumar, S., Tan, Y., & Wei, L. (2020). When Should You Play Your Ad? An Optimal Placement Policy for Behavioral Advertising. Information Systems Research, 31(2), 589–606. https://doi.org/10.1287/isre.2019.0904

Kunekar, P., Usman, M., Veena, C., Singla, A., Anute, N., & Polke, N. (2024). Enhancing advertising initiatives: Leveraging machine learning algorithms to engage with the target customer. IEEE. https://doi.org/10.1109/IC3SE62002.2024.10593306

Kubovics, M. (2024). Innovative content production in marketing communication through artificial intelligence. European Conference on Innovation and Entrepreneurship. https://doi.org/10.34190/ecie.19.1.2877

Li, T. (2024). AI-enabled personalized digital advertising marketing. Frontiers in Business, Economics and Management, 15(2), 439–442. https://doi.org/10.54097/k0wjgk28

Marian, I. (2024). Increasing medical efficiency and personalized care by integrating artificial intelligence and distributed web systems. Generative Intelligence and Smart Teaching Systems, 14799, 3. https://doi.org/10.1109/ISAS60782.2023.10391617

Merabet, G., Essaaidi, M., Haddou, M., Qolomany, B., Qadir, J., Anan, M., Al-Fuqaha, A., Abid, M., & Benhaddou, D. (2021). Smart building control systems for thermal comfort and energy efficiency: A systematic review of AI-enabled techniques. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 152, 110969. https://doi.org/10.1016/J.RSER.2021.110969

Nettelhorst, S., Brannon, L. A., Rose, A. J., & Whitaker, W. D. (2020). Online viewers' preferences for the number and duration of advertisements. Journal of Research in Interactive Marketing, 14(2), 215–238. https://doi.org/10.1108/JRIM-07-2019-0110

Thamik, H., & Wu, J. (2022). Impact of Artificial Intelligence on Sustainable Development in Electronic Markets. Sustainability, 14(6), 3568. https://doi.org/10.3390/su14063568

van Esch, P., & Stewart Black, J. (2021). Artificial intelligence (AI): Revolutionizing digital marketing. Australasian Marketing Journal, 29(3), 199–203. https://doi.org/10.1177/18393349211037684

Wang, Q., Zhang, F., & Li, R. (2024). Artificial intelligence and sustainable development during urbanization: Perspectives on AI R&D innovation, AI infrastructure, and AI market advantage. Sustainable Development. https://doi.org/10.1002/sd.3150

ORMANLARIN SÜRDÜRÜLEBİLİR KULLANIMINDA YENİLİKÇİ YAKLAŞIMLAR

INNOVATIVE APPROACHES IN SUSTAINABLE USE OF FORESTS

Hasan Tezcan YILDIRIM

Özet

Ormanlar, ekosistem hizmetlerinin sağlanmasında ve biyolojik çeşitliliğin korunmasında kritik bir rol oynamaktadır. Ancak günümüzde hızla artan nüfus, iklim değişikliği ve doğal kaynakların aşırı kullanımı gibi faktörler, ormanların sürdürülebilir yönetilmesini tehdit etmektedir. Bu bildiri, ormanların doğrudan ekonomik ve ekolojik değerini artırmak amacıyla yenilikçi yaklaşımları ele almaktadır.

Çalışma kapsamında, uluslararası çalışmalardan elde edilen veriler ve literatür araştırmaları derlenmiştir. Ayrıca, yenilikçi uygulamalara dair çeşitli örnek olaylar üzerinden belirli stratejiler sunulmaktadır. Bu stratejiler değerlendirildiğinde ilk uygulama olarak, akıllı orman yönetim sistemleri gelmektedir. Bu sistemler, uzaktan algılama teknolojilerinden ve coğrafi bilgi sistemlerinden (CBS) faydalanarak ormanların sağlığını ve durumunu sürekli izlemeye sağlamaktadır. Akıllı sistemler sayesinde, orman ekosistemlerinde meydana gelen değişiklikler hızlı bir şekilde tespit edilmekte, bu da yönetim süreçlerinde zamanında müdahale edilmesine olanak vermektedir. İkinci olarak, biyoekonomi ve döngüsel ekonomi uygulamaları öne çıkmaktadır. Orman ürünlerinin sürdürülebilir bir şekilde işlenmesi, bu işlemler sırasında ortaya çıkabilecek atıkların minimize edilmesi ve kaynakların yeniden kullanımı hem ekonomik değer yaratmakta hem de çevresel zararı en aza indirmektedir. Bu yaklaşımlar, ormanların gelecekteki kullanımı açısından büyük bir potansiyele sahiptir ve yerel ekonomilerin güçlenmesine katkıda bulunmaktadır. Üçüncü olarak, bilindiği üzere yerel toplulukların yönetime ve karar mekanizmalarına dahil edilmesi yönetimde önemli bir yere sahiptir. Toplumu temsilen sivil toplum kuruluşları başta olmak üzere ilgi gruplarının orman yönetim süreçlerine dahil edilmesi, şeffaflık ve yerel bilgi birikiminin değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Yerel halkın görüş ve önerilerinin dikkate alınması hem toplumsal sahiplik hissini artırmakta hem de ormanların daha etkin bir şekilde yönetilmesini sağlamaktadır. Son olarak, iklim değişikliği ile mücadele stratejileri üzerinde duran uygulamalar gelmektedir. Ormanların karbon tutma kapasitesinin artırılması için entegre yaklaşımlar geliştirilmekte ve bu stratejilerin, iklim değişikliği karşısında ormanların ekonomik değerlerini ve yansımalarını daha esnek hale getirmeyi hedeflediği görülmektedir. İklim değişikliğinin etkilerini azaltmak için sürdürülebilir ormancılık uygulamaları ve karbon kredisi sistemleri gibi yenilikçi çözümler burada ön plana çıkmaktadır.

Sonuç olarak, ormanların sürdürülebilir kullanımı için benimsenmiş olan yukarıda bahsi edilen yenilikçi yaklaşımlar hem çevresel hem de ekonomik sürdürülebilirlik açısından büyük fırsatlar sunmaktadır. Bu alanlardaki çalışmalar, ormanların yalnızca bir doğal kaynak değil, aynı zamanda insanlığın geleceği için çok önemli bir varlık olduğunu vurgulamaktadır. Gelecek araştırmalar, bu yaklaşımların uygulanabilirliğini ve etkinliğini daha derinlemesine incelemeye yönelik olmalıdır. Unutulmamalıdır ki; bir doğal kaynak olarak ormanların korunması ve sürdürülebilir yönetimi, gelecek nesillere sağlıklı bir çevre bırakmanın yegâne anahtarıdır.

Anahtar Kelimeler: Orman yönetimi, sürdürülebilirlik, inovasyon, biyoekonomi, toplumsal katılım.

Doç. Dr., İÜC Orman Fakültesi Öğretim Üyesi, htezcan@iuc.edu.tr

Abstract

Forests play a critical role in providing ecosystem services and protecting biodiversity. However, factors such as rapidly growing population, climate change, and excessive use of natural resources threaten the sustainable management of forests today. This paper addresses innovative approaches aimed at enhancing the direct economic and ecological value of forests.

The study compiles data obtained from international studies and literature reviews. Additionally, specific strategies are presented through various case studies of innovative practices. Among these strategies, the implementation of smart forest management systems stands out as a primary application. These systems leverage remote sensing technologies and Geographic Information Systems (GIS) to continuously monitor the health and condition of forests. Thanks to smart systems, changes occurring in forest ecosystems can be detected swiftly, allowing timely interventions in management processes. Secondly, applications of bioeconomy and circular economy are gaining prominence. The sustainable processing of forest products, minimizing waste generated during these processes, and the reuse of resources create both economic value and minimize environmental harm. These approaches hold significant potential for the future use of forests and contribute to the empowerment of local economies. Thirdly, the inclusion of local communities in management and decision-making mechanisms is of paramount importance. Involving stakeholders, particularly non-governmental organizations representing communities, in forest management processes provides opportunities for transparency and the evaluation of local knowledge. Considering the views and suggestions of local inhabitants enhances the sense of community ownership and facilitates more effective forest management. Lastly, innovative solutions addressing climate change mitigation strategies are presented. Integrated approaches are being developed to enhance the carbon storage capacity of forests, and these strategies aim to increase the resilience of forest economic values and impacts in the face of climate change. Practices such as sustainable forestry and carbon credit systems stand out as prominent innovative solutions for mitigating the effects of climate change.

In conclusion, the innovative approaches mentioned above adopted for the sustainable use of forests offer significant opportunities in terms of both environmental and economic sustainability. Research in these areas emphasizes that forests are not only a natural resource but also a crucial asset for the future of humanity. Future studies should focus on exploring the applicability and effectiveness of these approaches in greater depth. It should not be forgotten that the protection and sustainable management of forests, as a natural resource, is the sole key to leaving a healthy environment for future generations.

Keywords: Forest management, sustainability, innovation, bioeconomy, community participation.

1. GİRİŞ

Ormanlar, dünya ekosistemlerinin vazgeçilmez bileşenleri olarak, iklim düzenine, biyolojik çeşitliliğe, su döngüsüne ve yerel ile küresel ekonomik kalkınmaya olan katkıları ile dikkat çekmektedir. Dünya yüzeyinin yaklaşık %30'unu kaplayan bu ekosistemler, CO_2 emilimi, oksijen üretimi, erozyon kontrolü ve habitat sağlama gibi bir dizi ekosistem hizmeti sunmaktadır (Ahmad ve ark., 2022). Ancak, son yıllarda artan insan etkinlikleri, ormanların sürdürülebilirliğini tehdit eden önemli faktörler arasında yer almaktadır.

İklim değişikliği, orman ekosistemlerini doğrudan etkilemekte ve bunların yapısal ve işlevsel tüm yönlerini tehdit etmektedir. Küresel ısınma sonucu yaşanan sıcaklık artışları, orman yangınları, böcek istilaları ve hastalıkların yayılmasına yol açmakta, bu durum orman örtüsünün azalmasına neden

olmaktadır (Costanza, 2008; Erdoğan Uygur, 2020). Bu bağlamda, WWF (2023) tarafından sunulan veriler, dünya genelinde orman alanlarının yılda yaklaşık 10 milyon hektar azaldığını göstermekte; bu da ormanlık alanların azalmasının, biyoçeşitlilik kaybı ve ekosistem hizmetlerinin düşmesi gibi ciddi sonuçlar doğurabileceğini ortaya koymaktadır.

Orman yönetiminde dijital dönüşüm, sürdürülebilirliğin sağlanmasına yönelik yenilikçi bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Uzaktan algılama teknolojileri, ormanlar üzerinde gerçekleştirilen analizler için kritik bir araç sunmakla kalmaz, aynı zamanda hava ve arazi ölçümleri ile orman sağlığının izlenmesine de olanak tanır (Gülci ve ark., 2023). Özellikle, LIDAR (Işıkla Algılama ve Mesafe Ölçümü) teknolojisi, orman yapısının üç boyutlu haritalarını oluşturmak için kullanılırken, uydu görüntüleme sistemleri de geniş alanlarda hızlı bir değerlendirme yapılmasına olanak tanımaktadır (Celes ve ark., 2019). Veri analitiği ve yapay zekâ uygulamaları, büyük veri setlerinin işlenmesi ve yorumlanmasında önemli bir rol oynayarak, olaylara yönelik öngörülerde bulunulmasını sağlamaktadır (Saatchi ve ark., 2000; Ercanlı ve Polat, 2022).

Ecosystem bakımı açısından, doğa temelli çözümler (NbS) son yıllarda giderek daha fazla önem kazanmıştır. Bu bağlamda, biyolojik çeşitliliği artırmak, erozyonu önlemek ve carbon sequestering (karbon yakalama) sağlamak için çeşitli stratejiler uygulanmaktadır (Eslami ve ark., 2011; Alongi, 2015). Örneğin, agroforestry (tarım ormanlandırması) uygulamaları, tarımsal üretkenliği artırırken aynı zamanda ormanların sağlığını korumakta önemli bir rol oynamaktadır (Zhao ve ark., 2021).

Topluluk katılımı, orman yönetiminde sürdürülebilirliğin sağlanmasında kritik bir unsurdur. Yerel toplulukların orman kaynaklarının yönetimine dahil edilmesi hem doğal kaynakların korunması hem de sosyal adaletin sağlanması açısından elzemdir (Lucatello ve Alcantra-Ayala, 2024). Bu noktada, yerel bilgi ve deneyimlerin entegre edilmesi, politikaların etkinliğini artırmaktadır (Ahmad ve ark, 2022). Bu bağlamda, orman topluluklarının geleneksel ekosistem yönetimi pratiklerini modern uygulamalarla birleştirmesi, sürdürülebilirliğin sağlanmasına katkıda bulunacaktır.

Bu çalışmada, ormanın sürdürülebilir kaynak yönetimi ve ekosistem bakımındaki yenilikçi yaklaşımlar dikkate alınarak, teknoloji odaklı çözümlerin yanı sıra topluluk bazlı stratejilerin entegrasyonu da detaylandırılacaktır. Aynı zamanda, bu araştırma, politika yapıcılara ve uygulayıcılara yönelik öneriler sunarak, ormanların korunması ve sürdürülebilir yönetimi için bütüncül bir yaklaşım geliştirecektir.

2. ORMAN YÖNETİMİNDE YENİ TEKNOLOJİLER

Son yıllarda, dijitalleşme ve teknolojik yenilikler orman yönetiminde köklü değişimlere yol açarak, sürdürülebilir kaynak yönetimini destekleyen etkili araçlar sunmuştur. Özellikle uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri (GIS), orman ekosistemlerinin izlenmesi, analizi ve yönetiminde devrim niteliğinde olanaklar sağlamaktadır (Hinojosa ve Hennermann, 2012). Seddouki ve ark (2023) bu sistemlerin kullanımıyla, orman ekosistemlerinin değişim dinamiklerinin daha derinlemesine analizine olanak tanıyan veri setlerinin oluşturulduğunu belirtmişlerdir. Yakın gelecekte, bu tür teknolojilerin orman yönetimindeki rolünün artacağı öngörülmektedir, zira uzaktan algılama uygulamaları, dünya genelinde uydu teknolojilerinin gelişimiyle daha fazla erişilebilir hale gelmektedir (Lee ve ark., 2019).

Uzaktan algılama teknolojileri, Lidar (ışıkla algılama ve mesafe ölçümü) ve uydu görüntüleme sistemleri gibi araçlar kullanılarak, ağaç yükseklikleri, tür çeşitliliği, yoğunluk ve sağlık durumu gibi parametreler hakkında ayrıntılı veriler sağlar (Li ve ark., 2020; Hamilton ve ark., 2021). Örneğin, Sentinel-2 ve Landsat 8 gibi uydu verileri, orman örtüsünün değişimlerini izleme ve analiz etmede önemli bir kaynak olarak kullanılabilmektedir (Pourshamsi ve ark., 2021; Yücel ve Aksoy, 2024). Bu

teknolojilerin kullanımı, yöneticilerin orman kaynaklarını daha bilinçli ve verimli bir şekilde planlamalarını sağlamaktadır.

Ayrıca, yapay zeka (YZ) ve makine öğrenimi uygulamaları, orman yangınlarının erken teşhisi ve müdahale süreçlerinde büyük bir potansiyel taşımaktadır (Eker ve ark, 2023). Savaş (2021), yapay zeka destekli erken uyarı sistemlerinin, orman yangınlarının önlenmesinde %30'a kadar etkinlik sağladığını gösterirken, veri analitiği ile birleştirilen bu sistemlerin, yangın yayılımı ile ilgili gerçek zamanlı karar destek mekanizmaları oluşturduğunu da vurgulamaktadır. YZ algoritmaları, büyük veri setlerini analiz ederek, yangın risk haritalarını oluşturmakta ve kritik sıcaklık, nem ve rüzgar verileri gibi faktörlere dayalı öngörüler yapmaktadır (Mohajane ve ark., 2021).

Yine son çalışmalarda, Eker ve ark. (2023) YZ destekli tahmin modellerinin, orman yangınlarının öngörülmesinde doğruluk oranını %85'e kadar artırdığını ortaya koymuştur. Bu tür yenilikçi yaklaşımlar, orman yönetimi ve ekosistem bakımında risk yönetimi ve kaynak tahsisini optimize etmeye olanak tanımaktadır. Bunun yanı sıra, makine öğrenimi yöntemleri kullanılarak sürdürülebilir tarım uygulamalarında da benzer başarılar elde edilmektedir.

Dijital teknolojilerin orman yönetimine entegrasyonu, verimlilik ve etkinlik açısından önemli kazanımlar sağlamaktadır (Pop ve Ratiu, 2024; Yücel ve Aksoy, 2024). Örneğin, ormanda biyolojik çeşitliliğin izlenmesi ve korunmasında, büyük veri analitiği ve YZ, Habitat Suitability Modelling (HSM) gibi modellerle bir araya gelerek, türlerin dağılımını ve habitat gereksinimlerini tahmin etme kapasitesini artırmaktadır (Hirzel ve Le Lay, 2008). Böylece, koruma stratejileri daha hedefli ve etkili bir şekilde uygulanabilir hale gelmektedir.

Gelecekte bu teknolojilerin daha fazla yaygınlaşması ve standart hale gelmesi beklenmektedir (Xu ve ark., 2021). Bu bağlamda, yerel yönetimlerin dijital kaynaklarını artırarak, sürdürülebilir orman yönetimine katkı sağlamaları ve bu teknolojilerin benimsenmesi için eğitim ve destek programları geliştirmeleri önem kazanmaktadır (Hegab ve ark., 2023). Ayrıca, politika yapıcıların, dijitalleşmenin sağlık güncellemeleri gibi alanlarda potansiyel sosyal etkilerini göz önünde bulundurarak, topluluk katılımını sağlayan en iyi uygulamaları benimsemeleri kritik bir husustur. Orman yönetiminde dijital dönüşüm, yalnızca ekosistem sağlığı için değil, aynı zamanda toplumsal fayda için de hayati öneme sahiptir.

3. EKOSİSTEM BAKIMINDA YENİLİKÇİ STRATEJİLER

Sürdürülebilir orman yönetiminin bir başka kritik boyutu, ekosistem bakımına yönelik yenilikçi stratejilerdir. Biyoçeşitliliği korumak için uygulanan "doğal hassasiyet" stratejileri, ekosistemlerin kendini yenileme kapasitesini artırmaya yönelik düzenlemeler ve uygulamalar içermektedir. (Seidl ve ark., 2020; Kuuluvainen ve ark., 2021)

Ekosistemlerin korunması ve iyileştirilmesi, sürdürülebilir orman yönetiminin temel unsurlarındandır. Biyoçeşitliliği artırmak amacıyla geliştirilen doğa tabanlı çözümler, ormanların ekolojik sağlığını güçlendirme konusunda etkili olmaktadır (Fu ve ark., 2023). Örneğin, Anderson ve ark, (2002), çok çeşitli ağaç dikim uygulamalarının ekosistem sağlamlığı üzerindeki olumlu etkilerini vurgularken, polikültür uygulamalarının toprak verimliliğini artırmada, zararlıları kontrol etmede ve su kalitesini iyileştirmede nasıl fayda sağladığını ele almıştır (Bio ve ark., 2002; Alongi, 2012). Bu tür yaklaşımlar, stresli çevresel koşullara karşı ormanların dayanıklılığını artırmakta ve ekosistemlerin istikrarını desteklemektedir.

İklim değişikliği ile mücadele bağlamında, "mavi ormanlar" kavramı gündeme gelmektedir. Bu kavram, deniz ekosistemlerinin ormanlar gibi karbon yakalama yeteneklerine sahip olduğunu ve deniz ile kara ormanları arasındaki etkileşimlerin zamanla nasıl değişim gösterdiğini vurgulamaktadır (Ilman ve ark., 2011). Mangrov ve deniz çayırları gibi mavi ormanlar, karbondioksitin emilimi ve depolanması açısından önemli rol oynamaktadır. Örneğin, marine carbon sequestration (deniz karbon yakalama) projeleri, deniz alanlarının korunması ve restorasyonu yoluyla karbon emisyonlarını önemli ölçüde azaltmayı hedeflemektedir (Qurrata ve ark., 2024)

Dahası, "doğa bazlı çözümler" kısa sürede, iklim değişikliği ile mücadele ve karbon yakalamayı artırma konusunda önemli bir araç haline gelmiştir (Badoğlu ve Sönmez, 2023). Austin (2002) tarafından yapılan çalışmada, doğal arazi yönetimi uygulamalarının ormanların karbondioksit emme kapasitesini ortalama %25 oranında artırabileceğini göstermekte; bu da biyoçeşitliliğin artırılması ve altyapı sağlamlığının iyileştirilmesi açısından bir fırsat sunmaktadır. Doğa temelli çözümler, karbon yakalama için doğal süreçleri optimize ederken aynı zamanda su yönetimi, erozyon kontrolü ve ekosistem hizmetlerinin artırılması gibi faydaları da gündeme getirmektedir (Somarkis ve ark, 2019).

Bütün bu çabalar, sürdürülebilir orman yönetiminde ekosistemlerin korunması ve iyileştirilmesi açısından kayda değer katkılar sağlar. Bu nedenle, politikaların ve uygulamaların, bilimsel araştırmalara dayalı olarak şekillendirilmesi, yerel toplulukların katılımı ve geleneksel bilgi sistemlerinin entegrasyonu ile desteklenmesi kritik bir öneme sahip olacaktır. Sonuç olarak, sürdürülebilir orman yönetimi için bütünleşik bir yaklaşım benimsemek hem ekolojik sağlığı korumak hem de insan topluluklarının bu kaynaklardan uzun vadeli fayda sağlamalarını sağlamak adına elzemdir.

4. ORMAN TOPLULUKLARININ KATKILARI

Ormanların sürdürülebilirliği, yerel toplulukların aktif ve etkili katılımı ile sağlanmaktadır. Yerel bilgilerin ve geleneksel pratiklerin yönetim stratejilerine entegrasyonu, sürdürülebilir orman yönetimini güçlendiren önemli bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Somarakis ve ark, (2019) ile McIntyre ve Schultz,, (2020), yerel toplulukların dağ ormanlarında sürdürülebilir üretim yöntemlerinin geliştirilmesine %40 oranında katkı sağladığını ortaya koymuş; bu durum, topluluk temelli yaklaşımların sürdürülebilir orman yönetimindeki kritik rolünü vurgulamaktadır. Bu tür yerel bilgilerin, ekosistemlerin dinamiklerini anlamada ve yönetim süreçlerinde uygulanabilir çözümler geliştirmede temel bir kaynak olduğu belirtilmektedir.

Yerel halk ile yönetimler arasındaki iş birliği, orman koruma alanında daha etkili ve bütünleşik sonuçlar elde edilmesine büyük ölçüde katkı sağlamaktadır (White ve Maclean, 2001) Çalışmalar, yerel toplulukların katılımının, orman ekosistemlerinin korunmasına yönelik stratejilerin başarısını artırdığını ortaya koymaktadır. Örneğin, İşbirlikçi Orman Yönetimi (Collaborative Forest Management, CFM) uygulamaları, yerel halkın karar alma süreçlerine dahil edilmesini sağlayarak, orman kaynaklarının sürdürülebilir kullanımını teşvik etmektedir (Petheram ve ark., 2004; Tufan Emini ve Sancak, 2018). Bu nedenle, yerel toplulukların geleneksel bilgilerini ve pratiklerini yönetim süreçlerine dahil etmek, onların kendilerini yetkilendirmelerine ve dolayısıyla daha etkin orman yönetim stratejilerinin benimsenmesine zemin hazırlamaktadır.

Ayrıca, orman köylerinde uygulanan sosyal girişimcilik projeleri hem ekonomik hem de çevresel faydalar sağlamaktadır (Aysan Özdemir ve Gür, 2024). Örneğin, bu tür projeler, yerel ekosistemlerin korunmasına katkı sağlarken, aynı zamanda gelir kaynakları sunmakta ve toplumsal dayanışmayı teşvik etmektedir (Dehghani ve ark., 2010). Çalışmalar, sosyal girişimlerin, doğa dostu ürünlerin geliştirilmesi

ve çevresel yönetim çözümlerinin uygulanması yoluyla biyoçeşitliliği koruma konusunda da önemli bir araç olduğunu göstermektedir.

Bunun yanı sıra, doğal kaynakların yönetimi konusunda yerel toplulukların yetkilendirilmesi, iklim değişikliği gibi küresel sorunlara yönelik adaptasyon yeteneklerini de güçlendirmektedir (Tittler ve ark, 2016). Örneğin, yerel halkın iklim değişikliği ile ilgili bilgileri ve stratejileri paylaşması, daha esnek ve dayanıklı orman yönetim çözümlerinin geliştirilmesine olanak tanımaktadır (Boyko ve ark, 2009). Toplulukların bu süreçteki aktif rolleri hem yerel düzeyde hem de uluslararası düzeyde ekosistem hizmetlerinin korunmasında hayati öneme sahip olmaktadır.

Sonuç olarak, sürdürülebilir orman yönetimi, yerel toplulukların aktif katılımı ile daha etkili bir hale gelmektedir. İş birliği tabanlı yönetim stratejileri, yerel halkın karar alma süreçlerine doğrudan katılımını sağlayarak, çevresel ve ekonomik sürdürülebilirliği artırmakta ve orman topluluklarının kendilerini yetkilendirmeleri için gereken zemin hazırlamaktadır. Bu bütünleşik yaklaşım, ormanların korunmasında hem sosyal hem de ekolojik yapının güçlenmesine olanak tanımakta ve bu bağlamda başarılı sonuçlar elde edilmesine imkân vermektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç olarak, sürdürülebilir orman yönetimi, dijital teknolojilerin entegrasyonu, yenilikçi ekosistem bakım stratejileri ve yerel toplulukların aktif katılımı gibi çok boyutlu yaklaşımlarla şekillenmektedir. Ormanlarımız, sadece doğal kaynaklar olarak değil, aynı zamanda toplumumuzu destekleyen ve iklim dengemizi koruyan hayati ekosistemlerdir. Bu bağlamda, yerel toplulukların bilgi ve deneyimlerinin, orman yönetim süreçlerine dahil edilmesi, ekosistem dayanıklılığı ve biyoçeşitliliğin korunması açısından büyük önem taşımaktadır.

Uygulamalı olarak, yerel toplulukların yaşamlarına dokunan sosyal girişimcilik projeleri, hem ekonomik fırsatlar sunmakta hem de çevresel koruma bilincini pekiştirmektedir. Bu tür projelerin desteklenmesi, yerel halkın orman yönetimine ilişkin katılımının artmasını sağlayacak ve böylece ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliğini sağlamlaştıracaktır. Konuya yönelik yapılacaklarla ilgili olarak;

Yerel yönetimlerin, uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri gibi dijital teknolojilere yatırım yapması, verimliliği artıracak ve orman kaynaklarının daha etkin yönetilmesine olanak tanıyacaktır. Eğitim programları ile topluluklar, bu teknolojileri nasıl kullanacakları konusunda bilinçlendirilmelidir.

Orman yönetiminde topluluk temelli yaklaşımların teşvik edilmesi, karar alma süreçlerine yerel halkın dahil edilmesi, uygulamalarının etkinliğini artıracaktır. Bu, yerel bilgi birikiminin değerlendirilmesi açısından da kritik bir adım olacaktır.

Ekosistem sağlığını güçlendirmek amacıyla doğa temelli çözümler (NbS) geliştirilmelidir. Bu çözümler, ormanların iklim değişikliğine karşı dayanıklılığını artıracak ve ekolojik dengeyi koruyacaktır. Doğa dostu yönetim pratiklerinin desteklenmesi, sürdürülebilir tarım uygulamaları ile birlikte iki yönlü fayda sunmaktadır.

Kamu, özel sektör ve yerel topluluklar arasında işbirliğini güçlendiren ortaklıklar kurulmalıdır. Bu işbirlikleri, kaynakların daha etkili kullanımı ve sürdürülebilir hedeflerin gerçekleştirilmesi için kritik bir öneme sahiptir.

Politika yapıcıların, yerel halkın ihtiyaçlarını ve isteklerini göz önünde bulundurarak yenilikçi ve kapsayıcı orman yönetim politikaları geliştirmeleri gerekmektedir. Bu çabalar, sürdürülebilir kalkınma hedefleri ile uyumlu olarak, ekosistem hizmetlerinin uzun vadede korunmasını sağlayacaktır.

Sonuç olarak, sürdürülebilir orman yönetimi ve ekosistem koruma politikalarının güçlendirilmesi, yalnızca çevresel faydalar sağlamakla kalmayacak, aynı zamanda ekonomik kalkınma ve sosyal adaletin artırılması adına da önemli fırsatlar sunacaktır. Doğayla uyum içinde bir gelecek yaratmak için, tüm paydaşların üzerine düşen sorumlulukları yerine getirmeleri kritik öneme sahiptir.

KAYNAKLAR

Ahmad, F., Saeed, Q., Usman Shah, SM., Gondal, MA., Mumtaz, S., 2022. Environmental sustainability: Challenges and approaches. Natural Resources Conservation and Advances for Sustainability. Section C: Forest-based environmental and ecological sustainability. PP: 243-270. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822976-7.00019-3

Alongi, D.M., 2012. Carbon sequestration in mangrove forests. Carbon Managem. 3, 313–322. https://doi.org/10.4155/cmt.12.20.

Alongi, D.M., 2015. The impact of climate change on mangrove forests. Curr. Clim. Chang. Rep. 1, 30–39. https://doi.org/10.1007/s40641-015-0002-x.

Anderson, R.P., Peterson, A.T. & Gómez-Laverde, M. 2002. Using niche-based GIS modeling to test geographic predictions of competitive exclusion and competitive release in South American pocket mice. Oikos, 98(1), 3–16.

Austin, M.P. 2002. Spatial prediction of species distribution: an interface between ecological theory and statistical modelling. Ecological Modelling, 157(2–3), 101–118.

Aysan Özdemir, Z. H., Gür, B. 2024. Döngüsel ekonomi: Avrupa Birliği çalışmaları. İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 23(50), 2031-2048 doi:10.46928/iticusbe.1474221

Badoğlu, Ö., Sönmez, Ö., 2022. Doğa Tabanlı Çözümler ile Sürdürülebilir Sokak Planlaması, Journal of Technology and Applied Sciences 5(2), s.11-29, DOI: 10.56809/icujtas.1133114

Bio, AMF., De Becker, P., De Bie, E., Huybrechts, W. & Wassen, M. 2002. Prediction of plant species distribution in lowland river valleys in Belgium: modelling species response to site conditions. Biodiversity and Conservation, 11(12), 2189–2216.

Boyko, C., Cooper, R., & Evans, G. (2009). The Urban Design decision making process: a new approach. C. Boyko, R. Cooper, & G. Evans, Designing Sustainable Cities (s. 42-51). Chichester: Wiley-Blackwell.

Celes, C.H.S., de Araujo, R. F., Emmert, F., Lima, A.J.N., Campos, M. A.A., 2019. Digital approach for measuring tree diameters in the Amazon forest. Floresta e Ambiente, 26(1). https://doi.org/10.1590/2179-8087.038416

Costanza, R. 2008. Ecosystem services: multiple classification systems are needed, Biological Conservation, 141, 350-352.

Dehghani, M., Farshchi, P., Danekar, A., Karami, M., Aleshikh, A.A., 2010. Recreation value of Hara biosphere reserve using willingness-to-pay method. Int. J. Environ. Res. 4, 271–280. https://doi.org/10.22059/ijer.2010.19.

Eker, R., Alkış, KC., Ucar, Z., Aydın., A., 2023. Ormancılıkta makine öğrenmesi kullanımı. Turkish Journal of Forestry. 24(2): 150-177.

Ercanlı, İ., Bolat, M.Ş.F., 2022. A major challenge to machine learning models: Compatible predictions with biological realism in forestry: A case study of individual tree volume.

Erdoğan Uygur, B. 2020. Ekosistem Hizmetleri Kavramının Havza Ölçeğinde Değerlendirilerek Planlamaya Entegrasyonu. D.Ü Ormancılık Dergisi Cilt 16, Sayı 2, s. 196-216.

Eslami, R., Azarnoush, M., Kialashki, A., Kazemzadeh, F., 2021. GIS-based forest fire susceptibility assessment by random forest, artificial neural network and logistic regression methods. Journal of Tropical Forest Science, 33(2):173-184.

Fu., B., Liu, Y., Meadows, ME., 2023. Ecological restoration for sustainable development in China. National Science Review, 10(7): 1-12 https://doi.org/10.1093/nsr/nwad033

Gülci, S.; Yurtseven, H.; Akay, A.O.; Akgul, M. 2023. Measuring Tree Diameter Using a LiDAR-Equipped Smartphone: A Comparison of Smartphone- and Caliper-Based DBH. Environ. Monit. Assess., 195(678): 1-26.

Hamilton, D., Brothers, K., McCall, C., Gautier, B., Shea, T., 2021. Mapping forest burn extent from hyperspatial imagery using machine learning. Remote Sensing, 13(19), 3843.

Hegab, H., Shaban, I., Jamil, M., Khanna, N., 2023. Toward sustainable future: Strategies, indicators, and challenges for implementing sustainable production systems. Sustainable Materials and Technologies 36: 1-13.

Hinojosa, L., Hennermann, K. 2012. A GIS approach to ecosystem services and rural territorial dynamics applied to the case of the gas industry in Bolivia, Applied Geography, 34, 487-497.

Hirzel, AH., Le Lay, G., 2008. Habitat suitability modelling and niche theory. Journal of Applied Ecology 45(5): 1372-1381. https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01524.x

Ilman M, Wibisono ITC, Suryadiputra INN. 2011. State of the Art Information on Mangrove Ecosystems in Indonesia. In Wetlands International-Indonesia Programme. Bogor. file:///C:/Users/gnl/Desktop/2011_ilman_mangrove_status.pdf

Kuuluvainen T, Angelstam P, Frelich L, Jõgiste K, Koivula M, Kubota Y, Lafleur B and Macdonald E., 2021. Natural Disturbance-Based Forest Management: Moving Beyond Retention and Continuous-Cover Forestry. Front. For. Glob. Change 4:629020. doi: 10.3389/ffgc.2021.629020

Lee, B., Jang, K., Kim, E., Kang, M., Chun, J. H., & Lim, J. H., 2019. Predicting forest gross primary production using machine learning algorithms. Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology, 21(1):29-41.

Li, W., Niu, Z., Shang, R., Qin, Y., Wang, L., Chen, H., 2020. High-resolution mapping of forest canopy height using machine learning by coupling ICESat-2 LiDAR with Sentinel-1, Sentinel-2 and Landsat-8 data. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 92, 102163.

Lucatello, S., Alcantra-Ayala, I., 2024. Sustainable Synergy: Strengthening disaster risk reduction in Latin America and the Caribbean through nature-based solutions. International Journal of Disaster Risk Reduction. 113: 1-15. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2024.104860

McIntyre, KB., Schultz, CA., 2020. Facilitating collaboration in forest management: Assessing the benefits of collaborative policy innovations. Land Use Policy, 96: 1-8.

Mohajane, M., Costache, R., Karimi, F., Pham, Q. B., Essahlaoui, A., Nguyen, H., Oudija, F., 2021. Application of remote sensing and machine learning algorithms for forest fire mapping in a Mediterranean area. Ecological Indicators, 129, DOI:10.1016/j.ecolind.2021.107869

Petheram, R. J., Stephen, P., Gilmour, D. 2004. Collaborative forest management: a review. Australian Forestry, 67(2), 137–146. https://doi.org/10.1080/00049158.2004.10676217

Pop, EL., Raţiu, A., 2024. Human-Computer Interaction in Artificial Intelligence with Applications in Healthcare: A Review. Frontiers in Artificial Intelligence and Applications. DOI: https://doi.org/10.3233/FAIA241213

Pourshamsi, M., Xia, J., Yokoya, N., Garcia, M., Lavalle, M., Pottier, E., & Balzter, H., 2021. Tropical forest canopy height estimation from combined polarimetric SAR and LiDAR using machine-learning. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 172: 79-94.

Qurrata, VA., Shafiai, MHM., Alma'amun, S., Wahid, H., Ismail, AG., Purwanti, P., 2024. "Blue Waqf Framework for Blue Forest Sustainability: A Conceptual Framework" in The 6th International

Research Conference on Economics and Business, KnE Social Sciences, pages 398–407. DOI 10.18502/kss.v9i4.15088

Saatchi, S.S., Nelson, B., Podest, E., Holt, J., 2000. Mapping land cover types in the Amazon Basin using 1 km JERS-1 mosaic. Int. J. Remote Sens. 21 (6–7), 1201–1234. https://doi.org/10.1080/014311600210146.

Savaş, S., 2021. Artificial Intelligence And Innovative Applications In Education: The Case Of Turkey. Journal of Information Systems and Management Research. DOI: https://dergipark.org.tr/tr/pub/jismar/issue/63377/852043

Seddouki, M., Mohammed, B., Aamir, Z., Tahiri, M., Maanan, M., Rhinane, H., 2023. The International Archives of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences XLVIII-4/W6-2022:333-342 DOI:10.5194/isprs-archives-XLVIII-4-W6-2022-333-2023

Seidl, R., Honkaniemi, J., Aakala, T., Aleinikov, A., Angelstam, P., Bouchard, B., et al. (2020). Globally consistent climate sensitivity of natural disturbances across boreal and temperate forest ecosystems. Ecography 43, 967–978. doi: 10.1111/ecog.04995

Somarakis, G., Stagakis, S., Chrysoulakis, N. (Eds.). (2019). ''ThinkNature Nature-Based Solutions Handbook'', ThinkNature project funded by the EU Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 730338. doi:10.26225/ jerv-w202

Tittler, R., Messier, C., and Goodman, R. C., 2016. "Triad forest management: local fix or global solution," in Ecological Forest Management Handbook, ed. G. R. Laroque (Boca Raton, FL: CRC Press), 33–45. doi: 10.1201/b19150-4

Tufan Emini, F., Snacak, E., 2018. Yerel Yönetişim Ve Halkla Ilişkiler: Yerel Yönetimlerin Tanima Ve Tanitma Yöntemleri Üzerine Bir Derleme. Kırklareli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. 2(1): 79-90.

Xu W, Dainoff M, Ge L, Gao Z. 2021. From Human-Computer Interaction to Human-AI Interaction: New Challenges and Opportunities for Enabling Human-Centered AI.

White, K., Maclean, A. 2001 People, participation and public native forest. In: Forests in a Changing Landscape. 16th Common wealth Forestry Conference, Fremantle, Western Australia, 18-25 April 2001; pp. 153-163

WWF, 2023. Forest Pathways Report 2023. https://www.worldwildlife.org/publications/forest-pathways-report-2023

Yücel, M., Aksoy, B., 2024. İnsansız Hava Aracı ile Yangın Bölgesinin Tespiti ve Müdahalesinin Yapay Zeka ile Tahminlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Cilt 28, Sayı 3, 559-569.

Zhao M, Geruo A., Zhang JE, Liang, C., Li, Z., 2021. Ecological restoration impact on total terrestrial water storage. Nature Sustainability, 4: 56–62.

ORMAN EKOSİSTEMLERİNİN YÖNETİMİ VE KORUNMASI ÇALIŞMALARININ İRDELENMESİ

EXAMINATION OF FOREST ECOSYSTEMS MANAGEMENT AND PROTECTION STUDIES

Ayşe Esra HAKVERDİ

ÖZET

Orman ekosistemleri, birçok çalışmada belirtildiği üzere biyolojik çeşitliliğin ana bileşeni olarak, insanlık ve sürdürülebilirlik için önem taşımaktadır. Bu ekosistemler, yalnızca toprak, su ve hava kalitesini artırmakla kalmayıp, aynı zamanda karbon döngüsünde kritik bir rol oynamaktadır. Bununla birlikte; iklim değişikliği, aşırı tarımsal faaliyetler ve kentsel genişleme gibi faktörlerin etkisiyle ormanların sağlığını tehdit altına girmiştir. Çalışmada, sözü edilen faktörlerin de etkisiyle orman ekosistemlerinin yönetimi ve korunmasına dair ulusal ve uluslararası düzeydeki çalışmalar incelenerek, güncel yaklaşımlar vurgulanacaktır.

Sürdürülebilir orman yönetimi (SFM) ilkeleri, bu bağlamda, ekosistem hizmetlerini en üst düzeye çıkarırken ekonomik fayda sağlamaya yönelik öne çıkan stratejilerdir. Özellikle, yerel toplulukların orman yönetim süreçlerine katılımının artırılması, ekosistem koruma çabalarını güçlendirmektedir. Ayrıca, koruma alanlarının oluşturulması ve yönetilmesi, biyolojik çeşitliliği korumak ve ekosistem işlevselliğini sağlamak için kritik bir mekanizma olarak öne çıkmaktadır. İklim değişikliğinin etkilerini azaltmak amacıyla geliştirilmiş yenilikçi çözümler, ormanların dayanıklılığını artırmaya yönelik uygulamalarla desteklenmelidir. Uzaktan algılama teknikleri ve veri odaklı karar verme süreçleri, bu hedeflerin gerçekleştirilebilmesi için önemli araçlardır.

Çalışma ile gelecekteki orman yönetimi ve koruma stratejileri için öneriler sunmaktadır. Özellikle, yerel toplulukların katılımının sağlanması ve biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik proaktif önlemlerin teşvik edilmesi, sürdürülebilir orman yönetiminin temel taşlarını oluşturacaktır. Böylece, orman ekosistemlerinin korunması ve sağlığının sürdürülebilirliği garanti altına alınabilir.

Anahtar Kelimeler: Orman ekosistemi, orman yönetimi, ormanların korunması, ormancılıkta teknolojik gelişmeler

Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, a.esra.hakverdi@bozok.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-1783-6475.

ABSTRACT

Forest ecosystems, as highlighted in numerous studies, play a crucial role as a key component of biodiversity and are essential for humanity and sustainability. These ecosystems not only enhance soil, water, and air quality but also perform a critical role in the carbon cycle. However, factors such as climate change, excessive agricultural activities, and urban expansion have jeopardized the health of forests. This study will examine national and international efforts pertaining to the management and conservation of forest ecosystems, particularly emphasizing the contemporary approaches influenced by these factors.

The principles of Sustainable Forest Management (SFM) emerge as prominent strategies aimed at maximizing ecosystem services while providing economic benefits in this context. Specifically, increasing the participation of local communities in forest management processes strengthens ecosystem conservation efforts. Additionally, the establishment and management of protected areas stand out as a critical mechanism for biodiversity conservation and ensuring ecosystem functionality. Innovative solutions developed to mitigate the effects of climate change should be supported by applications aimed at enhancing the resilience of forests. Remote sensing techniques and data-driven decision-making processes serve as essential tools for achieving these objectives.

This study presents recommendations for future forest management and conservation strategies. In particular, ensuring the participation of local communities and promoting proactive measures for biodiversity conservation will constitute the cornerstones of sustainable forest management. Thus, the protection of forest ecosystems and the sustainability of their health can be secured.

Keywords: Forest ecosystem, forest management, forest conservation, technological developments in forestry

1. GİRİŞ

Dünya yüzeyinin yaklaşık %31'i ormanlarla kaplıdır; bu alan, ekosistem hizmetleri açısından büyük öneme sahiptir (FAO, 2020). Ormanlar, yalnızca biyolojik çeşitliliği korumakla kalmaz, aynı zamanda iklim düzenlemesi, su döngülerinin sürdürülmesi ve toprak erozyonunun önlenmesi gibi kritik fonksiyonlar da üstlenir. Özellikle, ormanlar, karbon emilimi konusunda önemli bir rol oynayarak, atmosferdeki karbondioksit seviyelerinin dengelenmesine katkıda bulunur. Bu nedenle, ormanlar doğal çevrenin korunmasında temel bir yapı taşı haline gelmiştir.

Günümüzde, ormanlar iklim değişikliği ile mücadelede stratejik bir öneme sahip olup, doğal kaynakların daha verimli ve sürdürülebilir biçimde kullanılmasına olanak tanımaktadır. Örneğin, ormanların sağladığı karbon yutak işlevi, küresel ısınmanın etkilerini hafifletmek için kritik bir mekanizmadır (Tiebel ve ark., 2021). Ancak bu değerli ekosistemler, insan müdahaleleri nedeniyle ciddi tehditler altındadır. İnsan faaliyetleri, ormanların mevcut sağlığını tehlikeye atmakta; iklim değişikliği, ormancılığa dayalı ekonomik faaliyetler, aşırı tarımsal uygulamalar, kentsel genişleme ve kirlilik gibi unsurlar, ormanların bütünlüğünü zedeleyen başlıca etmenler arasında yer almaktadır.

İklim değişikliği, orman ekosistemlerinde olumsuz bir dengenin ortaya çıkmasına yol açmakta ve ormanları hem karbondioksit kaynağı hem de karbon yutak konumuna sürüklemektedir (IPCC, 2021). Bu durum, sürdürülebilir orman yönetimi ilkelerinin önemini artırmaktadır. Sürdürülebilir yönetim

stratejileri, ormanların ekosistem hizmetlerini maksimize etmeyi ve yerel toplulukların ekonomilerine katkıda bulunmayı hedefler. Aynı zamanda, bu yaklaşımlar ormanların doğal yapısını koruyarak, çevresel hizmetlerin sürekliliğini sağlamaya destek olur. Bu bağlamda, toplumların ormanların korunması ve yönetilmesine yönelik duyarlılığının artırılması, doğa ile uyumlu bir gelecek için hayati öneme sahiptir.

Sonuç olarak, ormanların korunmasının sadece ekolojik dengeyi sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda iklim değişikliğiyle başa çıkmak için de elzem olduğu unutulmamalıdır. Bu çalışmanın amacı, ormanların sağlığını korumanın, uzun vadeli ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliği ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı etkin bir mücadele sağlamak için önemli bir gereklilik olduğunu vurgulamaktır. Bu nedenle, bütün paydaşların, yurttaşlardan hükümetlere kadar, ormanların korunması ve yönetilmesine yönelik ortak bir çaba içerisinde olması gerekmektedir. Ormanların korunmasına yönelik atılacak adımlar hem mevcut nesillerin hem de gelecek kuşakların sürdürülebilir bir çevrede yaşaması için kritik öneme sahiptir. Bu çalışma, aynı zamanda sürdürülebilir orman yönetiminin önemini ve bu süreçte benimsenmesi gereken en iyi uygulamaları ortaya koyarak, toplulukları ve politika yapıcıları bilgilendirmeyi amaçlamaktadır.

2. ORMAN EKOSİSTEMLERİNİN İŞLEVLERİ

Ormanlar, yalnızca doğal güzellikleriyle değil, aynı zamanda sundukları ekosistem hizmetleri ile de insan yaşamında kritik bir rol oynamaktadır. Bu yeşil kaplamaların sağladığı faydalar, ekolojik dengeyi korumanın yanı sıra, insanların günlük yaşamları üzerinde derin bir etki uygular. Ormanların sunduğu hizmetler arasında, atmosferden karbon dioksit emerek iklim değişikliği ile mücadeleye katkıda bulunmaları, yeraltı su kaynaklarını beslemeleri ve yönetmeleri, toprak erozyonunu önleyip, besin maddelerinin zenginleşmesini sağlamaları gibi işlevler yer alır (Durance & Rmerod, 2007; Choudhary ve ark., 2024). Ayrıca, ormanlar çeşitli canlıların barınma alanı olarak biyolojik çeşitliliğin korunmasında eşsiz bir rol üstlenirken, oksijen üretimiyle de yaşamın devamı için hayati bir destek sunar. Bunun yanı sıra, orman ekosistemleri, insanların rekreasyon ihtiyacını karşılayarak ruhsal huzur bulmalarına ve doğayla bütünleşmelerine olanak tanır (Masum ve ark., 2021). Aynı zamanda, yerel toplulukların ekonomik yapılarına katkıda bulunarak, sürdürülebilir kaynak kullanımı için temel teşkil eden hizmetler sunarlar. Bu nedenle, ormanların sağladığı ekosistem hizmetleri, insanların sosyal, kültürel ve ekonomik hayatlarının her alanında vazgeçilmez bir yere sahiptir. Bu hizmetler aşağıda sıralanmış olup açıklanmaya çalışılmıştır.

2.1. Karbon Depolama

Ormanlar, fotosentez süreci aracılığıyla büyük miktarda karbondioksiti emerek, atmosferin karbondioksit seviyelerini dengelemeye yönelik kritik bir rol üstlenirler. Bu süreç, ağaçların yapraklarındaki klorofil sayesinde gerçekleşir; güneş ışığını kullanarak havadan karbondioksiti alır ve bunu besin maddelerine dönüştürür. Yapılan bilimsel bir çalışma, dünya genelindeki ormanların toplamda yıllık yaklaşık 2,6 milyar ton karbondioksit emdiğini ortaya koymaktadır (Wanlong & Liu, 2019). Bu inanılmaz miktardaki emisyon, ormanların iklim düzenlemesi üzerindeki etkisini gözler önüne sermekte ve küresel ısınmanın etkilerini hafifletmenin yanı sıra, temiz bir hava sağlamak için de hayati bir önem taşımaktadır. Ormanların karbondioksit emme kapasitesi, bu doğal ekosistemlerin sürdürülebilirliği ve sağlığının korunmasının, iklim değişikliği ile mücadelede neden bu denli elzem olduğunu açıkça göstermektedir. Böylece, ormanlar sadece birer doğal kaynak değil, aynı zamanda geleceğimizi korumak için hayati birer müttefik haline gelirler.

2.2 Biyolojik Çeşitlilik

Ormanlar, dünya üzerindeki tüm biyoçeşitliliğin yaklaşık %80'ini barındırarak, doğal yaşamın zenginliğini en iyi ifade eden habitatlar arasında yer almaktadır. Bu yeşil alanlar, farklı bitki ve hayvan türlerinin bir arada yaşadığı karmaşık ve dinamik bir ağ oluşturur. Orman ekosistemleri, türler arasında gözetilen çok yönlü etkileşimlerle doludur; her bir bitki, hayvan ve mikroorganizmalar, birbirleriyle uyumlu bir şekilde etkileşerek ekosistem dengesini koruma görevini üstlenir. Özellikle, ağaçların sağladığı gölgelik, altındaki bitki örtüsünün gelişimine olanak tanırken, hayvanlar için de barınak ve besin kaynağı oluşturur. Bu döngü, ormanların sadece ekolojik çeşitliliği değil, aynı zamanda ekosistem hizmetlerini de artırır (Bastian., 2013). Sonuç olarak, ormanlar biyoçeşitliliği desteklemekte, iklim düzenlemesine yardımcı olmakta ve gezegenin sağlığının korunmasında hayati bir rol oynamaktadır.

2.3. Su Yönetimi

Orman ekosistemleri, su döngüsünün düzenlenmesi ve sürdürülebilir su kaynaklarının yönetimi açısından temel bileşenler arasında yer alır. Ağaçların kök sistemleri sayesinde suyun toprak içine sızması kolaylaşmakta, yüzeysel akışlar minimize edilmekte ve yer altı su rezervlerinin yenilenmesi sağlanmaktadır (Calder, 2007). Bu özellikleri sayesinde ormanlar, özellikle yüksek yağış alan bölgelerde taşkın kontrolü, erozyon önleme ve su kalitesinin korunması gibi çok yönlü işlevler üstlenmektedir (Ellison ve ark., 2017).

Ağaçlar, yağış sonrası suyu toprakta tutarak buharlaşma yoluyla atmosfere yeniden salınımını sağlar. Bu süreç, evapotranspirasyon olarak adlandırılmakta ve atmosferik nem dengesinin sağlanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Nemin artışı, lokal ölçekte yağış oluşumunu destekleyerek, bölgesel hidrolojik döngülerin devamlılığını sağlar (Bonan, 2008). Özellikle tropikal ve ılıman kuşak ormanlarında, bu döngü daha belirgindir ve mikroklima koşullarının sürekliliği açısından belirleyicidir (Spracklen ve ark., 2012).

Ormanlar aynı zamanda su kalitesinin korunmasında da büyük rol oynar. Bitki örtüsü, toprak yüzeyine düşen yağmur damlalarının şiddetini azaltarak toprak yapısının bozulmasını engeller ve bu sayede sediment taşınması en aza indirilir. Ayrıca, orman altı bitki örtüsü ve organik madde katmanı, kirleticilerin süzülmesini sağlayarak yer altı ve yüzey sularının kalitesini artırır (Neary ve ark., 2009). Bu süreçler, içme suyu temini için önemli olan havzaların korunmasında vazgeçilmezdir.

Kuraklık koşullarında dahi, ormanlar topraktaki nemin korunmasına yardımcı olarak ekosistemlerin dirençli kalmasını sağlar. Bu yönüyle, iklim değişikliği bağlamında ormanların su kaynakları üzerindeki düzenleyici etkisi, daha da büyük önem kazanmaktadır. Yapılan araştırmalar, ormansızlaşmanın yağış rejimini olumsuz etkilediğini, yer altı su seviyelerinde düşüşe ve kuraklık riskinde artışa neden olduğunu ortaya koymaktadır (Van der Ent ve ark., 2010).

Sonuç olarak, ormanların hidrolojik döngüdeki temel rolleri; suyun toprakta tutulması, yer altı su kaynaklarının beslenmesi, atmosferik nemin düzenlenmesi ve su kalitesinin korunmasıdır. Bu nedenle, ormanların korunması ve sürdürülebilir orman yönetimi politikalarının uygulanması, sadece doğal yaşamı değil, aynı zamanda insan topluluklarının uzun vadeli su güvenliğini sağlamak açısından da kritik bir zorunluluktur.

2.4. Toprak Koruma

Orman kök sistemleri, toprak erozyonunu önemli ölçüde azaltarak tarım arazilerinin verimliliğini artırmada kritik bir rol oynar. Ağaçların kökleri, toprağın derinliklerine inerek, toprağı sıkı bir şekilde tutar ve yağmur sularının yüzeyden akarak istenmeyen şekilde erozyona neden olmasını engeller. Örneğin, bir ormanın bulunduğu arazide, şiddetli yağışlar sonrası dalgalar halinde suyun topraktan sürüklenmesi yerine, kökler sayesinde su toprağa derinlemesine sızar. Bu, tarım yapılacak alanların korunmasına ve bu bölgelerdeki besin maddelerinin kaybının önlenmesine yardımcı olur (Horne, 2004).

Ayrıca, orman kök sistemleri toprak kalitesinin sürdürülebilir bir şekilde korunmasına da katkıda bulunur. Ağaçlar, yaprak dökümü yoluyla toprağa organik madde eklerken, bu maddeler tabanda humus ve besin elementleri oluşturur. Bu besin maddeleri, tarım arazilerinin verimliliği için elzemdir (Coutts ve ark 2019). Örneğin, bir çiftlikte, ormanlık bir alanın kenarında yetiştirilen sebzeler, ormanın sağladığı doğal gübreleme sayesinde daha sağlıklı ve verimli bir şekilde büyüyebilir.

Dolayısıyla, orman kök sistemlerinin tarım üzerinde yarattığı bu olumlu etkiler, tarım pratiğinin sürdürülebilirliğini artırırken, aynı zamanda çevresel dengeyi koruma çabalarına da önemli bir katkıda bulunur. Bu bakımdan, ormanların korunması, sadece doğal zenginlikleri değil, insan yaşamının temelini oluşturan tarımsal üretkenliği de güvence altına alır.

2.5. Ekonomik Fayda

Ormanlar, yalnızca doğal güzellikleriyle değil, aynı zamanda insanların yaşamları için hayati öneme sahip çeşitli hammadde kaynaklarıyla da zenginleşmektedir. Odun, bu kaynakların en bilinenidir; inşaat sektöründen mobilya yapımına kadar geniş bir yelpazede kullanılmakta ve önemli bir ekonomik değer taşımaktadır. Örneğin, yerel zanaatkarlar, ormanların sağladığı kaliteli ahşapla güzel ve dayanıklı ürünler tasarlayarak hem maddi kazanç sağlamakta hem de yerel kültürü yaşatmaktadır.

Ayrıca, meyve ağaçları veya orman altı bitkileri gibi diğer ürünler, yerel halk için ek gelir imkanı sunar. Özellikle organik meyve ve sebzelerin talebinin arttığı günümüzde, ormanlar doğal tarımsal üretim için bir kaynak niteliği taşır. Reçine üretimi de başka bir örnektir; çam ağaçlarından elde edilen reçine, hem endüstriyel uygulamalarda hem de doğal sağlık ürünlerinde kullanılan değerli bir hammaddedir (Durmaz ve ark, 2024).

Bunun yanı sıra, ormanlar ekoturizm gibi alternatif gelir kaynaklarının gelişiminde de önemli bir rol oynamaktadır. Doğal güzellikleri ve biyoçeşitliliği ile dikkat çeken ormanlar, yerli ve yabancı turistleri çekerek yerel ekonomilere katkıda bulunur. Doğa yürüyüşleri, kuş gözlemciliği ve fotoğraf safarileri gibi etkinlikler hem çevre bilincinin artmasına hem de toplulukların gelir elde etmesine olanak tanır. Örneğin, bir orman bölgesinde yürütülen ekoturizm faaliyetleri, bölge halkının istihdam sağlamasına ve yerel işletmelerin büyümesine katkıda bulunarak dolaylı olarak ormanın korunmasına teşvik oluşturur.

3. TEHDİTLER VE KORUMA STRATEJİLERİ

Ormanların karşılaştığı tehditler arasında iklim değişikliği, ormansızlaşma, kirlilik ve soykırım, aşırı tarımsal faaliyetler, doğal felaketler gibi faktörler büyük rol oynamaktadır. Ormanlar, birçok doğal ve antropojenik (insan kaynaklı) tehditle karşı karşıyadır. Bu tehditler, orman ekosistemlerinin sağlığını, biyoçeşitliliğini ve sürdürülebilirliğini tehdit ederek, insan hayatı üzerinde de olumsuz etkiler yaratmaktadır (Hermy & Verheyen., 2007; Vizzarri ve ark., 2015). Bu tehditlerin karşısında elbette

bunları en aza indirmek veya tamamen ortadan kaldırmaya yönelik olarak çeşitli koruma stratejileri geliştirilmiştir.

3.1. Tehditler

Ormanlar, birçok doğal ve antropojenik (insan kaynaklı) tehditle karşı karşıyadır. Bu tehditler, orman ekosistemlerinin sağlığını, biyoçeşitliliğini ve sürdürülebilirliğini tehdit ederek, insan hayatı üzerinde de olumsuz etkiler yaratmaktadır. İşte ormanların karşılaştığı bazı başlıca tehditler:

- **Ağaç Kesimi ve Kırılgan Orman Yönetimi**: Sürdürülebilir olmayan ormancılık uygulamaları, ormanların yok olmasına ve doğal habitatların parçalanmasına neden olur. Yasal ve yasadışı ağaç kesimi, orman örtüsünün azalmasına yol açarak biyoçeşitliliği tehdit eder.
- **Tarım ve Kentsel Genişleme**: Tarım arazilerinin genişlemesi ve kentsel alanların artması, ormanların kesilmesi ve parçalanması ile sonuçlanır. Bu durum, doğal yaşam alanlarının tahrip edilmesine ve toprağın verimliliğinin azalmasına neden olmaktadır.
- **İklim Değişikliği**: İklim değişikliği, orman ekosistemlerini etkileyen en büyük tehditlerden biridir. Artan sıcaklıklar, değişen yağış rejimleri ve doğal afetlerin sıklığı, ormanların sağlığını tehdit ederek orman yangınları ve zararlılar için elverişli ortamlar oluşturur.
- **Orman Yangınları**: Doğal sebeplerle veya insan faktörleriyle oluşan orman yangınları, geniş ağaç alanlarını yok edebilir ve ekosistem dengesini bozabilir. Yangın sonrası, toprağın erozyona uğraması ve su döngüsünün etkilenmesi gibi sorunlar ortaya çıkabilir.
- **Zararlılar ve Hastalıklar**: Ormanları tehdit eden böcekler, mantarlar ve diğer patojenlerin yayılması, ağaçların sağlığını tehlikeye atar. Zararlı organizmalar, özellikle stres altındaki ağaçları hedef alarak büyük zararlar verebilir.
- **Kirlilik**: Hava ve su kirliliği, ormanların ekosistem sağlığını tehdit eden önemli faktörlerdir. Kimyasal pestisitlerin kullanımı, hava kirliliği ve endüstriyel atıklar, ormanların yaşamsal süreçlerini olumsuz etkiler.
- **Yerli Halkların Haklarının İhlali:** Ormanların bulunduğu bölgelerdeki yerel topluluklar, kendi geleneksel yaşam tarzlarını koruma hakkına sahiptir. Ancak, ormanların yönetimine ve kullanımına dair alınan kararlar çoğu zaman bu toplulukların haklarını göz ardı edebilir, bu da sosyal ve ekonomik sorunlara yol açar.

Bu tehditlerin üstesinden gelmek, ormanların korunması için gerekli stratejilerin geliştirilmesi ve uygulanması açısından büyük bir önem taşır. Sürdürülebilir ormancılık uygulamaları, toplulukların bilinçlenmesi ve doğal kaynakların yönetimi, ormanların geleceğini koruma noktasında kritik rol oynamaktadır.

3.2. Koruma Stratejileri

Ormanların karşılaştığı tehditlerle başa çıkmak ve bu değerli ekosistemleri korumak için bir dizi koruma stratejisi geliştirilmiştir. Bu stratejilerin başarısı, bilimsel araştırmalar ve uygulamalar sayesinde mümkün olmaktadır (Buchwald, 2005; Walter, 2009; CBD-UNESCO, 2014). İşte bu tehditlere karşı geliştirilen bazı koruma stratejileri:

- **Sürdürülebilir Orman Yönetimi:** Sürdürülebilir ormancılık, ağaç kesimi ve orman kullanımı ile ekosistem sağlığını dengelemeyi amaçlar. Bu yaklaşım, ağaçların yenilenme hızının göz önünde bulundurulması, ağaç çeşitliliğinin artırılması ve ekosistem hizmetlerinin korunmasına yönelik planlar içermelidir. Örneğin, ormanlarda yapılan kesimlerin belirli bir oranda

sınırlanması ve belirli periyotlarla gerçekleştirilmesi, ormanın biyolojik çeşitliliği ve sağlığını korumak için gereklidir.

- **Koruma Alanlarının Oluşturulması**: Yerel ya da ulusal düzeyde koruma alanları ve milli parklar kurarak, ormanların tahrip edilmeden korunması hedeflenir. Bu alanlarda insan faaliyetleri sınırlanarak, doğal yaşamın devamına olanak sağlanır. Koruma bölgeleri, biyoçeşitliliğin korunmasına ve araştırmalara olanak tanır.
- **Ekoturizm Gelişimi**: Ekoturizm, çevre dostu turizm uygulamalarını teşvik ederken, yerel ekonomik faydalar sağlamayı da amaçlar. Doğal alanların korunması ve sürdürülebilir kullanımını destekleyerek, yerel halkın bu alanların korunmasında aktif bir rol almasını sağlar. Bu yaklaşım, hem biyoçeşitliliği koruma hem de toplulukların gelir kaynaklarını çeşitlendirme açısından önem taşır.
- **Eğitim ve Bilinçlendirme Programları**: Ormanların korunması konusunda halkın bilinçlendirilmesi, koruma stratejilerinin etkili bir şekilde uygulanması için kritik önemdedir. Toplumun, ekosistemlerin değerini anlaması ve koruma çabalarına katılması sağlanmalıdır. Eğitim programları, özellikle genç nesillere yönlendirilerek, doğa koruma bilinci oluşturulabilir.
- **Zararlı Organizmalara Karşı Mücadele**: Ağaçların sağlığını tehdit eden zararlılar ve hastalıklarla mücadele için biyolojik ve entegre zararlı yönetimi (IPM) stratejileri uygulanabilir. Örneğin, zararlı böceklerin doğal düşmanları olan predatörlerin veya parazitlerin kullanılması, kimyasal pestisit kullanımını azaltarak daha sürdürülebilir bir yaklaşım sağlar.
- **İklim Değişikliğiyle Mücadele**: Ormanların iklim değişikliğine karşı dayanıklılığını artırmak için, biyoçeşitlik ve ekosistem işlevlerinin korunmasına yönelik stratejiler geliştirilebilir. Örneğin, iklim değişikliği senaryolarına göre uygun ağaç türlerinin seçilmesi, orman ekosistemlerinin adaptasyonunu kolaylaştırır.
- **Yerel Topluluklarla İşbirliği**: Yerel halkların orman yönetim süreçlerine dâhil edilmesi, koruma çabalarının benimsenmesini artırır ve toplulukların bu süreçlere katkı sunmasını sağlar. Yerel bilgi ve geleneksel uygulamalar, koruma stratejilerinin geliştirilmesi ve uygulanmasında önemli bir kaynak olabilir.

Bu stratejilerin etkin bir şekilde uygulanması, ormanların korunması ve ekosistem hizmetlerinin sürekliliği için kritik öneme sahiptir. Bilimsel araştırmalar ve uygulamalar, bu stratejilerin etkinliğini değerlendirmek ve geliştirmek için temel bir rol oynamaktadır.

4. TEKNOLOJİK YENİLİKLER

Ormanların yönetiminde teknolojik gelişmeler, sürdürülebilirlik, verimlilik ve etkinlik açısından önemli değişimlere yol açmaktadır. Bu teknolojiler, orman ekosistemlerinin korunması, yönetimi ve izlenmesi konularında büyük avantajlar sağlamaktadır (Sykes & Prentice, 1995; Kellomaki ve ark., 2005; Dudgeon ve ark, 2006; Brockerhoff ve ark., 2017; Fidanboy ve ark, 2022; Coşkun Hepcan ve ark, 2024). İşte orman yönetiminde kullanılan bazı temel teknolojiler:

- **Uzaktan Algılama:** Uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları gibi uzaktan algılama teknolojileri, geniş orman alanlarının izlenmesine ve değerlendirilmesine olanak tanır. Bu yöntemler, ormanların sağlık durumunu, biyokütle miktarını, ağaç yoğunluğunu ve biyoçeşitliliği belirlemek için kullanılabilir. Uzaktan algılama, özellikle büyük ölçekli ekosistem değişimlerini hızlı bir şekilde değerlendirmek için etkilidir.
- **Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS):** CBS, orman yönetiminde mekânsal verilerin toplanması, analizi ve görselleştirilmesi için kullanılır. Ormanların haritalanması, kaynak tahsisinin yapılması ve karar alma süreçlerinin optimizasyonu için önemlidir. Bu sistemler, ormanların

sağlık durumu, biyolojik çeşitlilik, tehditler ve koruma stratejileri hakkında değerli bilgiler sağlar.

- **Dron Teknolojisi**: Dronlar, ormanların havadan izlenmesi için kullanılan yenilikçi araçlardır. Bu cihazlar, ağaçların büyüklüğünü, sağlığını ve yoğunluğunu belirlemek amacıyla yükseklik ve yoğunluk gibi verileri toplamak için kullanılabilir. Ayrıca, yangın izleme ve orman zararlılarının tespiti gibi görevlerde de etkili bir şekilde kullanılır.
- **Sensör Teknolojileri**: Toprak, hava ve su kalitesini izlemek için çeşitli sensörler kullanılmaktadır. Bu sensörler, ormanların canlılığını, nüfus yoğunluğunu ve çevresel koşulları sürekli olarak izleyebilir. Bu tür bilgiler, orman yönetimi kararlarının almak için hayati öneme sahiptir. Örneğin, nem sensörleri, kuraklık dönemlerinde ormanların su ihtiyacını belirlemek için kullanılabilir.
- **Veri Analitiği ve Yapay Zeka**: Büyüyen veri kümesi ile birlikte, veri analitiği ve yapay zeka (YZ) uygulamaları, orman yönetiminde daha iyi tahminler ve kararlar alınmasına olanak tanır. YZ, biyolojik verilerin analiziyle orman sağlığı, iklim değişikliği etkileri ve zararlı popülasyonları hakkında tahminlerde bulunabilir. Böylece, yönetim stratejileri daha verimli hale getirilebilir.
- **Mobil Uygulamalar**: Mobil teknolojiler, orman yöneticilerine ve saha ekiplerine verimlilik sağlamaktadır. Arazi ölçümleri, izleme ve veri toplama işlemleri, mobil uygulamalar aracılığıyla hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilir. Bu uygulamalar, saha verimliliğini artırarak karar verme süreçlerini hızlandırır.
- **Hidrolojik Modelleme ve Simülasyon Yazılımları:** Orman ekosistemlerinin su döngüsü ve hidrolojik süreçlerinin modellenmesi, su yönetimi için kritik bir role sahiptir. Bu yazılımlar, orman yönetiminin ve su kaynaklarının korunmasının planlanmasında yardımcı olur.

Bu teknolojik gelişmeler, ormanların daha etkili, sürdürülebilir ve bilimsel bir yaklaşımla yönetilmesine olanak tanır. Ayrıca, çevresel tehditlerin erken tespiti ve yönetimi noktasında ciddi avantajlar sunar, dolayısıyla ormanların korunmasına ve ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliğine büyük katkı sağlamaktadır.

5. SONUÇ

Orman ekosistemlerinin yönetimi ve korunması, günümüzün en hayati çevresel meselelerinden biri haline gelmiştir. Bu çalışmada, orman ekosistemlerinin sağladığı ekosistem hizmetleri, biyoçeşitlilik üzerindeki etkileri ve sürdürülebilir yönetim stratejileri detaylı bir biçimde incelenmiştir. Araştırmalar, ormanların sadece odun, kâğıt ve diğer orman ürünleri gibi ekonomik kaynaklar sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda karbon depolama, su döngüsünün düzenlenmesi, erozyon kontrolü ve habitat sağlama gibi kritik ekosistem hizmetleri sunduğunu göstermektedir.

Ormanların yönetimi ve korunması için geliştirilen stratejilerin etkinliği, yerel toplulukların katılımıyla artmaktadır. Örneğin, yerel halkların orman yönetim süreçlerine dahil edilmesi hem bilgi birikimlerinden yararlanılmasını sağlamakta hem de toplulukların doğal kaynaklara olan bağlılıklarını artırmaktadır. Bu bağlamda, "Topluluk Bazlı Orman Yönetimi" (TBOM) yaklaşımlarının başarı örnekleri, dünya genelinde farklı coğrafyalarda karşımıza çıkmaktadır. Özellikle, Brezilya'nın Amazon bölgesinde uygulanan yerel yönetim modelleri, sürdürülebilir orman yönetimi ve koruma çalışmaları açısından önemli örnekler sunmaktadır.

Ayrıca, iklim değişikliği ile mücadele bağlamında, ormanların rolü giderek önem kazanmaktadır. Ormanlar, atmosfere salınan karbondioksiti emme kapasitesiyle iklim değişikliğine karşı bir tampon

işlevi görmektedir. İlgili literatürde, bu yönüyle ormanların korunmasının, küresel ısınmanın etkilerinin azaltılmasında kritik bir strateji olduğu vurgulanmaktadır. Örneğin, Uluslararası Orman Araştırmaları Merkezi'nin (CIFOR) çalışmaları, ormanların iklim değişikliğiyle mücadelede oynadığı rolü ve bunun yanında yerel topluluklar için sağladığı ekonomik fırsatları detaylandırmaktadır.

Sonuç olarak, orman ekosistemlerinin yönetimi, multidisipliner bir yaklaşım gerektirmektedir. Ekolojik, ekonomik ve sosyal boyutların entegrasyonu, ormanların sağlıklı bir şekilde geleceğe taşınabilmesi için esastır. Kamu politikalarının, özel sektör yatırımlarının ve sivil toplum kuruluşlarının iş birliği içinde çalışarak geliştirilecek stratejiler, ormanların sürdürülebilirliğini sağlamak için kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda, daha fazla araştırma ve yenilikçi uygulamaların teşvik edilmesi, ormanların korunmasına yönelik küresel çabaların temel direklerinden biri olacaktır. Dolayısıyla, ormanların gelecek nesillere sağlıklı bir şekilde aktarılması, sadece çevresel bir gereklilik değil, aynı zamanda sosyal ve ekonomik bir zorunluluk haline gelmiştir.

KAYNAKLAR

Bastian, O. 2013. The role of biodiversity in supporting ecosystem services in Natura 2000 sites. Ecological Indicators 24: 12-22 https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.05.016.

Bonan, G. B. 2008. Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. *Science*, 320(5882), 1444–1449. https://doi.org/10.1126/science.1155121

Brockerhoff, E. G., Barbaro, L., Castagneyrol, B., Forrester, D. I., Gardiner, B., González-Olabarria, J. R., ... & Jactel, H. 2017. Forest biodiversity, ecosystem functioning and the provision of ecosystem services. Biodiversity and Conservation, 26, 3005-3035.

Buchwald, E. 2005. A hierarchical terminology for more or less natural forests in relation to sustainable management and biodiversity conservation. In: Proceedings: Third expert meeting on harmonizing forest-related definitions for use by various stakeholders. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 17–19 January 2005.

Calder, I. R. 2007. Forests and water—Ensuring forest benefits outweigh water costs. *Forest Ecology and Management*, 251(1–2), 110–120. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.06.015

CBD-UNESCO. 2014. Florence declaration on the links between biological and cultural diversity. Florence. https://www.cbd.int/portals/culturaldiversity/docs/2104041 0-declaration-florence-en.pdf.

Choudhary, B., Dhar, V., & Pawese, A.S. 2024. Blue carbon and the role of mangroves in carbon sequestration: Its mechanisms, estimation, human impacts and conservation strategies for economic incentives. Journal of Sea Research. 199: 1-22. https://doi.org/10.1016/j.seares.2024.102504

Coutts, C., Holmes, T., & Jackson, A. 2019. Forestry Policy, Conservation Activities, and Ecosystem Services in the Remote Misuku Hills of Malawi. Forests, 10(12), 1056-1056. DOI: https://doi.org/10.3390/f10121056

Dudgeon, D., Arthington, A. H., G Essner , M. O., K Awabata ,Z.-I., K Nowler , D. J., Leveque, C., Naiman, R. J., P Rieur-Richard, A. -H., Soto, D., Stiassny, L. J., & Sullivan, C. A., 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation. Biological Reviews 81, 163–182.

Durance, I., & O Rmerod, S. J., 2007. Climate change effects on upland stream macroinvertebrates over a 25-year period. Global Change Biology 13, 942–957.

Durmaz, A., İncilay Torunoğlu, E., Aydın, B., & Aytar, E.C. 2024. Need for biodiversity conservation and conservation strategies. Biodiversity Loss Assessment for Ecosystem Protection, 167-187. DOI: https://doi.org/10.4018/979-8-3693-3330-3.ch010

Ellison, D., Morris, C. E., Locatelli, B., Sheil, D., Cohen, J., Murdiyarso, D., ... & Gaveau, D. 2017. Trees, forests and water: Cool insights for a hot world. *Global Environmental Change*, 43, 51–61. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.01.002

FAO, 2020. Global Forest Resources Assessment 2020. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Fidanboy, M., Adar, N., & Okyay, S. 2022. Derin öğrenmeye dayalı orman yangını tahmin modeli geliştirilmesi ve Türkiye yangın risk haritasının oluşturulması. 9 (2): 206-218. https://doi.org/10.17568/ogmoad.

Hepcan, ÇC., Çakmak, MH., & Tüfekcioğlu, İ. 2024. The use of EUNIS habitat classification to assess ecosystem services capacity: the case of Mamak district (Ankara, Türkiye). Journal of Agriculture Faculty of Ege University, 61(1), 31-45. DOI: https://doi.org/10.20289/zfdergi.1342347

Hermy, M., & Verheyen, K., 2007. Legacies of the past in the present-day forest biodiversity, a review of past land-use effects on forest plant species composition and diversity. Ecol. Res. 22 (3), 361–371. https://doi.org/10.1007/s11284-007-0354-3.

Horne, P. 2004. Forest owners' acceptance of incentive-based policy instruments in forest biodiversity conservation - A choice experiment-based approach. 00000, 40(1). DOI: https://doi.org/10.22004/ag.econ.59365

IPCC, 2021. Climate Change 2021: The Physical Science Basis . Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

Kellomaki, S., Strandman, H., Nuutinen, T., Peltola , H.,Korhonen, K. T., & Vaisanen, H. 2005. Adaptation of forest ecosystems, forests and forestry to climate change. FinnishEnvironment Institute Mimeographs 334, 1–44.

Masum, K. M., Islam, M. S., Parvej, M., Abdullah-Al-Mamun, M. M., & Arfin-Khan, M. A. S. 2020. Biodiversity comparison between forest-protected and forest-reserved areas in Bangladesh in context of co-management for conservation. Forestist, 22, September 2020.

Neary, D. G., Ice, G. G., & Jackson, C. R. 2009. Linkages between forest soils and water quality and quantity. *Forest Ecology and Management*, 258(10), 2269–2281. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.05.027

Spracklen, D. V., Arnold, S. R., & Taylor, C. M. 2012. Observations of increased tropical rainfall preceded by air passage over forests. *Nature*, 489(7415), 282–285. https://doi.org/10.1038/nature11390

Sykes, M. T., & Prentice, I. C., 1995. Boreal forest futures: Modelling the controls on tree species range limits and transient responses to climate change. Water, Air and Soil Pollution 82, 415–428

Tiebel, M., Mölder, A., & Plieninger, T. 2021. Small-scale private forest owners and the European Natura 2000 conservation network: perceived ecosystem services, management practices, and nature conservation attitudes. European Journal of Forest Research, 140(6), 1515-1531. DOI: https://doi.org/10.1007/s10342-021-01415-7

Van der Ent, R. J., Savenije, H. H. G., Schaefli, B., & Steele-Dunne, S. C. 2010. Origin and fate of atmospheric moisture over continents. *Water Resources Research*, 46(9). https://doi.org/10.1029/2010WR009127

Vizzarri, M., Tognetti, R., & Marchetti, M. 2015. Forest Ecosystem Services: Issues and Challenges for Biodiversity, Conservation, and Management in Italy. Forests, 6(6), 1810-1838. DOI: https://doi.org/10.3390/f6061810

Walter, P. 2009. Local knowledge and adult learning in environmental adult education: community-based ecotourism in southern Thailand. Int. J. Lifelong Educ. 28 (4), 513–532. https://doi.org/10.1080/02601370903031363.

Wanlong, S., & Liu, X. 2019. Review on carbon storage estimation of forest ecosystem and applications in China. Forest Ecosystems, 7(1).

GELİŞMEKTE OLAN PİYASALARIN YEŞİL FİNANS YOLCULUĞU: BRICS-T ÜLKELERİ ÜZERİNE BİR LİTERATÜR TARAMASI*

Gülsevim Terzi[1]
Sümeyra Gazel[2]

Özet

Sürdürülebilir finans, bir kuruluşun stratejisine, yönetimine, faaliyetlerine ve işlemlerine çevresel, sosyal ve yönetişim (ESG) faktörlerinin dahil edilmesi ve sürdürülebilir ekonomik, çevresel ve sosyal hedeflerin finanse edilmesi olarak ifade edilmektedir. Sürdürülebilir finans sistemine geçiş artık kritik bir önem taşımaktadır. Bu nedenle, giderek artan sayıda ülke, ekonomik toparlanmayı teşvik etmek ve finansal direnci artırmak için sürdürülebilir finansı kaldıraç olarak kullanmaktadır. Farklı piyasa koşulları ve kültürel faktörler nedeniyle ESG yatırım stratejilerinin performansı değişkenlik gösterebilmektedir. Özellikle gelişmekte olan piyasalarda, ekonomik büyüme ve kalkınma hedefleri ile sosyal ve çevresel kaygılar arasında denge kurma ihtiyacı, ESG konularını daha fazla ön plana çıkarmaktadır. Bu bağlamda, BRICS-T ülkeleri (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika ve Türkiye), gelişmekte olan ekonomiler arasında önemli bir yere sahiptir. Bu ülkeler, sürdürülebilir finans politikalarını geliştirerek, küresel ekonomide yeşil dönüşümü desteklemekte ve bu alanda öncü adımlar atmaktadır. Bu çalışma, ulusal ve uluslararası akademik literatürü temel alarak BRICS-T ülkelerinin sürdürülebilir finans alanındaki teorik gelişimlerini incelemeyi ve bu konuda bir literatür incelemesi gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır. Literatür incelemesi sonuçlarına göre gelişmekte olan ülkelerin sürdürülebilir finans yolculuklarında önemli yol katetseler de her ülkenin kendine has zorluklarının olduğu ve gelişimlerinin devam edebilmesi için bu zorluklarla mücadele etmeleri gerektiği anlaşılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Finans, BRICS-T, ESG, Kurumsal Sürdürülebilirlik, Sürdürülebilir Yatırım, Yeşil Finans

* Bu bildiri "Sürdürülebilirlik Endeksleri Arasındaki Volatilite Yayılımı: BRICS- T Ülkeleri Üzerine Bir Uygulama" isimli yüksek lisans tezden türetilmiştir.

[1] Gülsevim Terzi (SY), Bozok Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Finans ve Bankacılık Anabilim Dalı Yüksek Lisans Mezunu, https://orcid.org/0009-0001-6698-479X
[2] Sümeyra Gazel, Doç. Dr., Yozgat Bozok Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Finans ve Bankacılık Bölümü,

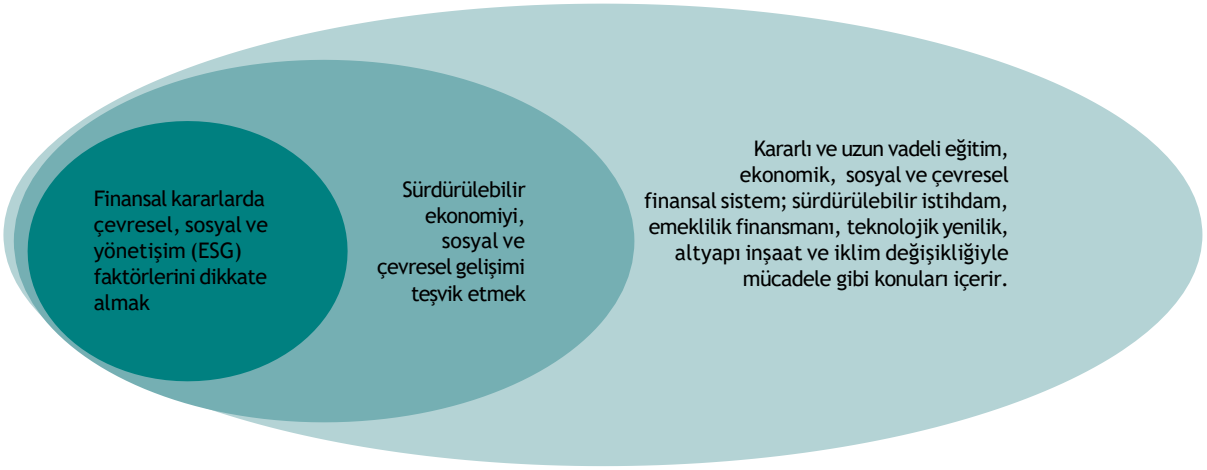
suheyla.gazel@bozok.edu.tr, https://orcid.org/0000-0001-8687-0928

1. Giriş

Sürdürülebilirlik kavramının kökleri 18. yüzyıla kadar uzansa da günümüzdeki modern anlamını 20. yüzyılda kazanmıştır. 1980 yılında Dünya Koruma Stratejisi çerçevesinde sınırlı bir şekilde gündeme gelen bu kavram, asıl çıkışını Birleşmiş Milletlerin desteğiyle kurulan Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun yaptığı tanımla sağlamıştır. O tarihten itibaren, sürdürülebilirlik küresel düzeyde kabul gören ve etkileri yaşamın birçok alanında hissedilen bir yaklaşım haline gelmiştir.

Birleşmiş Milletler bünyesindeki Brundtland Komisyonu sürdürülebilir kalkınma kavramını, "şimdiki neslin kendi ihtiyaçlarını karşılarken, gelecek nesillerin de kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğini tehlikeye atmaması" olarak tanımlamıştır. Sürdürülebilir finansla güçlü bir bağı bulunan bu yaklaşım (Soppe, 2004), şirketlerin çevresel, sosyal ve ekonomik hedeflere yönelik finansal kaynakları verimli şekilde yönlendirebilmelerinin, ancak sürdürülebilirlik ilkelerini operasyonlarına dahil etmeleriyle mümkün olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle sürdürülebilir finans, finansal kriz ve iflas yerine sürdürülebilir ekonomik kalkınmayı; eşitsizlik ve dışlanma yerine sürdürülebilir sosyal kalkınmayı; doğal kaynakların zarar görmesi yerine sürdürülebilir çevresel kalkınmayı teşvik eden bir finansal sistem anlamına gelmektedir (European Commission, 2017). Şekil 1, sürdürülebilir finansın Avrupa Komisyonu tarafından yapılan üç tanımını (içeriğini) göstermektedir.

Şekil 1: Sürdürülebilir Finansın İçeriği



Kaynak: European Commission, 2017

Son yıllarda, iklim değişikliği ve çevresel bozulmayı dikkate almanın aciliyeti artmış ve bu aciliyet sürdürülebilir kalkınma için küresel bir itici güç yaratmıştır. BRICS-T ülkeleri, küresel ekonomik çıktının ve nüfusun önemli bir bölümünü oluşturarak dünya ekonomisinde önemli oyuncular olarak ortaya çıkmıştır (Zhang, Li, ve Xing, 2022). Bununla birlikte BRICS-T ülkelerindeki hızlı ekonomik ilerleme ve yüksek nüfus göz önüne alındığında, enerji tüketimindeki artış kaçınılmazdır (Udeagda ve Ngepah, 2023). Dolayısıyla gelişmekte olan ülkelerin 2030 yılına kadar küresel sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmaları için büyük yatırımlar gerekmektedir (Sustainable Banking and Finance Network [SBFN], 2021). Bu yatırımlar gelişmekte olan ülkeler için kritik bir role sahiptir (Chen vd., 2023).

Sürdürülebilir finans alanında yapılan çalışmalar, genellikle gelişmiş ülkelerdeki uygulamalara odaklanmaktadır. Ancak, son yıllarda BRICS-T ülkelerinin bu alandaki rolü giderek daha fazla dikkat çekmektedir. Örneğin Jana (2022), BRICS-T ülkelerinde sürdürülebilir enerji gelişimini araştırmış ve bu ülkelerdeki yenilenebilir enerji kaynaklarının varlığına rağmen yenilenebilir enerji gelişiminin

yetersiz olduğu sonucuna ulaşmıştır. Lee (2020) tarafından Çin'in sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada sürdürülebilir finansın rolü ve gelişimi anlatılmış ve yeşil finansın önündeki zorluklara öneriler getirilmiştir.

Bu çalışmanın temel amacı, BRICS-T ülkelerinde sürdürülebilir finansın mevcut durumunu, zorluklarını ve fırsatlarını literatür temelinde incelemek ve bu alandaki gelişmeleri analiz etmektir. Bu çalışma, BRICS-T ülkelerinde sürdürülebilir finans alanındaki literatürü analiz ederken üç temel araştırma sorusu etrafında şekillenmektedir. İlk olarak, bu ülkelerde sürdürülebilir finans uygulamalarının mevcut durumu nedir ve bu uygulamalar hangi alanlarda yoğunlaşmaktadır? İkinci olarak, sürdürülebilir finansın gelişimini engelleyen başlıca yapısal ve kurumsal zorluklar nelerdir ve bu engellerin aşılmasına yönelik ne tür stratejiler geliştirilebilir? Üçüncü olarak ise, BRICS-T ülkelerinin sürdürülebilir finans bağlamında geleceğe yönelik potansiyel fırsatları ve bu alandaki dönüşüm perspektifleri nelerdir? Bu sorular doğrultusunda çalışma hem literatürdeki eğilimleri ortaya koymayı hem de politika yapıcılara yol gösterici öneriler sunmayı amaçlamaktadır.

2. Gelişmekte Olan Ülkelerde Sürdürülebilir Finans

Brezilya'nın Sürdürülebilir Finans Gelişimi

Brezilya'nın sürdürülebilir finans çizgisi, özellikle yeşil finans ve yeşil taksonomiler etrafında şekillenmiştir. Ülke, sera gazı emisyonlarının azaltılması, iklim değişikliğiyle mücadele ve orman kaybı riskinin önlenmesi gibi çevresel sorunlara odaklanarak, sürdürülebilir finansman mekanizmalarını geliştirmeye çalışmaktadır. Brezilya Bankaları Federasyonu (FEBRABAN), bu süreçte önemli bir rol oynamış ve finansal kurumların sosyal ve çevresel sorumluluklarını belirleyen kararnameler çıkarmıştır. Yeşil tahvillerin gelişimi desteklenerek, finansal kurumların ve şirketlerin gönüllülük esası ile paylaşılan sürdürülebilirlik raporları zorunlu hale getirilmiştir (SFBN, 2024). Brezilya'nın finansal sistemi, sürdürülebilir finansın teşvik edilmesini amaçlayan kapsamlı düzenlemeler, gönüllü çevresel taahhütler ve sektörel öz denetim mekanizmalarıyla desteklenmektedir (Teixeira vd., 2020). Ülke, sürdürülebilir finansın piyasadaki rolünü güçlendirme yönünde önemli adımlar atmış ve bu alandaki uygulamaların gelişimini teşvik etmiştir. Ancak, profesyonel denetim mekanizmalarının etkinliği, veri güvenilirliği ve şeffaflık düzeyi gibi bazı alanlarda yapısal eksiklikler sürmektedir. Bu zayıf noktaların giderilmesi, sürdürülebilir finans politikalarının daha bütüncül ve etkili bir şekilde hayata geçirilebilmesi açısından kritik öneme sahiptir (Ameri & Nobanee, 2021).

Hindistan'ın Sürdürülebilir Finans Gelişimi

Hindistan, 1970'lerden bu yana küresel çevre sorunlarıyla mücadelede etkin bir rol üstlenmiştir. Birleşmiş Milletler İnsan ve Çevre Konferansı'na katılan tek lider olan Başbakan Gandhi, çevre ve kalkınmanın ortak sorumluluklar çerçevesinde ele alınması gerektiğini vurgulamıştır (Singh & Chyne, 2018). Bu yaklaşım doğrultusunda Hindistan, uluslararası, bölgesel ve çevresel iş birliklerine önem vermiş; Montreal Protokolü, Rio Zirvesi, Kyoto Protokolü ve Paris Anlaşması gibi birçok küresel sürdürülebilirlik girişiminde yer almıştır (Jain, 2024).

Hindistan'ın sürdürülebilir kalkınma süreci, benzersiz fırsatlar ile yapısal zorlukların kesişiminde şekillenen karmaşık bir dinamik sergilemektedir. Bir yanda, nüfusun çeşitliliği, girişimcilik ruhu ve girişimcilerin yeniliklere olan artan ilgisi, sürdürülebilir girişimlerin gelişmesi ve başarılı olması için uygun bir ortam sağlamaktadır. Diğer yandan, kaynak yetersizliği, altyapı sorunları ve karmaşık yasal düzenlemeler gibi önemli engellerle karşı karşıyadır. Bu koşullar altında, sürdürülebilirlik prensiplerinin ekonomik sisteme sorunsuz biçimde uyarlanması güçleşmektedir (Francis & Lokhande, 2023).

Çin'in Sürdürülebilir Finans Gelişimi

Çin, gelişmekte olan ülkeler arasında en büyük ekonomilerden biri olmasına rağmen, aynı zamanda yüksek düzeyde karbon salımı yapan ülkelerden biridir (Luo, 2001; Guan vd., 2018). Bu durum, Çin'e sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşma konusunda önemli sorumluluklar yüklemektedir (Shan vd., 2020; Shan vd., 2019).

Çin, ekonomik büyüklüğü, teknolojik altyapı yatırımları ve yenilikçi kapasitesi sayesinde sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilir finans uygulamalarının gelişimi için ideal bir ortam sunmaktadır. Ülkenin bu alanlardaki liderlik pozisyonu, küresel düzeyde sürdürülebilirlik politikalarının şekillenmesinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Çin'in sürdürülebilir finans alanındaki kararlılığı; yeşil tahvil ihraçları, yeşil yatırım fonlarının oluşturulması ve sürdürülebilir yatırımları teşvik eden düzenleyici çerçevelerin uygulanması gibi somut politika girişimleriyle kanıtlanmıştır (Li vd., 2023).

Rusya'nın Sürdürülebilir Finans Gelişimi

Rusya'da sürdürülebilir kalkınma politikalarının temelleri, 1996 yılında kabul edilen "Sürdürülebilir Kalkınmaya Geçiş Konsepti" adlı ülkenin sürdürülebilirlik yaklaşımını şekillendiren ilk resmî belgeyle atılmıştır (Oldfield, 2001). ESG ilkeleri ve sürdürülebilir finans konularında ise Rusya, 2019 yılında kayda değer adımlar atmıştır. İlk yeşil tahvil ihracının ardından, Rus Demiryolları tarafından 500 milyon euro değerinde bir yeşil tahvil çıkarılmıştır. Aynı yıl, Center Invest Bank tarafından enerji verimliliği, yenilenebilir enerji projeleri ve çevreci ulaşım alanlarında finansman ve refinansman sağlamak amacıyla ülkenin ilk yeşil tahvili piyasaya sürülmüştür. Ayrıca, Rusya Merkez Bankası, şirketlerin menkul kıymet ihracına ilişkin yasal çerçevede değişiklik önerileri sunarak, yeşil tahvil uygulamalarının yasal zemine kavuşmasını hedefleyen düzenlemeler geliştirmiştir ("The Future of", 2020).

Rus finans sektöründe sürdürülebilir finans uygulamalarının kurumsal düzeyde benimsenmesi 2020-2021 yıllarında gözlemlenebilir bir hareketlilik kazanmıştır. ESG standartlarının benimsenmesini ve sürdürülebilir finans gündeminin uygulanmasını teşvik eden büyük yerel bankalar, Rusya Merkez Bankası'nın önderliğinde bu süreci sürdürmektedir. Rusya Merkez Bankası, sürdürülebilir finans gelişimini desteklemek amacıyla kapsamlı bir düzenleyici çerçeve oluşturmuştur. Rusya'nın 2024 yılına kadar olan finansal piyasaları geliştirme stratejileri kapsamında, finansal piyasaların ESG sürdürülebilirlik hedeflerine katkısının artırılması hedeflenmektedir. Bu doğrultuda, kamuya ait şirketlerin finansal olmayan bilgileri açıklamaları ve finansal kuruluşların, sundukları ürün ve hizmetlerde ESG faktörlerini nasıl dikkate aldıklarına dair şeffaf bilgi paylaşmaları teşvik edilmektedir (Kuritsyna, 2021).

Güney Afrika'nın Sürdürülebilir Finans Gelişimi

Güney Afrika'da etik temelli yatırım yaklaşımları ilk olarak 1970'li yıllarda görülmeye başlanmıştır. Ancak küresel sürdürülebilir yatırım trendlerinin gösterdiği güçlü ivmeye karşın, çeşitli yapısal ve kurumsal engeller nedeniyle ülkede bu alandaki gelişim sınırlı kalmıştır (Viviers, 2007). Öte yandan, 1990'lardan itibaren kurumsal sorumluluğa ilişkin hazırlanan King raporları ve 2006 yılında kabul edilen BM destekli yatırım ilkeleri ülkede uzun vadeli ve sorumlu yatırım anlayışının gelişimine önemli katkılar sağlamış; böylece konuya yönelik ilgi zamanla daha kalıcı bir zemine oturmuştur (Nyakatawa, 2024).

Sürdürülebilir finans kavramı, birçok gelişmekte olan ülke gibi Güney Afrika için de henüz gelişiminin ilk evrelerindedir. Bununla birlikte Güney Afrika'da sürdürülebilir finansın hızlı bir ilerleme kaydettiği

görülmektedir. Sürdürülebilir finans, kavramsal olarak benimsenmiş olsa da pratiğe aktarılması konusunda sınırlı bir ilerleme sağlanabilmiştir. Günümüzde Güney Afrika'da sürdürülebilir finansın gelişimini destekleyecek uygulamaları ve mekanizmaları devreye sokacak nitelikte bağlayıcı ya da zorunlu düzenlemeler mevcut değildir. Buna rağmen yeşil tahviller yurtiçi piyasada giderek daha fazla ilgi görmeye başlamıştır. Standard Bank ve Nedbank gibi finans kuruluşları, yeşil tahvil ihracında bulunmuş ve çeşitli sürdürülebilir finans araçlarını da devreye almıştır. Önemli gelişmeler kaydedilmiş olsa da Güney Afrika'daki banka ve finansal kurumların sürdürülebilir finansı etkin bir biçimde hayata geçirebilmesi için hâlâ katedilecek uzun bir yol bulunmaktadır (Smits, 2024).

Türkiye'nin Sürdürülebilir Finans Gelişimi

Türkiye'de çevre meselesinin politika belgelerinde ilk kez bağımsız bir başlık altında ele alınması, Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı ile gerçekleşmiştir. Bu durum, Stockholm Konferansı'nın ardından ülkede çevre duyarlılığının kurumsal düzeye taşınmaya başladığının önemli bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Söz konusu plan, çevresel sorunların kalkınma hedefleriyle birlikte düşünülmesi yönünde atılan ilk somut adımlardan biri olmuştur (Güleç & Sürmeli, 2015). Sürdürülebilir kalkınma kavramı, Türkiye'nin kalkınma planlarında ilk kez Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda yer bulmuştur. Bu gelişme, Rio Çevre ve Kalkınma Konferansı'nın ardından sürdürülebilirlik anlayışının ulusal politikaya yansımaya başladığını göstermektedir (Sustainable Development, 2016).

Türkiye, ESG politikalarının uygulanması sürecinde henüz yolun başındadır. İklim değişikliğinin yol açtığı çeşitli risklere karşı yüksek düzeyde maruziyet göstermekle birlikte, bu riskleri yönetme kapasitesi açısından halen kırılgan bir konumdadır. Türkiye'de sürdürülebilirlik ilkelerinin etkin bir şekilde uygulanmasını ve hedeflere ulaşılmasını güçleştiren temel bir engel, kapsamlı ve yaptırım gücüne sahip bir düzenleyici çerçevenin bulunmayışıdır. Bununla birlikte, Türk bankacılık sektöründeki önemli paydaşlar, yeşil finansman ve sürdürülebilir bankacılık uygulamalarının geliştirilmesinde öncü bir rol üstlenmektedir (Şimşek & Tunalı, 2022). Türk bankacılık sektörü, yenilenebilir enerji yatırımlarına yönelik finansman sağlayarak iklim değişikliğiyle mücadelede stratejik bir rol üstlenmektedir. Bu yaklaşım, düşük karbon ekonomisine geçiş sürecinde kilit bir işlev görmektedir (BDDK, 2021). Türkiye'de sürdürülebilir finans uygulamalarının yaygınlaştırılması için politika yapıcılar tarafından çeşitli teşvik mekanizmalarının tasarlanması ve uygulamaya konulması kritik önem taşımaktadır (Canikli, 2022).

3. Tartışma

BRICS-T ülkelerinin sürdürülebilir finans alanındaki gelişimi, hem küresel sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için büyük bir potansiyel sunmakta hem de önemli zorlukları beraberinde getirmektedir. Bu çalışmanın bulguları, her bir ülkenin kendine özgü ekonomik, sosyal ve çevresel dinamiklerinin, sürdürülebilir finans uygulamalarının şekillenmesinde belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir. Örneğin, Brezilya'nın yeşil finans ve yeşil taksonomi gibi alanlarda öne çıkması, ülkenin sürdürülebilir finans alanındaki potansiyelini ortaya koymaktadır. Ancak, ormansızlaşma gibi çevresel sorunlar, bu potansiyelin tam olarak değerlendirilmesini engellemektedir (Gebert, 2023). Güney Afrika, yeşil tahvil piyasasında kaydedilen kayda değer ilerlemeye rağmen tam potansiyelini ortaya çıkarmak için ele alınması gereken zorluklarla karşı karşıyadır. Ancak, bu potansiyelin tam olarak değerlendirilmesi için farkındalık ve eğitim eksikliği, standartların ve taksonomilerin uyumlaştırılması, politik ve düzenleyici çerçevedeki eksiklikler ve finansman erişimi sorunları gibi zorlukların aşılması gerekmektedir (Tyson, 2021). Türkiye'nin sürdürülebilir finans açısından gelişimine bakıldığında yeşil finans ve yenilenebilir enerji kullanımı dikkat çekmekte ancak istenilen seviye için çok daha fazla çaba sarfetmesi gerekmektedir (Küçük & Dural,2024). Rusya sürdürülebilir finans alanında henüz çok

yenidir. Kaynakları bakımından oldukça zengin olan ülke yenilenebilir enerji konusunda geride kalmıştır. Buna rağmen ülke sürdürülebilir finansa olan bağlılığını güçlendireceğine dair sinyaller vermektedir (Jana,2022). Hindistan'ın sürdürülebilirlik farkındalığı yeni olmamakla birlikte sürdürülebilir finans çabaları küresel boyutta kendini göstermeye yetecek durumdadır. Ancak yine diğer ülkelerde de olduğu gibi Hindistan yetersiz altyapı ve nüfus çeşitliliği gibi engellerle karşı karşıyadır (Spulbar vd., 2019). Son olarak Çin'in, günümüzde sürdürülebilir kalkınma ve çevre dostu ürünleri destekleme çabaları dikkate değer ilerleme kaydetmiş olsa da Çin için önemli güçlükler devam etmektedir (Lee, 2020; Zhang & Wang, 2021).

4. Sonuç ve Öneriler

BRICS-T ülkeleri, sürdürülebilir finans alanında önemli adımlar atmış olsa da her bir ülkenin kendine özgü dinamikleri ve zorlukları bulunmaktadır. Brezilya, yeşil finans ve yeşil taksonomi gibi alanlarda öne çıkarken, Amazon ormanlarının korunması gibi çevresel sorunlarla mücadele etmektedir. Rusya, fosil yakıt bağımlılığı nedeniyle sürdürülebilir finans alanında geç kalmış olsa da son yıllarda karbon ayak izini azaltmaya yönelik politikalar geliştirmektedir. Hindistan, yenilenebilir enerji yatırımları ve yeşil tahvil piyasalarıyla dikkat çekerken, hızlı nüfus artışı ve altyapı eksiklikleri gibi zorluklarla karşı karşıyadır. Çin, dünyanın en büyük yeşil tahvil ihraççısı olarak küresel bir lider konumunda olmasına rağmen, hızlı sanayileşmenin getirdiği çevresel sorunlarla mücadele etmektedir. Güney Afrika, kömür bağımlılığı nedeniyle sürdürülebilir finans alanında zorluklar yaşasa da yenilenebilir enerji projeleri ve uluslararası iş birlikleriyle bu alanda ilerlemeye çalışmaktadır. Türkiye ise Avrupa Yeşil Mutabakatına uyum sürecinde yeşil ve sosyal tahvil piyasalarını geliştirmektedir ancak ekonomik istikrarsızlıklar ve düzenleyici çerçevedeki eksiklikler nedeniyle sürdürülebilir finansın gelişimi Türkiye için sınırlı kalmaktadır.

BRICS-T ülkelerinin sürdürülebilir finans alanındaki potansiyelini tam olarak değerlendirebilmeleri için, altyapı eksikliklerinin giderilmesi, uluslararası iş birliklerinin artırılması ve sürdürülebilir finansmanı teşvik eden düzenlemelerin geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, çevresel ve sosyal sorunların çözümüne yönelik daha etkili politikaların uygulanması, BRICS-T ülkelerinin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmalarını kolaylaştıracaktır. Gelecekte yapılacak çalışmalar, bu ülkelerin sürdürülebilir finans alanındaki gelişimini daha detaylı bir şekilde ampirik olarak inceleyebilir ve ampirik sonuçlara dayalı olarak daha spesifik öneriler getirebilir.

Kaynakça

Ameri, A. M., & Nobanee, S. B. (2021). Sustainability and financial management: where ıs Brazil standing?, Working Paper, https://www.researchgate.net/publication/356378813_Sustainability_and_Financial_Management_Where_Is_Brazil_Standing

BDDK. (2021). Sustaınable bankıng strategıc plan https://www.bddk.org.tr/KurumHakkinda/EkGetir/19?ekId=143. (2022-2025).

Canikli, S. (2022). Sürdürülebilir finans mekanizmaları, araçları ve sürdürülebilir kalkınma ilişkisi. Akdeniz İİBF Dergisi, 22(1), s. 26-39.

Chen, R., Ramzan, M., Hafeez, M., & Ullah, S. (2023). Green innovation-green growth nexus in BRICS: Does financial globalization matter? *Journal of Innovation & Knowledge*, 8(1), 100286.

European Commission. (Temmuz 2017). Financing a sustainable european economy, Erişim: 10 Nisan 2024. https://finance.ec.europa.eu/document/download/7f8b937b 10ee-4d71-9f2b-6263e0c26676_en?filename=170713-sustainable-finance report_en.pdf.

Francis, G., & Lokhande, M. (2023). Sustainable investing in India - Challenges and Opportunities, https://www.ijfmr.com/papers/2023/6/10339.pdf

Gebert, I. M. M. (2023). *The Efficiency of BRICS Countries in Sustainable Development: A Data Envelopment Analysis* (Master's thesis, ISCTE-Instituto Universitario de Lisboa (Portugal)).

Guan , D., Meng, J., Reiner, D. M., Zhang, N., Shan, Y., Mi, Z., & Davis, S. J. (2018). Structural decline in China's CO2 emissions through transitions in industry and energy systems. *Nature Geoscience, 11(8)* , s. 551-555.

Güleç, S. S., & Sürmeli, İ. (2015). Hükümet programları ve kalkınma planları ekseninde çevre politikası analizi. *Yasama Dergisi, (30)*, s. 22-43.

Jain, K. (2024). Diversification opportunities: Are sustainability ındexes a new option. *Pacific Business Review (International), 16(9)*, s. 116-121.

Jana, S. K. (2022). Sustainable energy development in emerging economies: A study on BRICS. In *Environmental sustainability, growth trajectory and gender: Contemporary issues of developing economies* (pp. 23-35). Emerald Publishing Limited.

Kuritsyna, E. I. (2021). Instrumenty ustoychivogo razvitiya i raskrytiye informatsii. https://asros.ru/upload/iblock/862/142cwywt0rhhftxmywih9v3x3goeptlh/Bank Rossii-_-Kuritsyna.pdf.

Küçük, G., & Dural, B. Y. (2024). Türkiye'nin Avrupa yeşil mutabakatına uyumu kapsamında yeşil ekonomi performansı: Değerlendirme ve Perspektifler. *Sosyoekonomi, 32*(60), 445-467.

Lee, J. W. (2020). Green finance and sustainable development goals: The case of China. *Lee, Jung Wan (2020). Green Finance and Sustainable Development Goals: The Case of China. Journal of Asian Finance Economics and Business, 7*(7), 577-586.

Li, Y., Zhang, Y., & Solangi, Y. A. (2023). Assessing ESG factors and policies of green finance investment decisions for sustainable development in China using the fuzzy AHP and fuzzy DEMATEL. Sustainability, 15(21), s. 2-5.

Luo, Y. (2001). Determinants of entry in an emerging economy: A multilevel approach. *Journal of management Studies, 38(3)*, s. 443-472.

Nyakatawa, R. (2024). *Responsible ınvesting and ıts ımpact on south africa*, Jersey Finance. https://www.jerseyfinance.je/our-work/responsible-investing-and-its-impact-on-south-africa/ adresinden alındı

Oldfield, J. D. (2001). Russia, systemic transformation and the concept of sustainable development. *Environmental Politics, 10(3)*, s. 94-110.

SFBN. (2024). Country Profiles. https://data.sbfnetwork.org/country-profiles

Shan, Y., Huang, Q., Guan, D., & Hubacek, K. (2020). China CO2 emission accounts 2016–2017. *Scientific Data, 7(1)*, s. 54.

Shan, Y., Liu, Z., Liu, Z., Shao, S., & Guan, D. (2019). An emissions-socioeconomic inventory of Chinese cities. *Scientific Data, 6(1)*, s. 1-10.

Singh, S., & Chyne, E. R. (2018). Sustainable development: Indian perspective and global paradigm. *Indian JL & Just., 9*, s. 102.

Smits, R. (2024). Sustainable Finance and Climate Change. (R. Smits, Ed.). DOI: https://doi.org/10.4337/9781800377288

Soppe, A. (2004). Sustainable corporate finance. Journal of Business Ethics, 53(1), s. 213 224.

Spulbar, C., Ejaz, A., Birau, R., & Trivedi, J. (2019). Sustainable investing based on momentum strategies in emerging stock markets: a case study for bombay stock exchange (bse) of ındia. Scientific Annals of Economics and Business, 66(3), s. 351 361.

Sustainable Development. (Temmuz 2016). *Report on Turkey's ınitial steps towards the ımplementation of the 2030 agenda for sustainable development.*

https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/107102030%20Agenda%20Turkey%20Report.pdf.

Şimşek, O., & Tunalı, H. (2022). Yeşil finansman uygulamalarının sürdürülebilir kalkınma üzerindeki rolü: Türkiye Projeksiyonu. Ekonomi ve Finansal Araştırmalar Dergisi, 4(1), s. 16-45.

Teixeira, G., Maciel, B., & Pimental, G. (2020). *Mainstreaming sustainability in Brazil's financial sector*. Green Finance Platform. https://www.greenfinanceplatform.org/research/mainstreaming-sustainability-brazils-financial-sector adresinden alındı

The future of sustainable finance in russia and the cıs. (2020). JD Supra. Erişim: Ağustos 22,2024,from:https://www.lw.com/admin/upload/SiteAttachments/Alert%202587%20-%20English%20version.v3.pdf adresinden alındı

Udeagha, M. C., & Ngepah, N. (2023). Towards climate action and UN sustainable development goals in BRICS economies: do export diversification, fiscal decentralisation and environmental innovation matter?. *International Journal of Urban Sustainable Development*, *15*(1), 172-200.

Viviers, S. (2007). *A critical assessement of socially responsible ınvesting in south africa* [Doctoral dissertation, Nelson Mandela Metropolitan University]

Zhang, B., & Wang, Y. (2021). The effect of green finance on energy sustainable development: a case study in China. Emerging Markets Finance and Trade, 57(12), s. 3435-3454.

Zhang, Y., Li, X., & Xing, C. (2022). How does China's green credit policy affect the green innovation of high polluting enterprises? The perspective of radical and incremental innovations. *Journal of Cleaner Production*, 336, 130387.

SAĞLIKTA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK: YOZGAT HALKININ YEŞİL HASTANE FARKINDALIK DÜZEYİ

SUSTAİNABİLİTY İN HEALTHCARE: THE GREEN HOSPİTAL AWARENESS LEVEL OF YOZGAT RESİDENT

Merve Yılmaz[1]
Ayhan Durmuş[2]

Özet

Bu araştırma, Yozgat halkının yeşil hastane kavramına yönelik farkındalık düzeyini belirlemeyi ve Yozgat Şehir Hastanesi'nin sürdürülebilir sağlık hizmetleri çerçevesinde nasıl algılandığını incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın evrenini; 18 yaş ve üzeri, Yozgat/ Merkez de ikamet eden ve sağlık hizmetlerinden yararlanmış bireyler oluşturmaktadır. Çalışmada, basit rastgele örneklem yöntemi kullanılmıştır. Çalışmaya, 167 kişi katılım sağlamıştır. Veri toplama aracı olarak sosyo-demografik bilgi formu ve beş boyuttan oluşan Yeşil Hastane Farkındalık Ölçeği kullanılmıştır. Veriler SPSS ve Amos programlarıyla analiz edilmiştir. Bulgular, katılımcıların yeşil hastane farkındalık düzeylerinin orta-üst düzeyde olduğunu göstermektedir. Ölçeğin alt boyutlarında en yüksek ortalama sürdürülebilir site planlaması ve iç çevre kalitesine ait iken; su verimliliği ve materyal-kaynak kullanımı en düşük ortalamalara sahiptir. Ayrıca, yeşil hastane kavramını daha önce duyan bireylerin farkındalık düzeylerinin anlamlı biçimde daha yüksek olduğu görülmüştür. Farklı yaş grupları ve bilgi kaynaklarına göre farkındalık düzeylerinde de anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Çalışma, halkın çevresel duyarlılığının artırılması adına bilgilendirme ve farkındalık kampanyalarının önemine işaret etmektedir. Ayrıca çalışma, yerel yönetimlere, hastane yöneticilerine ve politika yapıcılara sürdürülebilir sağlık hizmetlerine geçişte halkı merkeze alan uygulamaların geliştirilmesi konusunda önemli bilgiler sunmaktadır.
Anahtar kelimeler; Sağlıkta Sürdürülebilirlik, Yeşil Hastane, Farkındalık, Sağlıkta Çevre Dostu Uygulamalar, Sağlık hizmetleri

Abstract

This study aims to determine the awareness level of the residents of Yozgat regarding the concept of green hospitals and to examine how Yozgat City Hospital is perceived in the context of sustainable healthcare services. The study population consists of individuals aged 18 and over who reside in Yozgat city center and have previously utilized healthcare services. A simple random sampling method was employed, and data were collected from 167 participants. The data collection tools included a socio-demographic information form and the Green Hospital Awareness Scale, which comprises five dimensions. Data were analyzed using SPSS and Amos software. The findings indicate that participants' awareness levels regarding green hospitals are at a moderate to high level. Among the sub-dimensions of the scale, the highest average scores were observed in sustainable site planning and indoor environmental quality, while the lowest were in water efficiency and material-resource utilization. Additionally, participants who had previously heard of the green hospital concept showed significantly higher awareness levels. Significant differences were also identified in awareness levels based on age groups and sources of information. The study highlights the importance of informational and awareness-raising campaigns in enhancing public environmental consciousness. Furthermore, it provides critical insights for local governments, hospital administrators, and policymakers in developing community-centered practices for the transition to sustainable healthcare services.

Keywords: Sustainability in Healthcare, Green Hospital, Awareness, Environmentally Friendly Practices in Healthcare, Healthcare services

[1]Yüksek Lisans Öğrencisi, Yozgat Bozok Üniversitesi, mrvv1478@gmail.com, *ORCID Numarası: 0009-0007-6760-5564*
[2]Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, *ayhan.durmus@yobu.edu.tr*, *ORCID Numarası: 0000-0001-8362-2769*

1. Giriş

Sürdürülebilirlik, kaynakların bugünün ihtiyaçlarını karşılarken gelecek nesillerin haklarını gözeterek tüketilmesini esas alan bütüncül bir kavramdır. Hızlı nüfus artışı, kentleşme, sanayileşme ve teknolojik gelişmeler; doğanın taşıma kapasitesini zorlamakta, ekolojik dengeyi bozmakta ve sağlık sistemleri üzerinde yeni baskılar oluşturmaktadır (Özdemir Karaca vd., 2018). Sağlık sektöründe sürdürülebilirlik, hizmetlerin yalnızca ekonomik ve sosyal değil, aynı zamanda çevresel boyutunun da dikkate alınarak sunulması gerektiğini vurgular (Baytaş & Çetin Aydın, 2022; Kılıç & Güdük, 2018).

Küresel çevre sorunlarının giderek derinleştiği günümüzde; iklim değişikliği, doğal kaynakların tükenmesi, hava ve su kirliliği gibi çevresel tehditler yalnızca ekosistemlerin sürdürülebilirliğini değil, aynı zamanda insan sağlığını da doğrudan etkilemektedir (Özdemir Karaca vd., 2018). Bu bağlamda, çevreyle dost yapılar olarak tanımlanan yeşil binalar, sürdürülebilir kalkınmanın yapı taşlarından biri haline gelmiştir. Yeşil hastaneler ise bu konseptin sağlık sektörü özelinde uygulanmasıyla ortaya çıkmakta; enerji ve su verimliliği, atık yönetimi ve hasta konforunu önceliklendiren, çevresel etkileri minimize etmeyi amaçlayan yapılar olarak tanımlanmaktadır (Azar et al., 2015; Camgöz Akdağ et al., 2016; Terekli et al., 2013).

Yeşil hastaneler; sürdürülebilir tasarım ilkeleri doğrultusunda geliştirilen, LEED ve BREEAM gibi uluslararası standartlara uygun biçimde sertifikalandırılan, hem kaynak verimliliğini artıran hem de hasta ve çalışan sağlığını destekleyen mekanlar olarak ön plana çıkmaktadır (Terekli et al., 2013). Türkiye'de son yıllarda hayata geçirilen şehir hastaneleri projeleri, bu kapsamda önemli bir dönüşüm potansiyeli barındırmaktadır. Bu hastanelerden ilki olan Yozgat Şehir Hastanesi, çevre dostu tasarımı, dijital altyapısı ve uluslararası sertifikaları ile sağlıkta sürdürülebilirliğe yönelik uygulamaların öncüsü niteliğindedir (Demirsoy, 2020).

Ancak, sürdürülebilir sağlık hizmetlerinin başarısı yalnızca yapısal ve teknolojik gelişmelere değil, aynı zamanda bu hizmetlerin toplum tarafından ne ölçüde benimsendiğine de bağlıdır. Bu noktada, halkın yeşil hastane kavramına ilişkin farkındalık düzeyinin belirlenmesi, çevreci sağlık politikalarının etkili biçimde hayata geçirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Mansur & Korkmaz, 2020). Alanyazında, özellikle Türkiye bağlamında, bu konuda gerçekleştirilen araştırmaların sınırlı sayıda olması dikkat çekicidir.

Bu bağlamda, bu çalışmanın amacı; Yozgat halkının yeşil hastane kavramına ilişkin farkındalık düzeylerini ölçmek ve Yozgat Şehir Hastanesi'nin sürdürülebilir sağlık hizmetleri çerçevesinde toplum nezdinde nasıl algılandığını incelemektir. Böylece hem yerel hem de ulusal düzeyde sağlıkta sürdürülebilirliğe katkı sunacak politika ve uygulamalara veri temelli bir dayanak oluşturulması hedeflenmektedir. Çalışmanın araştırma soruları, katılımcılara yönelik katılımcıların sosyo-demografik özelliklerini belirlemeye yönelik sorular (yaş,cinsiyet, gelir düzeyi, eğitim durumu, şehir hastanesini kullanma durumu) vb. sorulara ve katılımcıların yeşil hastane kavramı hakkındaki farkındalık düzeylerini belirlemeye yönelik sorulara yer verilmektedir.

2. Yöntem

Çalışmada nicel araştırma desenlerinden korelasyon araştırma kullanılmıştır.

Evren ve Örneklem (Çalışma Grubu/Katılımcılar/ Veri Kaynakları):

Araştırmanın evrenini Yozgat ilinde yaşayan bireyler oluşturmaktadır. Çalışmada, olasılıksız örnekleme yöntemlerinden kolayda örnekleme tekniği kullanılmıştır. Örneklem seçiminde, 18 yaş ve üzeri, Yozgat'ta ikamet eden ve sağlık hizmetlerinden yararlanmış bireyler dikkate alınmıştır. Bu kapsamda çalışmaya katılmayı kabul eden 167 bireye ulaşılmıştır.

Veri Toplama Araçları:

Araştırmada, veri toplama aracı olarak iki bölümden oluşan bir anket formu kullanılmıştır. Anket, katılımcıların sosyo-demografik özelliklerini ve yeşil hastane farkındalık düzeylerini ölçmeye yönelik sorular içermektedir.

1. Sosyo-Demografik Bilgiler

Anketin birinci bölümü, katılımcıların yaş, cinsiyet, eğitim durumu, gelir düzeyi, sağlık hizmetleri kullanımı ve yeşil hastane kavramına aşinalıklarını belirlemeye yöneliktir. Bu bölümde hastane tercihleri, hastane kullanım sıklıkları ve yeşil hastane kavramını nereden duydukları gibi değişkenler de sorgulanmıştır.

2. Yeşil Hastane Farkındalık Ölçeği

Anketin ikinci bölümü, katılımcıların yeşil hastane kavramı hakkındaki farkındalık düzeylerini belirlemeye yönelik sorular içermektedir. Bu kapsamda kullanılan ölçek, Wood, Wang, Abdul-Rahman ve Abdul-Nasir (2016) tarafından geliştirilen "Yeşil Hastane Tasarım Ölçeği" temel alınarak oluşturulmuştur. Mansur & Korkmaz (2020) tarafından ölçek Türkçeye uyarlanmıştır.

Ölçek, beş ana boyuttan oluşmaktadır:

- Enerji Verimliliği (hastanede yenilenebilir enerji kullanımı, doğal aydınlatma vb.),
- İç Çevre Kalitesi (havalandırma, hasta ve çalışan konforu, gürültü kontrolü vb.),
- Sürdürülebilir Site Planlaması ve Yönetimi (hastane bahçesi, otopark düzenlemesi, engelli erişimi vb.),
- Materyal ve Kaynak Kullanımı (geri dönüşümlü malzemeler, çevre dostu paketleme vb.),
- Su Verimliliği (su tasarrufu uygulamaları, yağmur suyu kullanımı vb.).

Likert tipi ölçekte katılımcılardan, ifadeleri 1 (Hiçbir zaman) - 5 (Her zaman) arasında derecelendirmeleri istenmiştir.

Verilerin Toplanması ve Analizi: Araştırmada veriler çevrimiçi ortamda (Google Forms vb.) ve yüz yüze uygulamalar aracılığıyla toplanmıştır. Araştırma kapsamında elde edilen veriler, IBM SPSS Statistics programı kullanılarak analiz edilmiştir. Veriler, betimsel ve istatistiksel yöntemler ile değerlendirilmiştir. Tüm analizlerde istatistiksel anlamlılık seviyesi $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir.

Etik Hususlar

Bu araştırma, bilimsel araştırma etik kurallarına uygun olarak yürütülmüştür:

- Gizlilik ve Anonimlik: Katılımcılardan herhangi bir kişisel bilgi (isim, adres, telefon numarası vb.) talep edilmemiştir.

- Gönüllü Katılım: Tüm katılımcılar, ankete gönüllü olarak katılmış ve istedikleri zaman anketi bırakma hakkına sahip olmuştur.
- Etik Kurul Onayı: Araştırma başlamadan önce ilgili üniversitenin Etik Kurulu'ndan onay alınmıştır.
- Bilgilendirilmiş Onam: Anketin başında katılımcılar, çalışmanın amacı ve veri kullanım şekli hakkında bilgilendirilmiş ve onayları alınmıştır.

3. Bulgular

Tanımlayıcı İstatistikler

Katılımcıların sosyo-demografik özelliklerini ortaya koymak amacıyla frekans (n) ve yüzde (%) analizleri yapılmıştır (Tablo 1).Bu analizler, örneklem hakkında genel bilgi sağlamak ve değişkenlerin dağılımını incelemek için kullanılmıştır.

Tablo 1. Sosyo-demografik Özelliklere Ait Bulgular

Değişken		Sayı	Yüzde
Cinsiyet	Kadın	76	45,5
	Erkek	91	54,5
Yaş	18 - 27 yaş arası	41	24,6
	28 - 37 yaş arası	37	22,2
	38- 47 yaş arası	33	19,8
	48 yaş ve üzeri	56	33,5
Eğitim Düzeyi	İlkokul	32	19,2
	Ortaokul	15	9,0
	Lise	48	28,7
	Önlisans	19	11,4
	Lisans	40	24,0
	Lisansüstü	13	7,8
Gelir Düzeyi	Asgari Ücret Altı	89	53,3
	Asgari Ücret Üzeri	78	46,7
	1-2 kez	70	41,9

Son 1 Yılda Hastaneye Gitme Sıklığı	3-5 kez	57	34,1
	6 ve üzeri	40	24,0
Yeşil Hastane Kavramını Daha Önce Duyma	Evet	37	22,2
	Hayır	130	77,8
Yeşil Hastane Kavramının Nereden Duyulduğu	Sosyal medya	7	4,2
	Televizyon/gazete	5	3,0
	Sağlık çalışanları	18	10,8
	Aile/arkadaş çevresi	7	4,2
	Daha önce duymadım	130	77,8
Toplam		167	100,0

Katılımcıların sosyo-demografik özelliklerine ait bulgular yer almaktadır (Tablo 1). Çalışmaya toplam 167 kişi katılmıştır. Cinsiyet dağılımı incelendiğinde, katılımcıların çoğunluğunu erkekler (n=91) oluşturmaktadır. Yaş gruplarına göre dağılımda ise en fazla katılımın 48 yaş ve üzeri (n=56) olduğu görülmektedir. Katılımcıların eğitim düzeyinin çoğunlukla lise (n=48), gelir düzeyinin ise asgari ücretin altında (n=89) olduğu belirlenmiştir. Son 1 yıl içinde hastaneye gitme sıklığı en çok 1-2 kez (n=70) olarak bildirilmiştir. "Yeşil hastane kavramını daha önce duydunuz mu?" sorusuna katılımcıların büyük çoğunluğu "Hayır" (n=130) yanıtını vermiştir. Benzer şekilde, "Yeşil hastane kavramını nereden duydunuz?" sorusuna verilen yanıtlarda da en sık ifade edilen cevap "Daha önce duymadım" (n=130) olmuştur.

Güvenilirlik Analizi

Ölçeğin iç tutarlılığını değerlendirmek amacıyla Cronbach's Alpha katsayısı hesaplanmıştır (Tablo 2). Tablo 2'de ayrıca ölçeğe ilişkin ortalama ve standart sapma hesaplamaları yapılmıştır.

Genel ölçek güvenilirliği 0,96 olarak bulunmuştur. Alt boyutlara ilişkin Cronbach's Alpha katsayıları aşağıdaki gibidir:

Enerji Verimliliği: 0,93
İç Çevre Kalitesi: 0,89
Sürdürülebilir Site Planlaması ve Yönetimi: 0,91
Materyal ve Kaynak Kullanımı: 0,95
Su Verimliliği: 0,91

Bu değerler, ölçeğin yüksek düzeyde güvenilir olduğunu göstermektedir. Ölçeğe ve ölçeğin alt boyutlarına ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri ise orta seviyenin üzerinde yer almaktadır.

Tablo 2. Ölçeğin Güvenilirlik, Ortalama ve Standart Sapmaya Ait Bulguları

	Ortalama	**Std. Sapma**	**Cronbach's Alpha**
Enerji Verimliliği	3,45	1,09	0,93
İç Çevre Kalitesi	4,04	0,95	0,89
Sürdürülebilir Site Planlaması ve Yönetimi	4,10	1,00	0,91
Materyal ve Kaynak Kullanımı	3,24	1,34	0,95
Su Verimliliği	3,20	1,28	0,91
Yeşil Hastane Farkındalığı	**3,65**	**0,92**	**0,96**

Geçerlilik Analizi (Doğrulayıcı Faktör Analizi)

Araştırma kapsamında kullanılan ölçeğin Türkçe uyarlaması yapıldığı için, daha önceden keşfedilmiş ve daha az faktör altında birleştirilmiş ölçeklerin, araştırmanın yapıldığı örnekleme benzer olup olmadığını test etmek amacıyla kullanılan (Meydan & Şeşen, 2015) doğrulayıcı faktör analizleri yapılmıştır. Doğrulayıcı faktör analizinin yapılması için SPSS Amos programından yararlanılmıştır. Tablo 3'de ölçeklerin bazı uyum iyiliklerine ilişkin alt ve üst değerleri ve çalışmada kullanılan ölçeklerin uyum iyiliği değerleri görülmektedir. Buna göre, ölçek değerleri kabul edilebilir düzeyde uyum iyiliğine sahiptir ve araştırmada kullanılabilir niteliktedir.

Tablo 3. Bazı Uyum İyiliği İndisleri Kabul Aralıkları ve Ölçeğin Uyum İyiliği Değerleri

Uyum Ölçütleri	İyi Uyum	Kabul Edilebilir Uyum	YHF
X^2/sd	$0 \leq X^2/sd \leq 2$	$2 \leq X^2/sd \leq 4$	1,57
RMSEA	0<RMSEA<0,05	0,05≤RMSEA≤0,08	0,06
RMR	0≤RMR≤0,05	0,05<RMR≤0,10	0,07
NFI	0,95≤NFI≤1	0,90≤NFI≤0,95	0,90
CFI	0,97≤CFI≤1	0,95≤CFI≤0,97	0,96
GFI	0,95≤GFI≤1	0,90≤GFI≤0,95	0,86
AGFI	0,90≤AGFI≤1	0,85≤AGFI≤0,90	0,82
YHF: Yeşil Hastane Farkındalığı			

Normal Dağılım Testi

Değişkenlerin normalliğini test etmek için Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri uygulanmıştır. Ayrıca, çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerleri incelenerek normallik varsayımı değerlendirilmiştir (Tablo 4). ±1.0 arasındaki bir basıklık değeri çoğu psikometrik amaç için mükemmel kabul edilir, ancak ±2.0 arasındaki bir değer de birçok durumda, özel uygulamaya bağlı olarak kabul edilebilir. (George & Mallery, 2010).

Tablo 4. Ölçeğin Çarpıklık ve Basıklık Değerleri

	Çarpıklık	Basıklık
Enerji Verimliliği	-0,47	-0,48
İç Çevre Kalitesi	-1,24	1,23
Sürdürülebilir Site Planlaması ve Yönetimi	-1,27	1,06
Materyal ve Kaynak Kullanımı	-0,24	-1,22
Su Verimliliği	-0,19	-1,03
Yeşil Hastane Farkındalığı	-0,61	-0,02

Pearson Korelasyon Analizi

Tablo 5' te ölçek ve ölçeğin alt boyutları arasındaki ilişkiler görülmektedir. Analiz sonuçlarına göre, Yeşil Hastane Farkındalığı ile Enerji Verimliliği (r=0,760), İç Çevre Kalitesi (r=0,832), Sürdürülebilir Site Planlaması ve Yönetimi (r=0,814), Materyal ve Kaynak Kullanımı (r=0,870), Su Verimliliği (r=0,799) arasında pozitif yönlü ilişki bulunmaktadır (p<0,01).

Tablo 5. Ölçek ve Ölçeğin Alt Boyutları Arasındaki İlişkiye Dair Bulgular

	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Enerji Verimliliği (1)	1				
İç Çevre Kalitesi (2)	,633**	1			
Sürdürülebilir Site Planlaması ve Yönetimi (3)	,537**	,710**	1		
Materyal ve Kaynak Kullanımı (4)	,540**	,547**	,575**	1	
Su Verimliliği (5)	,488**	,530**	,529**	,758**	1
Yeşil Hastane Farkındalığı (6)	**,760****	**,832****	**,814****	**,870****	**,799****
**. 0.01 düzeyinde anlamlı korelasyon vardır.					

Fark Analizleri

Araştırmanın fark analizleri için aşağıdaki istatistiksel yöntemler uygulanmıştır. Analizler sonucunda farklılık tespit edilmeyen değişkenlere burada yer verilmemiştir.

1. **Bağımsız Gruplar t-Testi**

Cinsiyete, gelir düzeyi ve yeşil hastane kavramını daha önce duymaya göre yeşil hastane farkındalığı değişkenlerinde anlamlı farklılık olup olmadığı incelenmiştir. Buna göre Tablo 6'da farklılıklara ait bulgular yer almaktadır.

Tablo 6. Bağımsız Gruplar t-Testine Dair Bulgular

Yeşil Hastane Kavramını Daha Önce Duyma		Sayı	Ortalama	Std. Sapma	t	p
Enerji Verimliliği	Evet	37	3,96	0,77	3,33	0,00
	Hayır	130	3,31	1,12		
Materyal ve Kaynak Kullanımı	Evet	37	3,80	1,05	2,93	0,00
	Hayır	130	3,08	1,37		
Su Verimliliği	Evet	37	3,67	1,12	2,79	0,01
	Hayır	130	3,06	1,29		
Yeşil Hastane Farkındalığı	Evet	37	4,00	0,78	2,94	0,00
	Hayır	130	3,55	0,94		

2. **Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA)**

Yaş, eğitim seviyesi, hastaneye gitme sıklığı, yeşil hastane kavramını nereden duymaya göre farkındalık düzeyleri karşılaştırılmıştır. Anlamlı farklılık tespit edilen gruplar için Post-Hoc (Scheffe) testi uygulanarak gruplar arasındaki farklılıklar detaylandırılmıştır. Buna göre Tablo 7'de farklılıklara ait bulgular yer almaktadır.

Tablo 7. Tek Yönlü Varyans Analizi Dair Bulgular

		Sayı	Ortalama	Std. Sapma	F	p	Fark
Enerji Verimliliği	18-27 yaş arası (1)	41	3,29	1,08	3,34	0,02	3-2, (p=0,02); 3-4, (p=0,01);
	28-37 yaş arası (2)	37	3,65	0,91			
	38-47 yaş arası (3)	33	3,03	1,15			
	48 yaş ve üzeri (4)	56	3,68	1,09			
Enerji Verimliliği	Sosyal medya (1)	7	3,89	0,83	2,91	0,02	3-5, (p=0,01)
	Televizyon/gazete (2)	5	4,20	0,84			
	Sağlık çalışanları (3)	18	4,01	0,86			
	Aile/arkadaş çevresi (4)	7	3,71	0,47			
	Daha önce duymadım (5)	130	3,31	1,12			

4. Tartışma

Araştırmada elde edilen bulgular, Yozgat halkının yeşil hastane farkındalık düzeyinin orta düzeyin üzerinde olduğunu göstermektedir. Katılımcıların yeşil hastane kavramına ilişkin bilgi düzeyleri sınırlı olsa da (yalnızca %22,2'si bu kavramı daha önce duyduğunu belirtmiştir), farkındalık ölçeğindeki yüksek puanlar, kavramın içeriği hakkında bilgi sahibi olmasalar bile çevre dostu sağlık hizmetlerine karşı olumlu tutum geliştirdiklerini düşündürmektedir. Bu durum, farkındalık çalışmalarının artırılması halinde halkın yeşil hastane uygulamalarına hızla uyum sağlayabileceğini göstermektedir.

Cinsiyet, yaş, eğitim düzeyi ve gelir gibi demografik değişkenlere göre farkındalık düzeylerinde belirgin farklılıklar bulunmaması, yeşil hastane farkındalığının toplumsal düzeyde geniş bir kabul potansiyeline sahip olduğunu düşündürmektedir. Bununla birlikte, daha önce "yeşil hastane" kavramını duyan bireylerde farkındalık düzeyinin anlamlı şekilde yüksek olması ($p<0,05$), bilgilendirmenin farkındalık yaratmada kritik rol oynadığını göstermektedir.

Bu bulgular, literatürdeki bazı çalışmalarla örtüşmektedir. Örneğin, Mansur ve Korkmaz (2020), yeşil hastane kavramını bilen bireylerin farkındalık düzeylerinin daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer şekilde, Kılıç ve Güdük (2018) çalışmasında, kullanıcıların çevresel faktörlere duyarlılığının yeşil hastanelerin tercih edilmesinde etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Ölçek alt boyutları arasında en yüksek ortalamanın "Sürdürülebilir Site Planlaması ve Yönetimi" (4,10) ve "İç Çevre Kalitesi" (4,04) olması, kullanıcıların çevresel tasarım ve fiziksel konfor koşullarına yönelik daha duyarlı olduklarını göstermektedir. Bu durum, Camgöz Akdağ ve arkadaşlarının (2016)

vurguladığı gibi, kullanıcı memnuniyetinin sürdürülebilir yapı tasarımı ile doğrudan ilişkili olduğunu desteklemektedir. Ancak "Materyal ve Kaynak Kullanımı" (3,24) ve "Su Verimliliği" (3,20) gibi teknik uygulamalara yönelik farkındalık düzeylerinin daha düşük olması, halkın çevreci uygulamaların arka plan teknolojisi hakkında daha az bilgi sahibi olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, eğitim temelli bilgilendirme kampanyalarının özellikle teknik çevre bileşenlerini kapsayacak şekilde yapılandırılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, Yozgat halkının yeşil hastane farkındalık düzeyini ve bu farkındalığın çeşitli demografik ve deneyimsel faktörlere göre nasıl değiştiğini ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular doğrultusunda;

- Katılımcıların genel farkındalık düzeyi orta-üst seviyede olup, özellikle iç çevre kalitesi ve sürdürülebilir site planlaması boyutlarında yüksek algı düzeyine sahiptirler.
- Yeşil hastane kavramını daha önce duyan bireylerin farkındalık düzeyi anlamlı düzeyde yüksektir.
- Cinsiyet, eğitim düzeyi ve gelir grupları arasında anlamlı farklar bulunmazken, yaş grupları ve yeşil hastane kavramını nereden duymaya göre bazı boyutlarda farklılık gözlemlenmiştir. Yeşil hastane farkındalığı ile enerji verimliliği, malzeme kullanımı ve su verimliliği arasında pozitif korelasyon bulunmaktadır.

Bu sonuçlar, halkın çevre dostu sağlık hizmetlerine yönelik eğiliminin desteklenmeye açık olduğunu göstermekte ve sürdürülebilir sağlık politikalarının tabana yayılabilmesi için bu tür çalışmaların önemini vurgulamaktadır.

Araştırmanın Sınırlılıkları:

Örneklem yalnızca Yozgat ili ile sınırlı tutulmuş ve kolayda örnekleme yöntemiyle seçilmiştir. Bu nedenle sonuçların genellenebilirliği sınırlıdır. Anket yöntemi ile veri toplanmış, nitel boyut ihmal edilmiştir. Katılımcıların algı ve tutumları daha derinlemesine analiz edilememiştir.

Gelecekteki Çalışmalar için Öneriler:

Farklı şehirlerde ve daha büyük örneklemlerle benzer çalışmalar yapılarak karşılaştırmalı analizler gerçekleştirilmelidir.

Nitel yöntemler (örneğin odak grup görüşmeleri) ile halkın yeşil hastane uygulamalarına ilişkin detaylı algı ve beklentileri analiz edilebilir.

Sağlık çalışanlarının ve yöneticilerin farkındalık düzeyleri de değerlendirilerek çok paydaşlı bir bakış açısı geliştirilmelidir.

Kaynakça

Azar, F.E., Farzianpour, F., Foroushani, A.R., Badpa, M., Azmal, M. (2015). Evaluation of green hospital dimensions in teaching and private hospitals covered by Tehran University of Medical Sciences. *Journal of Service Science and Management*, 8, 259-266.

Baytaş, V., & Çetin Aydın, G. (2022). Sağlık kurumlarında çevreye duyarlı politikalar: Yeşil hastane örnekleri. *Ekonomi Maliye İşletme Dergisi*, 5(2), 336-356. https://doi.org/10.46737/emid.1199900

Camgöz Akdağ, H., Beldek, T., Aldemir, G., Hoşkara, E. (2016). Green supply chain management in green hospital operations. *IIOABJ*, 7(1), 467-472.

Demirsoy, Ş. (2020). Sürdürülebilirlik kapsamında tasarlanan yeşil binaların tesis yönetimine etkileri: Yozgat şehir hastanesi binası örneğinin incelenmesi. Dönem Projesi, Ankara Üniversitesi, Fen Bİlimleri Enstitüsü. Ankara.

George, D., & Mallery, M. (2010). SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference, 17.0 update (10a ed.) Boston: Pearson

Kılıç, C. H., & Güdük, Ö. (2018). Yeşil hastane kavramı ve Türkiye'deki son kullanıcıların beklentileri üzerine bir hastane örneği. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 7(1), 164-174.

Mansur, F., & Korkmaz, S. (2020). Sağlık hizmeti kullanıcılarının yeşil hastane farkındalık düzeylerini belirlemeye yönelik bir çalışma. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(3), 827-850.

Meydan, C.H. & Şeşen, H. (2015). Yapısal Eşitlik Modellemesi Amos Uygulamaları. 2. Baskı. Ankara: Detay Yayıncılık.

Özdemir Karaca, P., Atılgan, E., & Zekioğlu, A. (2018). Sağlık hizmetlerinde sürdürülebilirlik bağlamında inovatif bir uygulama: Yeşil hastaneler. *Ejovoc (Electronic Journal of Vocational Colleges)*, 8(2), 77-87.

Terekli, G., Özkan, O., & Bayın, G. (2013). Çevre dostu hastaneler: Hastanede yeşil tedavi. *Ankara Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 12(2), 37-54. https://doi.org/10.1501/Ashd_0000000090

Wood, L.C., Wang, C., Abdul-Rahman, H. & Abdul-Nasir, N.S.J, (2016). Green hospital design: ıntegrating quality function deployment and end-user demands, *Journal of Cleaner Production*, 112(1), 903-913.

KARBON KREDİLERİ: SÜRDÜRÜLEBİLİR BİR GELECEK İÇİN BİR FIRSAT MI, YOKSA BİR ALDATMACA MI?

CARBON CREDİTS: AN OPPORTUNİTY FOR A SUSTAİNABLE FUTURE OR A SCAM?

Murat ATİK

ÖZET

Küresel ısınma ve iklim değişikliği, kuraklık ve sel gibi doğal afetlerin sıklığını artırarak ekonomiyi olumsuz etkilemektedir. Bu olumsuz durumlardan kurtulabilmek için sürdürülebilir uygulamaları bir an önce hayata geçirilmesi gerekmektedir. Bunun için atılacak adımlardan birisi sera gazı emisyonunu azaltacak tedbirler geliştirmektir. Bu tedbirlerden bazıları işletmeleri, hükümetleri ve bireyleri enerji verimliliklerinin artırılması, yenilenebilir enerji yatırımlarına yönlendirilmesi (rüzgar, güneş, hidroelektrik santralleri, vb.), yeniden ağaçlandırma ve orman restorasyonu gibi emisyon düşürücü faaliyetlere katılmaları için finansal teşvikler sunmaktadır. Karbon kredileri, atmosferdeki sera gazı emisyonlarını dengelemek amacıyla geliştirilmiş bir piyasa sistemidir. Kişi ve kuruluşlar kendi emisyonlarını azaltmak için gerekli yatırımları yaparken, kalan emisyonlarını da dengelemek için karbon kredisi satın alabilmektedir. Karbon kredileri yenilenebilir enerji projelerini, orman koruma projelerini ve diğer sürdürülebilir projeleri finanse ederek, küresel emisyonun azaltılmasına katkıda bulunmaktadır. Karbon kredisi satın alımı, şirketlerin ve bireylerin iklim değişikliğiyle mücadelede somut bir gösterge olarak algılanmakta ve paydaşlarının gözünde itibar kazanmaktadır. Ancak karbon kredileri sürdürülebilirlik konusunda yeterli adımlar atılmadan, çevre dostu bir imaj çizmek için de kullanılabilmektedir. Bu çalışmanın amacı ülkelerin karbon kredi politikalarının karbon emisyonu üzerindeki etkilerini ortaya çıkarmaktır. Bunun için karbon kredi politikasını kullanan ve kullanmayan gelişmiş ülkelerin kişi başına düşen karbon emisyonları seçilen açıklayıcı ve kontrol değişkenler yardımıyla panel veri analizinde incelenmiştir. Sonuç olarak karbon kredisini kullanan ülkelerin, kişi başına düşen karbon emisyonlarını anlamlı bir şekilde düşürdükleri tespit edilmiştir. Analiz sonuçları, karbon kredilerinin sürdürülebilirlik ve yeşil aklama (greenwashing) çerçevesindeki kullanımına dair önemli öngörüler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Karbon Kredileri, Yeşil Aklama, Karbon Politikaları.

Doç.Dr., Hacettepe Üniversitesi (Yarı Zamanlı), muratatik@hacettepe.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5150-0203

ABSTRACT

Global warming and climate change negatively affect the economy by increasing the frequency of natural disasters such as drought and flood. In order to get rid of these negative situations, sustainable practices must be implemented as soon as possible. One of the steps to be taken for this purpose is to develop measures to reduce greenhouse gas emissions. Some of these measures offer financial incentives for businesses, governments and individuals to increase their energy efficiency, direct them to renewable energy investments (wind, solar, hydroelectric power plants, etc.), and participate in emission-reducing activities such as reforestation and forest restoration. Carbon credits are a market system developed to balance greenhouse gas emissions in the atmosphere. Individuals and organizations can purchase carbon credits to balance their remaining emissions while making the necessary investments to reduce their own emissions. Carbon credits contribute to the reduction of global emissions by financing renewable energy projects, forest protection projects and other sustainable projects. The purchase of carbon credits is perceived as a concrete indicator for companies and individuals in the fight against climate change and gains credibility in the eyes of their stakeholders. However, carbon credits can also be used to portray an environmentally friendly image without taking sufficient steps towards sustainability. The aim of this study is to reveal the effects of countries' carbon credit policies on carbon emissions. For this purpose, the carbon emissions per capita of developed countries that use and do not use carbon credit policies were examined in panel data analysis with the help of selected explanatory and control variables. As a result, it was determined that countries that use carbon credits significantly reduced their carbon emissions per capita. The analysis results provide important insights into the use of carbon credits within the framework of sustainability and greenwashing.

Keywords: Carbon Credits, Greenwashing, Carbon Policies.

1. Giriş

Küresel toplum, atmosferde sera gazlarının birikmesi sonucu ortaya çıkan iklim değişikliğiyle karşı karşıyadır. Küresel ısınmanın artması, iklim değişikliğinin hızlanması başta kuraklık ve sel olmak üzere meteorolojik afetlerin görülme sıklığını ve ekonomi üzerindeki olumsuz etkilerini artırmıştır (Kompas et al., 2018; Menteşe, 2021; Trenberth, 2018). Dünya Meteoroloji Örgütü'nün raporuna göre 1970 ile 2019 yılları arasında hava koşullarıyla bağlantılı felaketlerin sayısında beş kat artış yaşandığı ve 4,92 trilyon ABD doları tutarında mali kayba yol açan 22.326 olayın yaşandığını ortaya koymaktadır. Söz konusu bu olayların 11.072'si hava, iklim ve su kaynaklı sorunlarla ilişkilidir. 2024 yılında ise kuzey ve güney yarım kürede toplam 86 tropikal kasırga yaşanmıştır (Akyol, 2022; World Meteorological Organization, 2025). Şiddetli hava olayları, deniz seviyesindeki yükselmeler ve ekosistemlerin bozulması gibi nedenlerle, emisyonları azaltacak ve olumsuz etkilerini en aza indirecek kapsamlı stratejilerin acilen uygulanması zorunlu hale gelmiştir.

Bu çerçevede çevresel sorumluluğu finansal teşviklerle birleştiren karbon piyasaları, sera gazı emisyonlarını yönetmek, kontrol etmek ve azaltmak için etkili bir çözüm olarak geliştirilmiştir. Karbon piyasası farklı sektörlerde emisyon azaltımını teşvik eden ve kolaylaştıran önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır.

Karbon kredileri, atmosferdeki sera gazı emisyonlarını dengelemek amacıyla geliştirilmiş bir piyasa sistemidir. Küresel ısınmanın etkilerini hafifletmek için 1997'de imzalanan Kyoto Protokolü ve 2015'teki Paris Anlaşması gibi uluslararası uzlaşmalar, karbon alım satımının temelini atmıştır (Aydoğdu & Özşahin, 2023).

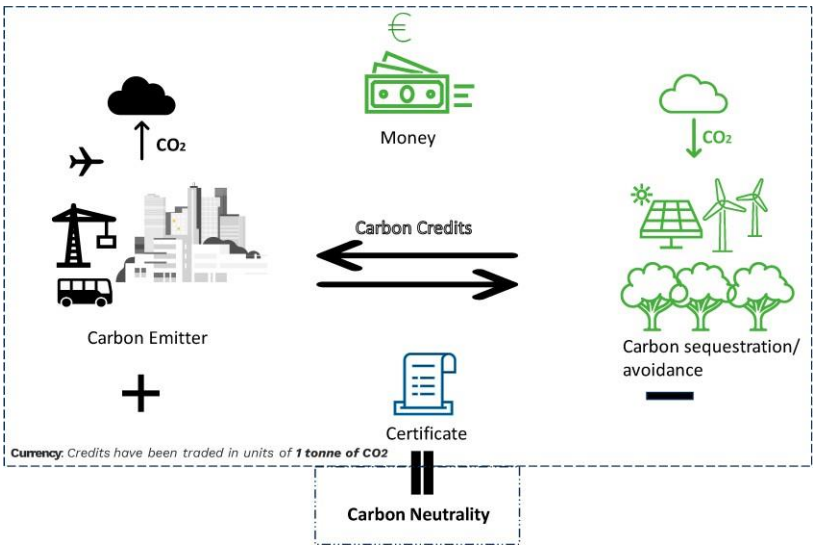
Karbon kredisi, bir ton karbondioksit (CO_2) veya eş değeri bir sera gazının üretme ve yayma (salma hakkı) iznidir. Karbon piyasasının temel işleyişi, karbondioksit eşdeğeri emisyonlarına parasal bir değer

atfederek, bu emisyonların ticari bir meta olarak işlem görmesini sağlamaktır. Böylelikle karbondioksit emisyonuna bir maliyet yüklenerek, bir ticari varlığa dönüştürülmektedir. Bu krediler, çevre koruma sorumluluğu ile ekonomik faydalayı bir araya getirerek, iklim değişikliğiyle mücadelede yenilikçi bir finansal çözüm sunmaktadır. Bu sayede, çevresel etkileri hafifletirken aynı zamanda yeni piyasa fırsatlarının da oluşması desteklenmektedir (Salma et al., 2024).

Karbon kredileri iki tarafın işlem yaptığı bir platform aracılığı ile gerçekleştirilmektedir. Atmosferden bir ton CO2'nin çıkarılmasıyla karbon dengeleme işlemi gerçekleşmekte ve karbon piyasasının sağlıklı işlemesi için bu kredileri ve dengeleme işlemleri bir platformda toplanmaktadır (Erpul et al., 2024). Karbon kredileri finansal açıdan çevresel riskin çözümü olarak geliştirilmiş pratik bir mekanizma olması açısından ilgi çekicidir.

2. Karbon Kredisi Mekanizması

Karbon kredileri ve karbon dengelemeleri, sera gazı emisyonlarının azaltılması ve karbon sekestrasyonunun artırılması için finansal teşvikler sağlayarak iklim değişikliğiyle mücadelede piyasa temelli bir yaklaşımı desteklemektedir. Bu sistem işletmelere, hükümetlere ve bireylere enerji verimliliğini artırma, yenilenebilir enerji yatırımları yapma (rüzgar, güneş, hidroelektrik santralleri, vb.), yeniden ağaçlandırma ve orman restorasyonu gibi emisyon düşürücü faaliyetlere katılmaları için finansal teşvikler sunmaktadır. Gerçekleştirilen bu faaliyetler bağımsız kuruluşlar tarafından doğrulanarak karbon emisyonlarının azalmasına katkıda bulunmaktadır. Doğrulama sürecinin sonucunda genellikle bir metrik ton karbondioksit (CO2) veya eşdeğer sera gazı miktarının azaltıldığının belgelendiği karbon kredilerine dönüşmektedir. Bu krediler, piyasada alınıp satılabilir finansal varlıklardır ve emisyonlarını telafi etmek isteyen kuruluşlar tarafından satın alınabilmektedir (Damayanti et al., 2024). Karbon kredilerinin satışından elde edilen gelirler ise orman restorasyonu ve doğanın korunması gibi karbon tutulumu projelerine tekrar yapılan yatırımlarla finansal bir teşvik sağlamaktadır.



Şekil 1. Basitleştirilmiş Karbon kredi Sisteminin Mekanizması

Kaynak: (Salma et al., 2024)

Şekil 1'de emisyon azaltma girişimleri ve karbon kredilerinin bir araya getirilmesiyle karbon denkleştirmenin nasıl sağlandığı gösterilmektedir. İklim değişikliği ile mücadelede küresel çabaların ana

hedeflerinden biri karbonu nötr hale gelmektir. Bu sistem, kurumların karbon nötrlüklerini belgelendirmelerini sağlamaktadır.

Karbon kredisi satışı, karbondioksit emisyonlarını azaltan veya tutan, çevre dostu projeler yürüten şirketler ve ülkeler tarafından gerçekleştirmektedir. Orman koruma, yenilenebilir enerji (güneş, rüzgar) ve organik atık işleme gibi girişimler bu projeler arasında yer almaktadır. Ancak, karbon kredilerinin ticaretini gerçekleştirmek hemen mümkün değildir. Uluslararası sertifika kuruluşları (Verra, Gold Standard, REDD+, vb.) tarafından onaylanmaları gerekmektedir.

Birleşmiş Milletler Çevre Programına (UNEP) göre karbon piyasaları zorunlu ve gönüllü olmak üzere iki temel piyasaya ayrılmaktadır (Yetiş & Özden, 2024). Zorunlu karbon piyasalar, devletlerin belirlediği düzenleyici bir kuruluş tarafından, belirlenen emisyon yükümlülüklere uymak zorunda olan katılımcı işletmeler içindir. Gönüllü karbon piyasaları ise yasal bir zorunluluk olmaksızın, çevresel sorumluluk bilinciyle hareket eden bireyler ve kuruluşların kendi emisyonlarını dengelemek amacıyla faaliyet gösterdiği piyasalardır.

3. Küresel Karbon Kredisi Piyasaları ve Türkiye

Karbondioksit emisyonları kömür, gaz ve petrol gibi fosil yakıtların yanması, orman yangınları ve organik atıkların ayrışması gibi çeşitli kaynaklardan ortaya çıkmaktadır. Karbon ticareti mekanizması, emisyonları azaltmak amacıyla 11 Aralık 1997'de kabul edilen ve Birleşmiş Milletler (BM) iklim anlaşması olarak bilinen Kyoto Protokolü kapsamında geliştirilen üç yöntemden biridir.

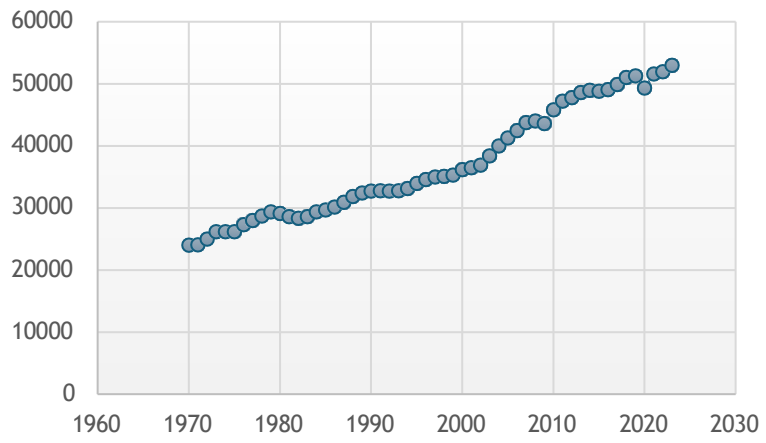
Bir hükümetin karbon piyasası oluşturması, iklim krizine karşı gerekli finansmanı sağlamada önemli bir rol oynamaktadır (Yurttagüler, 2024). Avrupa Komisyonu, uluslararası karbon piyasalarının küresel sera gazı emisyonlarının maliyetini etkin bir şekilde azaltabileceğini vurgulamaktadır (Gürbüz et al., 2020). Paris Anlaşması'nın 6. Maddesi, ülkelerin emisyon azaltma hedeflerine ulaşmak için karbon piyasası aracılığıyla uluslararası ticaret yapmasına olanak tanmaktadır. BM İklim Değişikliği Ajansı da emisyon ticaretini bu çerçevede tanımlamaktadır. Bu ticaretin gerçekleştiği yer ise karbon borsası veya piyasası olarak adlandırılmaktadır.

Dünya Bankası'nın Karbon Fiyatlandırmasında Mevcut Durum ve Trendler 2024 Raporuna göre, dünya genelinde aktif olarak kullanılan 75 karbon fiyatlandırma mekanizması, küresel sera gazı emisyonlarının %24'ünü kapsamaktadır. Bu mekanizmalar, emisyonların çevresel maliyetini fiyatlandırarak, yeşil dönüşüm için finansman sağlamaktadır. 2023 yılında karbon fiyatlandırma mekanizmaları sayesinde küresel ölçekte 104 milyar dolar gelir elde edilmiştir. Bu gelirin büyük bir kısmı emisyon ticaret sistemlerinden sağlanmıştır. Gelirin yarısından fazlası da iklim ve çevre projelerine aktarılmıştır. Raporda ayrıca, orta gelirli ülkelerin karbon kredilendirme düzenlemelerini artırdığı ve gönüllü karbon piyasalarındaki talebin büyük ölçüde şirketlerin kendi denkleştirme hedeflerinden doğduğu belirtilmiştir.

Ülkeler, doğrudan karbon vergileri ve emisyon ticaret sistemleriyle sera gazı emisyonlarını fiyatlandırmaya daha fazla yönelirken, yakıt vergileri ve sübvansiyon reformları gibi dolaylı yöntemler de emisyon azaltımında önemli rol oynamaya devam etmektedir. (Agnolucci et al., 2024).

Küresel sera gazı emisyonları, 21. yüzyılın başından itibaren özellikle Çin ve gelişmekte olan ülkelerin artan emisyonları nedeniyle yükseliş göstermiştir. Atmosferdeki sera gazlarının yoğunluğu, doğal sera etkisini önemli ölçüde güçlendirerek Dünya'daki yaşamı olumsuz etkileyecek seviyeye

ulaşmıştır.mŞekil 2'de gösterildiği gibi giderek artan bir ivme ile 2023 yılında küresel sera gazı emisyonları 53,0 Gt CO2'ye ulaşmıştır.



Şekil 2. Dünya Küresel Sera Gazı Emisyonu

Bu rakam kaydedilen en yüksek seviyeyi temsil etmektedir. UNFCCC çerçevesinde ülkeler kendi ulusal emisyon envanterlerini geliştirmekte ve sera gazı emisyonlarını azaltmak için eylemler yapmaktadır. Küresel sera gazı emisyonlarının sebebi olan ve ana katkıda bulunan fosil CO2 emisyonları, iklim değişikliği azaltma anlaşmalarına rağmen dünya düzeyinde artmaya devam etmektedir.

İklim değişikliğinin büyüme ve kalkınma üzerindeki etkileri, gelecekteki ekonomik istikrar ve toplumsal refah için önemli bir risk oluşturmaktadır. Küresel ısınmaya karşı harekete geçilmemesi durumunda, iklim değişikliğinin her yıl küresel GSMH'nin en az %5'ini kaybettireceği ve kapsamlı riskler de dahil edildiğinde bu oranın %20 veya üzerine çıkabileceği öngörülmektedir (Çelikkol & Özkan, 2015).

Dünya çapında karbon kredisi piyasaları hızla büyümektedir. Avrupa Birliği Emisyon Ticareti Sistemi (EU ETS), dünya çapında en büyük zorunlu karbon ticareti sistemlerinden biridir (Çetintaş & Türköz, 2020). ABD, Çin ve diğer büyük ekonomiler de karbon piyasalarını geliştirmektedir. Türkiye'de ise henüz tam anlamıyla entegre bir karbon piyasası bulunmamakla birlikte, çeşitli karbon denkleştirme projeleri yürütülmektedir. Türkiye'nin Paris Anlaşması'na taraf olmasıyla birlikte, karbon ticareti alanında yeni fırsatlar ve düzenlemeler gündeme gelmiştir (Özdemir & Köse, 2024).

Karbon kredileri, doğru şekilde uygulandığında küresel iklim mücadelesinde etkili bir araç olabilir. Ancak, piyasaların daha şeffaf, denetlenebilir ve adil olması gerekmektedir. Türkiye, bu alanda gelişen düzenlemeleri takip ederek karbon ticaretinde daha aktif bir rol oynayabilecektir. Gelecekte, daha güçlü denetim mekanizmaları ve sürdürülebilir projelerle karbon kredisi sisteminin gerçek anlamda fayda sağlaması mümkün olabilir.

4. Yöntem

4.1. Metodoloji

Karbon kredileri, doğru şekilde uygulandığında küresel iklim mücadelesinde etkili bir araç olabilecektir. Küresel emisyonların azaltılmasına katkıda bulunmak amacıyla geliştirilen karbon kredi politikasının sürdürülebilirlik konusunda yeterli adımlar atılmadan, çevre dostu bir imaj çizmek için de kullanılabilmektedir (Aldy, 2015; Narassimhan et al., 2018). Yeşil yıkama (greenwashing) adı verilen

bu durum, gerçek emisyon azaltım faaliyetleri gerçekleştirmeden sadece karbon kredisi satın alarak çevreye duyarlı bir imaj oluşturulmaya çalışmaktadır. Bu çalışmada karbon kredi politikasının karbon emisyonları üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla seçilen ülkeler bazında bir değerlendirme yapılmaktadır.

Karbon politikası sistemini seçen ülkelerden toplanacak veriler, panel veri analiz tekniği için daha uygun bir yapı sunmaktadır. Panel veriler de birime ait (kişi, işletme, ülke, vb.) verilerin zaman içindeki gözlemlerini içermektedir. Dolayısıyla panel veriler yatay kesit verileri (cross-sectional data) ile zaman seri verilerinin (time series data) birleşimidir. Verilerin bu şekilde olması zaman ve birim boyutlarını birleştirilerek daha zengin, daha güvenilir ve daha esnek analizler yapılmasına olanak sağlamaktadır. (Yerdelen Tatoğlu, 2020).

Panel veri modelinin gösterimi ise,

$$Y_{it} = \alpha_{it} + \beta_{kit}.X_{kit} + u_{it} \qquad i = 1,2, \dots \dots .. N \quad t = 1,2, \dots \dots \dots T$$

Y= Bağımlı Değişken

X= Bağımsız Değişken

β= Eğim Katsayısı

α= Sabit Katsayı

u= Hata Terimi

Panel veri analizinde Pooled OLS (Havuzlanmış En Küçük Kareler), Sabit Etkiler Modeli (Fixed Effects - FE) ve Rassal Etkiler Modeli (Random Effects - RE) olmak üzere üç ana modeli bulunmaktadır. Panel veri analizinde kullanılan modellerin doğru ve güvenilir sonuçlar üretmesi için belirli temel varsayımların sağlanması gerekmektedir. Analiz yapılmadan önce panel veri analizindeki varsayımlar sınanmıştır.

4.2.Veri Seti

Ülkelerin karbon kredi politikasının karbon emisyonları üzerindeki etkisini görmek için veri seti ETS ve karbon kredisi kullanımı yüksek gelişmiş ülkelerden oluşturulmuştur. Panel veri setinin sadece gelişmiş ülkelerden oluşturulmasının sebebi, yüksek gelirli ülkeler bu mekanizmaları daha erken benimsemiş ve uygulamaya koydukları için karbon kredi politikasının bu ülkelerde daha yaygın olması ve etkilerinin daha doğru tespit edilebilmesi içindir.

Uluslararası Para Fonu'nun (IMF) Nisan 2024 tarihli Dünya Ekonomik Görünümü raporuna göre 41 ülke gelişmiş ekonomi olarak sınıflandırılmaktadır. Bu ülkelerden karbon kredisini kullanan ve kullanmayan ülkeler şeklinde ikili bir ayrıma gidilerek her grup için beş ülke seçilmiştir. Karbon kredisi kullanan gelişmiş ülkeler Almanya, Fransa, İngiltere, İspanya ve İtalya; kullanmayan veya çok sınırlı kullanan gelişmiş ülkeler olarak ise İsviçre, Güney Kore, Singapur, İzlanda ve Yeni Zelanda belirlenmiştir.

Özellikle bu ülkelerin seçilmesinin sebebi ise öncelikle gelişmiş ülkelerin seçimi için ortak bir zaman noktasının referans noktası olarak alınması gerekliliğidir. Seçilen bu zaman noktasına göre ülkelerin öncesi ve sonrasındaki karbon politikalarına göre ülkelerin kişi başı CO2 emisyonuna bakılarak, karbon

kredi politikasının başarılı olup olmadığı yorumu yapılabilecektir. 2005 yılı Avrupa Birliği'nin karbon piyasasının başlama yılıdır. Seçilen bu gelişmiş ülkelerin hepsi 2005 yılında Avrupa Birliği Emisyon Ticaret Sistemine (EU ETS) katılmıştır. Dolayısıyla bu ülkelerin 2005 yılı öncesi ve sonrası karbon kredisi politikasının karbon emisyonlarının azaltılmasına yönelik başarısı hakkında bir değerlendirme yapılabilecektir. Bu işlemi yaparken bir kontrol grubuna ihtiyaç bulunmaktadır. Söz konusu bu kontrol grubu 2005 yılından önce ve sonra Avrupa Birliği Emisyon Ticaret Sistemine (EU ETS) katılmamış ve karbon kredi politikası olmayan gelişmiş ülkelerden seçilmesi gerekmektedir. Karbon piyasası olmayan ülkeler doğal bir kontrol grubu oluşturmakta ve zaman içindeki genel değişimlerine bakılarak dış etkenleri filtrelemeye yardımcı olmaları sağlanmaktadır. Bu şartları sağlayan ülkelerden oluşan bir örneklem grubu oluşturulmuştur. Karbon kredi politikası mekanizmasının işleyişinin zaman alabileceği varsayımı ile bilgi penceresi 10 yıl seçilmiştir. Seçilen ülkelerin 2005 yılından önceki 10 yıl verileri ile 2005 yılından sonraki 10 yıl verilerindeki değişim incelenmiştir. Dolayısıyla panel veri seti 1995 ile 2015 yılları arasındaki dönemi kapsamaktadır. Modelde kullanılan değişkenler ve açıklamaları Tablo 1'dedir.

Tablo 1. Modelde Kullanılan Değişkenler ve Açıklamaları

S.Nu.	Değişken Türü	Değişken İsmi	Açıklama
1	Bağımlı Değişken	Kişi Başı CO2	Karbon emisyonlarındaki değişimi ölçmek amacıyla kullanılan bağımlı değişkendir.
2	Açıklayıcı Değişken	Karbon Kredi Politikası Kullanımı	Karbon kredi sistemini uygulayan ülkeleri 1, uygulamayanları 0 ile kodlayan kukla değişkendir; politikaların CO2 emisyonları üzerindeki etkisini analiz etmek için kullanılır.
3	Kontrol Değişkenleri	Fosil Yakıt Tüketimi	Fosil yakıtların (kömür, petrol, doğalgaz vb.) yanması doğrudan CO2 salımına neden olduğundan, emisyon düzeyleri üzerindeki belirleyici etkisini kontrol etmek amacıyla modele dahil edilmiştir.
4		Ln GYSİH	Ekonomik büyüme, artan üretim ve tüketim yoluyla enerji talebini artırarak CO2 emisyonlarını yükseltebileceği için, ekonomik aktivite düzeyini temsil eden kontrol değişkeni olarak kullanılmıştır.

Model'de kontrol grubunu kullanmak önemlidir. Çünkü ülkelerin sadece karbon piyasası öncesi ve sonrası durumlarının analizi yapılırsa ile zaman içinde görülen karbon emisyon değişikliklerinin gerçekten ETS'den mi yoksa başka makroekonomik faktörlerden mi kaynaklandığını çıkarımı yapılamayacaktır (Felek et al., 2023; Lin & Yang, 2023; Ma et al., 2022). Ancak karbon piyasası olmayan ülkelerle karşılaştırma yaparak net etki ölçülebilmektedir. Varsayımları karşılama şartlarına göre panel regresyonuna karar verilecektir.

4.3.Bulgular

Ülkelerin karbon kredi politikasının karbon emisyonları üzerindeki etkisinin var olup olmadığını ispat etmek için panel veri analiz yöntemi seçilmiştir. Panel veri analiz yöntemini kullanmadan yönteme ilişkin varsayımların sınanması gerekmektedir. Panel veri analizinin varsayımlarında homojenlik durumu kontrol edildiğinde, panelin heterojen olduğu, yatay kesit bağımlılığının, heteroskedastisite ve otokorelasyon sorunun olduğu, 2 serinin düzeyde durağan olup, bir serinin birinci farkının alınmasıyla durağan hale geldiği, birim ve zaman etkisinin varlığı gözlemlenmiştir. Söz konusu varsayımları sağlamak için Driscoll-Kraay Standart Hatalarıyla Sabit Etkiler Panel Regresyon yapılmış ve sonuçları Tablo 2'de sunulmuştur. Tablo 2'de sunulan modeller, 2005 referans alınarak farklı zaman aralıklarındaki (±10, ±5, ±3 ve ±1 yıl) değişimlerin sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 2. Driscoll-Kraay Standart Hatalarıyla Sabit Etkiler Panel Regresyonu

	Model (1)	Model (2)	Model (3)	Model (4)
Fosil Yakıt Tüketimi	0.121***	0.112***	0.063***	0.055**
	(0.026)	(0.020)	(0.006)	(0.010)
D. Ln GYSİH	1.216	2.489	2.141	2.419
	(2.186)	(2.790)	(3.639)	(2.532)
Karbon Kredi Politikası	-0.442**	-0.288*	-0.173	-0.068
	(0.197)	(0.159)	(0.098)	(0.034)
(Constant)	-0.698	0.013	3.595***	4.134**
	(1.732)	(1.418)	(0.526)	(0.784)
Gözlem Sayısı	200	110	70	30
Banka Sayısı	10	10	10	10
Zaman Periyodu	1995-2015	2000-2010	2002-2008	2004-2006
Ülke Etkisi	dahil	dahil	dahil	dahil
Δ Yıl	±10	±5	±3	±1
Zaman Etkisi	dahil	dahil	dahil	dahil
Within R-squared	0.4381	0.3688	0.1788	0.1348

Not: Parantez içindeki değerler standart hatayı göstermektedir.***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Tablo 2'deki sonuçlar incelendiğinde öncelikle çalışmanın temel hipotezi olan,

H0: Gelişmiş ülkelerin karbon kredi politikalarının karbon emisyonu üzerinde etkisi yoktur.

H1: Gelişmiş ülkelerin karbon kredi politikalarının karbon emisyonu üzerinde etkisi vardır.

şeklinde kurulan H0 hipotezinin incelenen dönem için red edildiği görülmektedir. Panel regresyon modelindeki seriler incelendiğinde Karbon Kredisi Politikasındaki bir birimlik artışın, kişi başı CO2 emisyonunu düşürdüğü tespit edilmiştir. Bu durum gelişmiş ülkelerce uygulanan karbon kredi

politikalarının amacını gerçekleştirdiğini göstermesi açısından önemli bir bulgudur. Kontrol değişkenlerine bakıldığında fosil yakıt tüketimindeki artışın, CO2 emisyonunu artırmaktadır. Modelde her ne kadar kişi başına GSYİH'nın kişi başı CO2 emisyonunu artırdığı görülse de katsayısı istatistiksel olarak anlamlı değildir.

5. Tartışma

Karbon kredisi sistemine yönelik bazı eleştiriler de bulunmaktadır. En büyük eleştirilerden biri, "yeşil yıkama" (greenwashing) adı verilen uygulamalardır. Bazı şirketler, gerçek emisyon azaltımları gerçekleştirmeden sadece karbon kredisi satın alarak çevreye duyarlı bir imaj oluşturmaya çalışmaktadır. Ayrıca, bazı karbon denkleştirme projelerinin sürdürülebilirliği ve gerçekten emisyonları azalttığı konusunda soru işaretleri vardır. Bunun yanı sıra, gelişmekte olan ülkelerde karbon projeleriyle ilgili finansman, mülkiyet hakları ve sosyal etkiler gibi çeşitli sorunlar da gündeme gelmektedir.

Karbon kredisi doğru şekilde uygulandığında küresel iklim mücadelesinde etkili bir araç olabilecektir. Yapılan bu çalışmada karbon kredi politasına sahip ülkelerin, olmayan ülkelere göre karbon emisyonlarının azalması sistemin çalışmasını doğrular niteliktedir. Bu durum karbon kredilerine yönelik eleştirilere cevap verebilmesi adına da önemlidir. İleri çalışmalarda gelişmiş ülkelerin yanı sıra gelişmekte olan ülkelerin de seçilmesi ve ülke ve yıl bazında bireysel inceleme yapılması, daha kapsamlı bir analiz için güçlü bir yaklaşım sunacaktır.

Sonuç ve Öneriler

Karbon kredileri, küresel emisyonların azaltılmasına katkıda bulunmak amacıyla yenilenebilir enerji projelerini ve sürdürülebilir projeleri finanse etmek için kullanılmaktadır. Bunun sağlanması için devletler, işletmeler ve bireyler karbon kredilerini zorunlu veya gönüllü piyasalardan satın alarak, iklim değişikliğiyle mücadele etmektedir.

Bu çalışmada, karbon kredi politikalarının gelişmiş ülkelerdeki kişi başına düşen karbon emisyonları üzerindeki etkisi panel veri analizi ile incelenmiştir. Elde edilen bulgular, karbon kredisi sistemini benimseyen ülkelerde karbon emisyonlarının anlamlı bir şekilde azaldığını ortaya koymaktadır. Özellikle fosil yakıt tüketimi gibi kontrol değişkenlerinin emisyon artışına katkı sağladığı tespit edilirken, karbon kredisi politikalarının bu olumsuz etkiyi dengeleyici bir rol oynadığı görülmüştür. Bu sonuçlar, karbon piyasalarının çevresel sürdürülebilirlik açısından işlevsel bir araç olabileceğini desteklemektedir. Ancak sistemin etkinliğinin artırılması için şeffaflık, denetim ve proje kalitesinin daha da geliştirilmesi gerekmektedir. Karbon kredilerinin yalnızca yeşil bir imaj yaratmak için değil, gerçek ve kalıcı emisyon azaltımları sağlamak amacıyla kullanılması önem arz etmektedir.

Gelecekte yapılacak çalışmalar, farklı gelir gruplarındaki ülkelerin ve daha uzun dönemli verilerin incelenmesiyle bu bulguların genellenebilirliği artırılabilinecektir. Böylece, küresel iklim değişikliğiyle mücadelede daha etkili ve kapsayıcı karbon politikalarının geliştirilmesi sağlanabilecektir.

Kaynakça

Agnolucci, P., Fischer, C., Heine, D., Montes de Oca Leon, M., Pryor, J., Patroni, K., & Hallegatte, S. (2024). Measuring total carbon pricing. *The World Bank Research Observer*, *39*(2), 227-258.

Akyol, H. (2022). İklim Değişikliği Türkiye'de Ekonomik Büyüme İçin Bir Risk Oluşturur mu? *Afet ve Risk Dergisi*, *5*(1), 179-195.

Aldy, J. E. (2015). Pricing climate risk mitigation. *Nature climate change*, *5*(5), 396-398.

Aydoğdu, D. G., & Özşahin, G. (2023). Büyüme, eşitsizlik ve karbon emisyonu: Yükselen piyasa ekonomilerinde çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin analizi. *Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi E-Dergi*, *12*(1), 133-148.

Çelikkol, H., & Özkan, N. (2015). Karbon Piyasalari ve Türkiye Perspektifi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*(31).

Çetintaş, H., & Türköz, K. (2020). İklim Değişikliği İle Mücadelede Karbon Piyasalarının Rolü.

Damayanti, T., Aslanoğlu, S., & Doğan, U. (2024). Karbon Piyasası: Yeni ve Gelecek Araştırmalar. *İşletme Akademisi Dergisi*, *5*(1), 32-51.

Erpul, G., Görücü, Ö., Gül, A., Güneş, Y., Akgöz, R., İnce, K., & Yılmaz, Ü. S. (2024). İklim Değişikliğine Uyum Sürecinde Orman Dışı Alanlarda Yeni Karbon Yutak Alanlarının Tesisi Ve Karbon Çiftçiliği. *Çevre Şehir ve İklim Dergisi*, *1*(Özel), 68-92.

Felek, Ş., Karademir, C., & Ceylan, R. (2023). Bitcoin ile Karbon Emisyonu İlişkisi: Doğrusal Olmayan Eşbütünleşme Analizi. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, *8*(1), 141-162.

Gürbüz, C., Aracı, Ö. N. K., & Bekçi, İ. (2020). Dünya'da ve Türkiye'de Karbon Ticareti Ve Karbon Muhasebesi Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma.

Kompas, T., Pham, V. H., & Che, T. N. (2018). The effects of climate change on GDP by country and the global economic gains from complying with the Paris climate accord. *Earth's Future*, *6*(8), 1153-1173.

Lin, B., & Yang, M. (2023). Choosing the right policy: Factors influencing the preferences of consumption-side personal carbon reduction policies. *Journal of Environmental Management*, *326*, 116706.

Ma, L., Hong, Y., & Chen, X. (2022). Can green economy and ecological welfare achieve synergistic development? The perspective of the "Two Mountains" theory. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(11), 6460.

Menteşe, B. (2021). Yeşil Tahvilin Gelişimi ve Türkiye'deki Uygulamaları. *Uluslararası Muhasebe ve Finans Araştırmaları Dergisi*, *3*(1), 94-117.

Narassimhan, E., Gallagher, K. S., Koester, S., & Alejo, J. R. (2018). Carbon pricing in practice: A review of existing emissions trading systems. *Climate Policy*, *18*(8), 967-991.

Özdemir, H., & Köse, M. (2024). Karbon Vergisi, Emisyon Ticaret Sistemi ve Sınırda Karbon Düzenlemesi: Türkiye Açısından Değerlendirmeler. *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *25*(3), 518-541.

Salma, A., Fryda, L., & Djelal, H. (2024). Biochar: a key player in carbon credits and climate mitigation. *Resources*, *13*(2), 31.

Trenberth, K. E. (2018). Climate change caused by human activities is happening and it already has major consequences. *Journal of energy & natural resources law*, *36*(4), 463-481.

World Meteorological Organization, W. (2025). *Significant Weather & Climate Events 2024*.

Yerdelen Tatoğlu, F. (2020). Panel Zaman Serileri Analizi Stata Uygulamalı. (3.Baskı)

Yetiş, Ş., & Özden, S. (2024). Türkiye'de Karbon Piyasalarının Gelişimi ve Ormancılığa Etkisi. *The Journal of Social Sciences*, *34*(34), 457-477.

Yurttagüler, İ. (2024). Karbon Emisyonu Vadeli İşlem Piyasasında Oynaklığın Tahmini: Küresel Karbon Vadeli İşlemleri Endeksi Örneği. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, *23*(91), 1219-1235.

DÜNYA'DA ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK REKLAMCILIĞINDA EN GELİŞMİŞ 5 ÜLKENİN KARŞILAŞTIRILMASI

COMPARİSON OF THE 5 MOST DEVELOPED COUNTRİES İN AUGMENTED REALİTY ADVERTİSİNG İN THE WORLD

Samet ÇELİK

Özet

Bu bildiri, artırılmış gerçeklik (AR) teknolojisinin reklamcılık alanındaki kullanımını ele alarak, dünya genelinde en gelişmiş beş ülkenin bu alandaki konumlarını karşılaştırmaktadır. Çalışma, AR reklamcılığına yönelik teknolojik altyapı, yatırım düzeyi, kullanıcı adaptasyonu, düzenleyici çerçeve ve sektörel yenilikler gibi temel kriterleri incelemektedir. Literatür taraması ve güncel endüstri raporları doğrultusunda yapılan değerlendirmede, Amerika Birleşik Devletleri, Çin, Güney Kore, Birleşik Krallık ve Almanya öne çıkan ülkeler olarak belirlenmiştir. Sonuçlar, ABD'nin yenilikçi AR reklam modelleri ve büyük ölçekli yatırım ekosistemiyle lider konumda olduğunu; Çin'in geniş kullanıcı kitlesi ve hükümet destekli teknolojik gelişmeleriyle hızla yükseldiğini; Güney Kore'nin 5G altyapısı ve etkileşimli reklam deneyimleriyle dikkat çektiğini; Birleşik Krallık'ın yaratıcı ajanslarının öncülüğünde Avrupa pazarında güçlü bir konumda bulunduğunu; Almanya'nın ise veri güvenliği odaklı düzenlemelerle AR reklamcılığında yenilikçi fakat temkinli bir yaklaşım benimsediğini ortaya koymaktadır. Bu çalışmanın, artırılmış gerçeklik reklamcılığının küresel ölçekte nasıl şekillendiğini anlamaya yönelik önemli bir katkı sağlaması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Artırılmış Gerçeklik, Reklamcılık, Teknoloji, Karşılaştırmalı Analiz, Dijital Pazarlama

Abstract

This paper examines the use of augmented reality (AR) technology in advertising and compares the position of the five most developed countries worldwide. The study examines key criteria for AR advertising such as technological infrastructure, investment level, user adoption, regulatory framework and industry innovations. Based on a literature review and recent industry reports, the United States, China, South Korea, the United Kingdom and Germany were identified as the leading countries. The results reveal that the US is the leader with its innovative AR advertising models and large-scale investment ecosystem; China is rising rapidly with its large user base and government-backed technological developments; South Korea stands out with its 5G infrastructure and interactive advertising experiences; the UK has a strong position in the European market led by its creative agencies; and Germany adopts an innovative but cautious approach to AR advertising with data security- oriented regulations. This study is expected to make a significant contribution to understanding how augmented reality advertising is shaped on a global scale.

Keywords: Augmented Reality, Advertising, Comparative Analysis, Digital Marketing, Technology

Yüksek Lisans Öğrencisi, Yozgat Bozok Üniversitesi, samet.celik@gsb.gov.tr - 0009-0009-3876-6785

1. GİRİŞ

Dijital çağın hızla ilerlemesiyle birlikte reklamcılık anlayışı da köklü bir dönüşüm geçirmekte ve geleneksel pazarlama stratejileri yerini teknolojik yeniliklerle entegre edilmiş dijital reklamcılığa bırakmaktadır. Bu bağlamda, son yıllarda giderek daha fazla önem kazanan artırılmış gerçeklik (AR) teknolojisi, markalar için yeni ve etkili bir reklamcılık aracı haline gelmiştir. Artırılmış gerçeklik, fiziksel dünya ile sanal unsurların gerçek zamanlı olarak birleştirilmesini sağlayarak kullanıcı deneyimini üst seviyeye taşımaktadır (Azuma, 1997). Reklamcılık alanında AR uygulamaları, tüketicilere daha etkileşimli, kişiselleştirilmiş ve ilgi çekici içerikler sunarak geleneksel dijital reklamcılığın karşılaştığı "reklam körlüğü" gibi sorunları aşmada kritik bir rol oynamaktadır (Dwivedi vd., 2020).

Son yıllarda küresel reklam endüstrisi, artırılmış gerçeklik teknolojisini daha geniş ölçekli pazarlama kampanyalarında kullanmaya başlamış ve bu doğrultuda yatırımlar hızla artmıştır. Statista (2023) verilerine göre, artırılmış gerçeklik reklamcılığı pazarı 2022 yılında yaklaşık 3.9 milyar dolar seviyesinde gerçekleşmiş olup, 2027 yılına kadar 15 milyar doları aşması beklenmektedir. Özellikle mobil cihazların yaygınlaşması, 5G bağlantı hızlarının artırılması ve yapay zekâ destekli AR çözümlerinin gelişmesiyle birlikte markalar, tüketicilerle etkileşim kurmanın yeni yollarını keşfetmektedirler (Javornik, 2016).

Artırılmış gerçeklik, tüketicilere dijital içeriklerle fiziksel dünyayı bütünleştirerek zenginleştirilmiş deneyimler sunmakta ve bu sayede markaların kullanıcılarla etkileşimini güçlendirmektedir (Poushneh & Vasquez-Parraga, 2017). Günümüzde AR reklamcılığı, e-ticaret, perakende, otomotiv, turizm ve eğlence sektörlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle IKEA'nın AR tabanlı *IKEA Place* uygulaması, kullanıcıların satın alma öncesinde ürünleri evlerinde sanal olarak yerleştirerek deneyimlemelerine olanak tanımakta ve bu durum satın alma kararlarını olumlu yönde etkilemektedir (Heller vd. 2019). Benzer şekilde, Nike ve Adidas gibi spor giyim markaları, müşterilerin artırılmış gerçeklik ile ürünleri sanal olarak denemelerine ve kişiselleştirilmiş alışveriş deneyimleri yaşamalarına imkân tanımaktadırlar (Rauschnabel, Felix & Hinsch, 2019).

Artırılmış gerçeklik reklamcılığının önemi, tüketicilerin giderek daha fazla etkileşimli ve deneyim odaklı içerikler talep etmesiyle artmaktadır. Geleneksel reklam formatları, özellikle mobil cihaz kullanıcıları arasında giderek daha az etkili hale gelmekte ve tüketiciler, klasik banner reklamları veya pop-up reklamlarını görmezden gelme eğiliminde bulunmaktadır (Yim, Chu & Sauer, 2017). AR reklamcılığı, bu sorunu aşarak kullanıcıların ilgisini çekmekte ve marka mesajlarının daha etkili bir şekilde iletilmesini sağlamaktadır.

Ayrıca, artırılmış gerçeklik teknolojisinin küresel pazardaki gelişimi, ülkeler arasındaki ekonomik, teknolojik ve düzenleyici farklılıklar nedeniyle değişkenlik göstermektedir. ABD, Çin, Güney Kore, Birleşik Krallık ve Almanya gibi ülkeler, AR reklamcılığı alanında öncü konumda bulunmakta olup, her biri kendi özel dinamikleri doğrultusunda bu teknolojiyi benimsemekte ve geliştirmektedirler. Örneğin, ABD, büyük teknoloji şirketlerinin (Google, Meta, Apple) yatırımlarıyla AR reklamcılığı alanında lider konumda yer almakta; Çin ise geniş kullanıcı tabanı ve devlet destekli inovasyon projeleriyle bu alanda hızla ilerlemektedir (Papagiannidis, Pantano & See-To, 2020). Güney Kore, gelişmiş 5G altyapısı sayesinde AR tabanlı reklam kampanyalarına en elverişli ülkelerden biri olarak öne çıkarken, Birleşik Krallık yaratıcı ajanslarıyla sektöre yön veren ülkelerden biri haline gelmiştir (Kim & Hyun, 2020). Almanya ise sıkı veri güvenliği düzenlemeleri nedeniyle bu teknolojiyi daha temkinli bir şekilde

benimsemekte olup, AR reklamcılığına yönelik benzersiz bir yasal çerçeve geliştirmektedir (Müller-Brockhausen vd. 2021).

Bu çalışma, artırılmış gerçeklik reklamcılığı alanında dünya genelinde en gelişmiş beş ülkeyi (ABD, Çin, Güney Kore, Birleşik Krallık ve Almanya) karşılaştırmalı bir analiz çerçevesinde ele almayı amaçlamaktadır. Bu ülkelerin teknolojik altyapıları, yatırım seviyeleri, kullanıcı adaptasyonu, düzenleyici çerçeveleri ve sektördeki yenilikçi uygulamaları analiz edilerek, artırılmış gerçeklik reklamcılığının küresel gelişimi konusunda kapsamlı bir bakış açısı sunulması hedeflenmektedir.

Bu doğrultuda çalışmanın temel araştırma soruları şu şekilde belirlenmiştir:

1. Teknolojik altyapı açısından hangi ülkeler artırılmış gerçeklik reklamcılığında daha ileri seviyededir?
2. AR reklamcılığına yapılan yatırımlar açısından ülkeler arasında nasıl farklılıklar gözlemlenmektedir?
3. Kullanıcı adaptasyonu ve tüketici eğilimleri, AR reklamcılığı üzerindeki etkilerini nasıl göstermektedir?
4. Ülkelerin düzenleyici çerçeveleri AR reklamcılığının gelişimini nasıl yönlendirmektedir?
5. AR reklamcılığına yönelik yenilikçi uygulamalar ve başarılı kampanyalar açısından ülkeler arasında nasıl farklılıklar bulunmaktadır.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada, nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin birleştiği karma bir metodoloji kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu sayede, artırılmış gerçeklik reklamcılığının gelişmiş beş ülke (ABD, Çin, Güney Kore, Birleşik Krallık ve Almanya) özelinde karşılaştırmalı olarak incelenmesi sağlanmış ve bu ülkelerin sektör içerisindeki konumları analiz edilmiştir.

2.1. Araştırma Tasarımı

Bu çalışma, artırılmış gerçeklik reklamcılığı alanında dünya çapında en gelişmiş beş ülkeyi karşılaştırmalı olarak inceleyen betimsel bir araştırma tasarımına sahiptir. Karşılaştırmalı araştırmalar, belirli kriterlere göre ülkelerin veya sistemlerin karşılaştırılmasını sağlayarak, farklı bağlamlarda ortaya çıkan benzerlikleri ve farklılıkları analiz etmeye olanak tanımaktadır (Creswell, 2014).

Çalışma, karma araştırma (mixed-method) yöntemi çerçevesinde yapılandırılmış olup, hem nitel hem de nicel veri toplama ve analiz teknikleri kullanılmıştır. Nicel veriler, istatistiksel göstergeler ve sektör raporları üzerinden değerlendirilirken, nitel analiz kapsamında sektörel eğilimler, devlet politikaları ve tüketici davranışları derinlemesine incelenmiştir.

2.2. Veri Toplama Yöntemleri

Araştırma kapsamında kullanılan veri toplama yöntemleri iki ana başlık altında ele alınmıştır:

- İkincil veri analizi (secondary data analysis): Çalışmada, artırılmış gerçeklik reklamcılığına yönelik global pazar analizleri, resmi hükümet raporları, uluslararası pazarlama ve teknoloji dergilerinde yayımlanmış bilimsel makaleler, endüstri raporları (e.g., Statista, PwC, McKinsey & Company) ve sektörel analizler incelenmiştir. Bu kaynaklar, ülkeler arasındaki teknolojik

gelişim seviyeleri, yatırım miktarları ve tüketici adaptasyonu gibi unsurları karşılaştırmak amacıyla kullanılmıştır.

- Nitel içerik analizi (qualitative content analysis): AR reklamcılığı alanında gerçekleştirilen başarılı kampanyalar, tüketici yorumları, akademik literatürde yer alan vaka çalışmaları ve ülkelerin düzenleyici çerçeveleri analiz edilerek tematik kodlama yöntemiyle değerlendirilmiştir. Bu analiz sürecinde, her ülkenin artırılmış gerçeklik reklamcılığına yaklaşımı, sektörel dinamikleri ve gelecekteki potansiyel gelişmeleri karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır.

2.3. Araştırma Evreni ve Örneklem

Çalışmanın evreni, artırılmış gerçeklik reklamcılığına yönelik gelişmiş altyapıya sahip ülkeler olarak belirlenmiştir. Araştırmada incelenen ülkeler, teknolojik altyapı, pazar büyüklüğü, tüketici adaptasyonu ve devlet politikaları gibi kriterler doğrultusunda seçilmiştir.

Örneklem, artırılmış gerçeklik reklamcılığı konusunda öncü konumda bulunan beş ülkeyi içermektedir:

1. Amerika Birleşik Devletleri (ABD): Google, Meta, Apple ve Microsoft gibi büyük teknoloji firmalarının liderliği ile AR reklamcılığı alanında öncü ülke.
2. Çin: Hükümet destekli dijitalleşme projeleri ve Alibaba, Tencent gibi firmaların AR reklamlarını benimsemesi nedeniyle yükselen bir güç.
3. Güney Kore: 5G altyapısı ve Samsung gibi teknoloji devlerinin yatırımları sayesinde AR reklamcılığında önemli bir oyuncu.
4. Birleşik Krallık: Yaratıcı endüstrileri ve reklam ajanslarının yenilikçi kampanyaları ile Avrupa'da lider konumda.
5. Almanya: Katı veri güvenliği düzenlemeleri ve tüketici odaklı reklam stratejileri ile dikkat çeken bir ülke.

2.4. Kullanılan Araçlar ve Analiz Teknikleri

Araştırmada kullanılan veri toplama araçları ve analiz yöntemleri aşağıda belirtilmiştir:

- İstatistiksel analiz: Ülkelerin artırılmış gerçeklik reklamcılığına yönelik yatırımları, pazar büyüklüğü, kullanıcı adaptasyon oranları ve sektörel gelişmeler gibi nicel veriler istatistiksel yöntemler ile değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, tanımlayıcı istatistikler (descriptive statistics) kullanılarak her ülkenin sektörel büyüklüğü karşılaştırılmıştır.
- Tematik analiz: Ülkelerin artırılmış gerçeklik reklamcılığı stratejileri, düzenleyici politikaları ve başarılı kampanyaları, tematik içerik analizi (thematic content analysis) yöntemi ile kodlanmış ve ortak eğilimler belirlenmiştir.
- Karşılaştırmalı analiz: Beş ülke arasında artırılmış gerçeklik reklamcılığının gelişimi, inovasyon seviyesi, tüketici adaptasyonu ve düzenleyici çerçeveler açısından karşılaştırmalı analiz (comparative analysis) yöntemiyle değerlendirilmiştir.
- Doküman analizi: Sektör raporları, akademik çalışmalar ve hükümet politikaları doküman analizi yöntemiyle incelenerek ülkelerin artırılmış gerçeklik reklamcılığı alanındaki politikaları ve stratejileri analiz edilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Artırılmış Gerçeklik Reklamcılığında Teknolojik Altyapı

Araştırma kapsamında analiz edilen ülkelerin artırılmış gerçeklik reklamcılığına yönelik teknolojik altyapıları, genişbant internet erişimi, 5G penetrasyonu, AR donanım ve yazılım geliştirme yetkinlikleri gibi unsurlar açısından değerlendirilmiştir. Tablo 1, incelenen ülkelerin 5G altyapısı ve artırılmış gerçeklik destekli cihaz üretimi açısından mevcut durumunu göstermektedir.

Tablo 1: Seçili Ülkelerin Artırılmış Gerçeklik Teknolojilerine Uyum Kapasiteleri

Ülke	5G Penetrasyonu (%)	AR Donanım Üreticileri	AR Yazılım Geliştirme Faaliyetleri
ABD	85%	Meta, Apple, Microsoft	Yüksek (Google ARCore, Meta SDK)
Çin	92%	Huawei, Tencent	Yüksek (Alibaba Cloud AR)
Güney Kore	95%	Samsung, LG	Yüksek (SK Telecom AR Labs)
Birleşik Krallık	80%	-	Orta (Reklam Ajansları Odaklı)
Almanya	78%	-	Orta (Endüstriyel AR Çözümleri)

3.2. Artırılmış Gerçeklik Reklamcılığına Yapılan Yatırımlar

Araştırmaya konu olan beş ülkenin AR reklamcılığına yönelik yaptığı yatırımlar, devlet destekleri, özel sektör girişimleri ve yıllık pazar büyüklüğü üzerinden analiz edilmiştir. Tablo 2, incelenen ülkelerde 2023 yılı itibarıyla AR reklamcılığına yapılan toplam yatırım miktarlarını göstermektedir.

Tablo 2: Seçili Ülkelerde AR Reklamcılığına Yapılan Yıllık Yatırımlar (2023, Milyar Dolar)

Ülke	Özel Sektör Yatırımları (Milyar $)	Kamu Destekleri (Milyar $)	Toplam Yatırım (Milyar $)
ABD	8.5	1.2	9.7
Çin	7.8	2.5	10.3
Güney Kore	4.6	1.8	6.4
Birleşik Krallık	2.9	0.5	3.4
Almanya	3.1	0.7	3.8

Sonuçlar, ABD ve Çin'in AR reklamcılığına yapılan yatırımlar açısından küresel liderler olduğunu, özellikle Çin'in kamu destekleri sayesinde daha yüksek bir toplam yatırıma ulaştığını göstermektedir.

3.3. Düzenleyici Çerçeve ve Etik Konular

Her ülkenin AR reklamcılığına yönelik yasal düzenlemeleri ve veri gizliliği politikaları farklılık göstermektedir. Özellikle Almanya ve Birleşik Krallık'ta GDPR (General Data Protection Regulation) kapsamında sıkı veri gizliliği kurallarına uyulması gerekmektedir. Tablo 3, seçili ülkelerin artırılmış gerçeklik reklamcılığına yönelik düzenleyici çerçevelerini karşılaştırmaktadır.

Tablo 3: AR Reklamcılığı ile İlgili Yasal Düzenlemeler ve Veri Güvenliği Politikaları

Ülke	**Kişisel Veri Koruma Seviyesi**	**AR Reklamlarına Yönelik Yasal Çerçeve**
ABD	Orta	Federal Ticaret Komisyonu (FTC) düzenlemeleri mevcut
Çin	Düşük	Hükümet denetiminde esnek düzenlemeler
Güney Kore	Orta-Yüksek	Kişisel Bilgi Koruma Yasası kapsamında düzenlemeler
Birleşik Krallık	Yüksek	GDPR uyumlu katı düzenlemeler
Almanya	Yüksek	GDPR kapsamında en sıkı düzenlemeler

Sonuçlar, Avrupa ülkelerinde veri gizliliği yasalarının daha katı olduğunu, Çin'in ise daha esnek bir düzenleyici çerçeve sunduğunu göstermektedir.

3.4. Yenilikçi AR Reklam Kampanyaları

Araştırmada her ülkede ön plana çıkan yenilikçi AR reklam kampanyaları incelenmiş ve aşağıdaki örnekler belirlenmiştir:

- ABD: Nike'ın AR destekli alışveriş uygulaması ve Meta'nın sanal deneme odaları
- Çin: Alibaba'nın artırılmış gerçeklik tabanlı sanal mağazaları
- Güney Kore: Samsung'un AR destekli ürün tanıtımları
- Birleşik Krallık: Coca-Cola'nın artırılmış gerçeklik reklam panoları
- Almanya: Audi'nin AR destekli otomobil tanıtımları

Araştırma bulguları, artırılmış gerçeklik reklamcılığını geliştirmek isteyen ülkeler ve işletmeler için bazı önemli çıkarımlar sunmaktadır:

- Teknoloji Yatırımlarının Artırılması: ABD ve Çin'in başarısı, güçlü teknolojik altyapı ve sürekli inovasyon yatırımlarıyla ilişkilendirilmektedir. AR reklamcılığı alanında rekabet avantajı elde etmek isteyen ülkeler, 5G altyapısının genişletilmesi ve AR teknolojilerine yönelik devlet teşviklerini artırmalıdır.
- Tüketici Adaptasyonunu Hızlandırmak İçin Deneyim Odaklı Reklamcılık: Bulgular, tüketicilerin artırılmış gerçeklik reklamlarını daha fazla deneyimlediği ülkelerde adaptasyon oranlarının yüksek olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, markalar AR reklamlarını yalnızca tanıtım amaçlı kullanmak yerine, tüketicilere daha etkileşimli deneyimler sunmalıdır.

- Düzenleyici Politikaların Dengelenmesi: Avrupa'daki sıkı veri gizliliği yasaları, tüketicinin korunması açısından önemli olmakla birlikte, AR reklamcılığı sektörünün büyümesini yavaşlatmaktadır. Almanya ve Birleşik Krallık gibi ülkeler, veri gizliliğini korurken inovasyonu destekleyecek daha dengeli düzenlemeler geliştirmelidir.
- AR Reklamcılığına Yönelik Eğitim ve Farkındalık Çalışmaları: Artırılmış gerçeklik reklamlarının benimsenmesi, tüketicilerin bu teknolojiyi anlamasına ve kullanmasına bağlıdır. Özellikle AR teknolojisine yönelik tüketici eğitimi ve farkındalık kampanyaları, reklamların daha etkili olmasını sağlayabilir.
- Yerel Pazar Dinamiklerine Uygun Stratejiler Geliştirilmesi: AR reklamcılığına yatırım yapmak isteyen küresel markalar, her ülkenin düzenleyici çerçevesini, tüketici alışkanlıklarını ve teknoloji altyapısını göz önünde bulundurarak lokalize stratejiler geliştirmelidir.

4. TARTIŞMA

Araştırmanın temel bulguları, artırılmış gerçeklik reklamcılığının gelişiminde ülkeler arasındaki farkların teknolojik altyapı, yatırım büyüklüğü, tüketici adaptasyonu ve düzenleyici çerçeveler gibi faktörlerden kaynaklandığını göstermektedir. Bu bulgular, literatürdeki mevcut çalışmalarla büyük ölçüde örtüşmektedir.

Örneğin, Rauschnabel ve arkadaşları (2019), ABD'nin artırılmış gerçeklik pazarı açısından öncü bir konumda olduğunu, bunun temel nedeninin Meta, Apple ve Google gibi büyük teknoloji firmalarının bu alana yatırım yapması olduğunu belirtmiştir. Araştırmamızda da ABD'nin özellikle AR donanım ve yazılım geliştirme alanında lider konumda olduğu tespit edilmiştir.

Çin özelinde yapılan çalışmalar (Li, Sun & Wang, 2021) ise bu ülkenin artırılmış gerçeklik reklamcılığına yönelik kamu destekleri sayesinde büyük bir gelişim gösterdiğini ortaya koymaktadır. Mevcut araştırmamızda da Çin'in devlet teşvikleriyle toplam yatırım miktarı açısından ABD'yi geçtiği görülmüştür.

Güney Kore'nin AR teknolojileri konusundaki yenilikçi yaklaşımları, Kim ve Hyun (2020) tarafından ele alınmış ve ülkedeki 5G altyapısının AR uygulamalarına olan katkısı vurgulanmıştır. Çalışmamızda da Güney Kore'nin 5G penetrasyon oranı açısından lider konumda olduğu ve tüketicilerin AR reklamlarını benimseme oranlarının yüksek olduğu görülmektedir.

Avrupa ülkeleri açısından Müller-Brockhausen ve arkadaşları (2021) tarafından yapılan çalışmalar, GDPR gibi sıkı veri koruma düzenlemelerinin Almanya ve Birleşik Krallık'ta AR reklamcılığının gelişimini yavaşlattığını belirtmektedir. Mevcut araştırmada da benzer sonuçlara ulaşılmış, bu iki ülkede veri gizliliği politikalarının AR reklamcılığına yönelik yatırımları sınırladığı gözlemlenmiştir.

Bu karşılaştırmalar, araştırma bulgularının literatürdeki mevcut çalışmalarla büyük ölçüde tutarlı olduğunu ve ülkeler arasındaki farklılıkların büyük ölçüde düzenleyici çerçeve ve yatırım politikalarından kaynaklandığını göstermektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma, artırılmış gerçeklik (AR) reklamcılığı alanında ABD, Çin, Güney Kore, Almanya ve Birleşik Krallık'ı kapsayan bir karşılaştırmalı analiz sunarak, bu ülkelerin AR reklamcılığına yönelik stratejilerini, düzenleyici politikalarını ve tüketici adaptasyon süreçlerini incelemiştir. Bulgular, ülkeler

arasındaki farklılıkların büyük ölçüde teknolojik altyapı, yatırım büyüklüğü, tüketici eğilimleri ve düzenleyici politikalar tarafından şekillendiğini göstermektedir. ABD ve Çin, AR reklamcılığı alanında lider konumda olup, bu konumlarını büyük teknoloji firmalarının yatırımları ve devlet teşvikleri ile pekiştirmektedir. Güney Kore ise gelişmiş 5G altyapısı sayesinde AR teknolojisinin benimsenmesini hızlandırmaktadır. Tüketicilerin AR reklamlarını benimseme hızları açısından Çin ve Güney Kore öne çıkarken, ABD'de bireysel şirketlerin inovasyon süreçleri belirleyici olmaktadır. Avrupa ülkelerinde ise veri gizliliğine yönelik sıkı düzenlemeler, AR reklamlarının benimsenmesini sınırlamaktadır. Almanya ve Birleşik Krallık gibi ülkeler, GDPR gibi veri koruma düzenlemeleri nedeniyle daha sıkı kısıtlamalara sahipken, Çin ve ABD'deki daha esnek düzenlemeler sektörün hızlı büyümesine olanak tanımaktadır. Araştırma, etkileşimli ve deneyim odaklı AR reklamlarının geleneksel reklamlara kıyasla tüketiciler üzerinde daha güçlü bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuş, özellikle deneyimsel pazarlama stratejileriyle entegre edilen AR reklamlarının tüketici satın alma eğilimlerini olumlu yönde etkilediğini göstermiştir.

Ancak bu çalışma bazı sınırlılıklar taşımaktadır. Araştırmada kullanılan veriler büyük ölçüde literatür taramaları, sektörel raporlar ve istatistiksel analizlere dayanmakta olup, tüketici deneyimlerine yönelik birincil veri toplama süreci gerçekleştirilmemiştir. Ayrıca, araştırma genel AR reklamcılığı piyasasını ele almış olup, perakende, otomotiv, sağlık veya turizm gibi sektörlerdeki farklı etkiler detaylı bir şekilde incelenmemiştir. Teknolojik gelişmelerin hızlı değişimi nedeniyle de araştırmanın bulguları belirli bir dönemi kapsamaktadır ve ilerleyen yıllarda yeni yeniliklerle değişebilir.

Gelecekteki araştırmalar, AR reklamlarının tüketici psikolojisi üzerindeki etkilerini anlamak için deneysel çalışmalar yapmalı ve sektör bazlı analizler gerçekleştirerek farklı sektörlerdeki etkileri detaylandırmalıdır. Bunun yanı sıra, uzun vadeli etkiler ve AR reklamcılığının yapay zekâ ve metaverse ile entegrasyonu gibi konular da araştırılmalıdır.

Kaynaklar

Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 6*(4), 355-385. https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355

Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications.

Dwivedi, Y. K., Rana, N. P., Slade, E. L., & Kizgin, H. (2020). Augmented reality marketing: Consumer adoption and engagement. *Journal of Business Research, 116*, 361-375. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.008

,Heller, J., Chylinski, M., de Ruyter, K., Keeling, D. I., & Mahr, D. (2019). Let me imagine that for you: Transforming the retail frontline through augmented reality. *Journal of Retailing, 95*(4), 138-154. https://doi.org/10.1016/j.jretai.2019.10.002

Javornik, A. (2016). Augmented reality: Research agenda for studying the impact of its media characteristics on consumer behavior. *Journal of Retailing and Consumer Services, 30*, 252-261. https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2016.02.004

Kim, S., & Hyun, M. Y. (2020). The impact of augmented reality on consumers' attraction and visit intentions in the hospitality industry. *Journal of Hospitality and Tourism Technology, 11*(1), 1-17. https://doi.org/10.1108/JHTT-10-2018-0101

Li, H., Sun, H., & Wang, Y. (2021). Government policies and augmented reality adoption in China: A case study of the e-commerce sector. *International Journal of Information Management, 58*, 102306. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102306

Müller-Brockhausen, L., Schmidt, C., & Zimmermann, R. (2021). Regulatory challenges of augmented reality advertising in Germany. *Journal of Consumer Policy, 44*(3), 321-340. https://doi.org/10.1007/s10603-020-09468-x

Pantano, E., & Servidio, R. (2019). Looking at augmented reality through the consumer's eye: A systematic review. *Journal of Retailing and Consumer Services, 47*, 215-235. https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2018.11.017

Papagiannidis, S., Pantano, E., & See-To, E. W. K. (2020). A conceptual framework for augmented reality shopping applications in retail: Implications for customer engagement. *Journal of Business Research, 131*, 164-172. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.08.002

Poushneh, A., & Vasquez-Parraga, A. Z. (2017). Discernible impact of augmented reality on retail customer's experience, satisfaction, and willingness to buy. *Journal of Retailing and Consumer Services, 34*, 229-234. https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2016.10.005

Rauschnabel, P. A., Felix, R., & Hinsch, C. (2019). Augmented reality marketing: How mobile AR-apps can improve brands through inspiration. *Journal of Retailing and Consumer Services, 49*, 43-53. https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2019.03.004

Statista. (2023). *Augmented reality advertising market size worldwide*. Retrieved from www.statista.com

Yim, M. Y. C., Chu, S. C., & Sauer, P. L. (2017). Is augmented reality technology an effective tool for e-commerce? An interactivity and vividness perspective. *Journal of Interactive Marketing, 39*, 89-103. https://doi.org/10.1016/j.intmar.2017.04.001

SÜRDÜRÜLEBİLİR ULAŞIM İÇİN BİSİKLET ENTEGRASYONU: YOZGAT'TA ALTYAPI, ALGI VE POLİTİKALAR

BICYCLE INTEGRATION FOR SUSTAINABLE TRANSPORTATION: INFRASTRUCTURE, PERCEPTION AND POLICIES IN YOZGAT

İlker ATMACA

Özet

Bu çalışma, Yozgat'ta kentsel bisiklet ulaşımının mevcut durumunu inceleyerek sürdürülebilirlik çerçevesinde geliştirilmesine yönelik öneriler sunmayı amaçlamaktadır. Kentsel ulaşım sistemleri, çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda dönüşüm geçirmektedir. Motorlu taşıtlara bağımlılığın azaltılması, karbon emisyonlarının düşürülmesi ve yaşam kalitesinin artırılması açısından bisiklet ulaşımı önemli bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Ancak, küçük ve orta ölçekli kentlerde, bisiklet kullanımının teşvik edilmesine yönelik politikalar ve altyapılar büyük şehirler kadar gelişmiş değildir.

Yozgat, coğrafi yapısı, nüfus yoğunluğu ve trafik hacmi açısından bisiklet kullanımına uygun bir potansiyel barındırmaktadır. Bununla birlikte, bisiklet yollarının yetersizliği, güvenlik sorunları, farkındalık eksikliği ve kent içi ulaşım politikalarının bisiklet ulaşımını desteklememesi gibi engeller bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında, Yozgat'taki mevcut bisiklet ulaşımı altyapısı analiz edilerek, bisiklet kullanımının artırılması için kentsel planlama bağlamında uygulanabilecek stratejiler tartışılmaktadır.

Çalışmada öncelikle Yozgat'taki bisiklet yolları, bisiklet kullanım alışkanlıkları ve yerel yönetimlerin konuya ilişkin politikaları incelenmiştir. Ardından, sürdürülebilir ulaşım politikaları kapsamında Yozgat için bisiklet dostu kent uygulamaları önerilmektedir. Özellikle bisiklet yollarının kent merkezine entegre edilmesi, bisiklet paylaşım sistemlerinin geliştirilmesi, güvenli park alanlarının oluşturulması ve halkın bilinçlendirilmesi konularına vurgu yapılmaktadır. Son olarak, başarılı bisiklet ulaşımı politikalarına sahip kentlerden örnekler sunularak Yozgat'a uygulanabilir çözümler tartışılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kentsel bisiklet ulaşımı, Ulaşım planlaması, Sürdürülebilir kentsel ulaşım, Yozgat

Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, ilker.atmaca@yobu.edu.tr, 0000-0001-9950-2833

Abstract

This study aims to examine the current state of urban bicycle transportation in Yozgat and to offer suggestions for its development within the framework of sustainability. Urban transportation systems are undergoing a transformation in line with environmental, economic, and social sustainability principles. Bicycle transportation stands out as an important alternative in terms of reducing dependence on motor vehicles, lowering carbon emissions, and increasing quality of life. However, in small and medium-sized cities, policies and infrastructures to promote bicycle use are not as developed as in large cities.

Yozgat has suitable potential for bicycle use in terms of its geographical structure, population density, and traffic volume. However, there are obstacles such as the inadequacy of bicycle paths, security problems, lack of awareness, and the lack of urban transportation policies that support bicycle transportation. Within the scope of this study, the current bicycle transportation infrastructure in Yozgat is analyzed and strategies that can be implemented in the context of urban planning to increase bicycle use are discussed.

In the study, firstly, the bicycle paths in Yozgat, bicycle usage habits, and the policies of local governments regarding the issue were examined. Then, bicycle-friendly city practices for Yozgat are suggested within the scope of sustainable transportation policies. Emphasis is placed on issues such as the integration of bicycle paths into the city center, the development of bicycle sharing systems, the creation of safe parking areas, and raising public awareness. Finally, examples are presented from cities with successful bicycle transportation policies and applicable solutions for Yozgat are discussed.

Keywords: Urban bicycle transportation, Transportation planning, Sustainable urban transportation, Yozgat

1. Giriş

Günümüzde kentleşme süreci, ulaşım sistemlerinin sürdürülebilirlik çerçevesinde yeniden değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Artan motorlu taşıt kullanımı, trafik sıkışıklığı, hava kirliliği ve karbon emisyonları gibi olumsuz çevresel etkiler, alternatif ulaşım türlerinin önemini artırmaktadır. Bu bağlamda, bisiklet ulaşımı, düşük maliyetli, çevre dostu ve sağlıklı bir alternatif olarak öne çıkmaktadır (Ahmed et al., 2024; Harivardhagini et al., 2024). Avrupa'daki birçok kent, bisiklet kullanımını teşvik eden ulaşım politikalarını benimseyerek kent içi hareketliliği daha sürdürülebilir hale getirmiştir (Chun vd., 2023; Castillo-Manzano vd., 2015).

Türkiye'de bisiklet ulaşımına dair önemli adımlar atılmış olmasına rağmen, özellikle küçük ve orta ölçekli kentlerde bu uygulamaların yaygınlık gösterdiği söylenemez. Örneğin, Yozgat gibi kentler, düşük nüfus yoğunluğu ve sınırlı trafik hacmi ile bisiklet kullanımına uygun bir potansiyele sahip olsa da mevcut bisiklet altyapısının yetersizliği, güvenlik sorunları ve kullanıcı farkındalığının düşük olması gibi faktörler, bisiklet kullanımını kısıtlayan temel etkenlerdir (Porter vd., 2018; Adnan vd., 2018).

Bu çalışma, Yozgat'ta bisiklet ulaşımının mevcut durumunu değerlendirerek, sürdürülebilir kentsel ulaşım çerçevesinde geliştirilmesi için öneriler sunmayı amaçlamaktadır. Çalışmada, yerel yönetimlerin politika ve uygulamaları, mevcut altyapının analizi ve başarılı uluslararası örnekler ışığında öneriler geliştirilecektir.

2. Yöntem

Bu çalışmada nitel ve nicel araştırma yöntemleri bir arada kullanılmıştır. Öncelikle, Yozgat'taki bisiklet ulaşımının mevcut durumunu değerlendirmek amacıyla literatür taraması yapılmıştır. Literatür taraması kapsamında, Türkiye ve dünya genelinde bisiklet ulaşımına ilişkin akademik çalışmalar, ulaşım ana planları ve sürdürülebilir ulaşım politikaları incelenmiştir.

Saha çalışması kapsamında, Yozgat merkez ilçedeki bisiklet yollarının mevcut durumu yerinde gözlemlenmiş ve fotoğraflanmıştır. Bu süreçte bisiklet yollarının uzunluğu, bağlantıları, güvenlik durumu ve kullanım yoğunluğu gibi faktörler analiz edilmiştir. Bunun yanı sıra, yerel halkın bisiklet kullanımı konusundaki algı ve deneyimlerini anlamak amacıyla anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Anket, 18-50 yaş arası bisiklet kullanıcılarını kapsayacak şekilde hazırlanmış olup, toplamda 100 katılımcıya uygulanmıştır.

Ayrıca, Yozgat Belediyesi yetkilileriyle yapılan mülakatlar aracılığıyla, bisiklet ulaşımına yönelik mevcut politika ve projeler hakkında bilgi alınmıştır. Mülakatlar, sürdürülebilir ulaşım politikalarının yerel yönetimler tarafından nasıl ele alındığını ve gelecekte bisiklet kullanımının teşvik edilmesi için planlanan projeleri anlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Son olarak, Yozgat'taki mevcut bisiklet altyapısı ve kullanım alışkanlıkları, başarılı bisiklet ulaşımı politikalarına sahip kentlerle karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma, uluslararası örnekler ışığında Yozgat için uygulanabilir stratejilerin belirlenmesine yardımcı olmuştur.

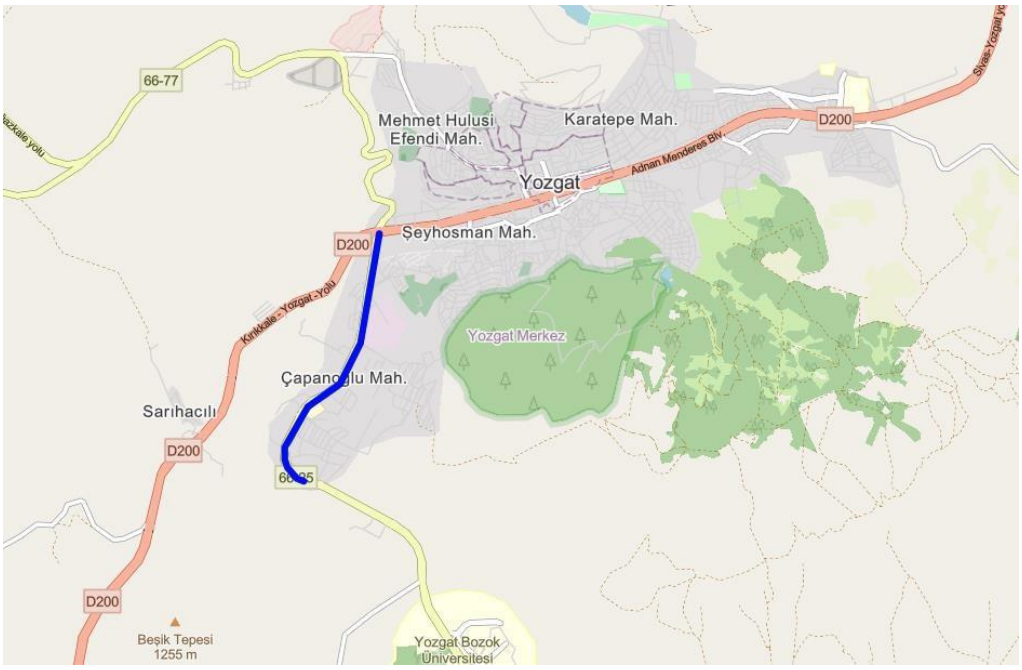
3. Bulgular

Bu bölümde, yapılan analizlerin sonuçları sunulmaktadır. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen saha gözlemleri, anketler ve mülakatlar sonucunda, Yozgat'ta bisiklet ulaşımının mevcut durumu ve kullanıcı alışkanlıkları detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir.

3.1 Bisiklet Altyapısının Mevcut Durumu

Yozgat'ta bisiklet yolları ve altyapısı sınırlı bir düzeydedir (Şekil 1.). Yapılan saha gözlemlerine göre, kent merkezinde çok kısıtlı bir bölümde bisiklet yolu bulunmaktadır. Bisiklet yolu bulunmayan alanlarda ise bisiklet kullanıcıları genellikle araç yollarını veya kaldırımları kullanmaktadır. Bunun sonucunda hem bisiklet kullanıcıları hem de yayalar için güvenlik sorunları ortaya çıkmaktadır.

Şekil 1: Yozgat kent merkezindeki bisiklet yolları



3.2. Bisiklet Kullanım Alışkanlıkları

Anket sonuçlarına göre (Tablo 1.) katılımcıların %75 gibi büyük bir kısmın bisikleti nadiren kullandığı veya hiç kullanmadığı, bisiklet kullananların ise çoğunun (%64), bisikleti spor veya egzersiz amaçlı kullandıkları görülmüştür.

Yozgat merkez ilçedeki bisiklet yollarının durumunu ise tüm katılımcıların %60'ı orta, kötü veya çok kötü olarak değerlendirmektedir.

Tablo 1. Anket çalışması soruları ve sonuçları

Soru	Cevap Sayısı	Oran
Yozgat'ta ne sıklıkla bisiklet kullanıyorsunuz?		
Her gün	7	% 7
Haftada birkaç kez	15	% 15
Ayda birkaç kez	23	% 23
Nadiren	29	% 29
Hiç kullanmıyorum	26	% 26
Bisikleti hangi amaçlarla kullanıyorsunuz? (Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz)		
İşe veya okula gitmek	4	% 5
Alışveriş yapmak	2	% 3
Spor veya egzersiz yapmak	47	% 64
Sosyal aktiviteler (arkadaşlarla buluşmak vb.)	14	% 19
Boş zamanları değerlendirmek	7	% 9
Yozgat'taki bisiklet yollarının durumunu nasıl değerlendiriyorsunuz?		
Çok iyi	7	% 6
İyi	13	% 11

Orta	29	% 26
Kötü	21	% 18
Çok kötü	18	% 16
Yozgat'ta bisiklet kullanımını teşvik etmek için hangi önlemler alınmalıdır? (Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz)		
Bisiklet yolu ağının genişletilmesi	95	% 35
Bisiklet park alanlarının artırılması	32	% 12
Bisiklet kiralama sistemlerinin yaygınlaştırılması	47	% 17
Bisiklet kullanımının faydaları hakkında farkındalık kampanyaları düzenlenmesi	20	% 7
Sürücülerin bisikletlilere karşı daha duyarlı olması için eğitimler verilmesi	80	% 29
Yozgat'ta bisiklet kullanırken karşılaştığınız en büyük sorunlar nelerdir? (Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz)		
Bisiklet yollarının yetersizliği	82	% 22
Trafik yoğunluğu	74	% 20
Güvenlik endişeleri	89	% 24
Bisiklet park yeri eksikliği	41	% 11
Topoğrafya	43	% 11
Hava koşulları	47	% 13
Yozgat'ı bisiklet dostu bir şehir olarak hayal ediyor musunuz?		
Evet	16	% 18
Hayır	74	% 82

Ayrıca katılımcılar, bisiklet kullanırken en çok bisiklet yol ağının yetersizliği, trafik yoğunluğu, güvenlik endişeleri, bisiklet park yeri eksikliği, kentin bazı bölgelerindeki zorlayıcı topoğrafik koşullar ve hava koşulları gibi sorunlarla karşılaşmaktadır.

Katılımcılar, bisiklet kullanımının yaygınlaştırılması ve etkin kullanımın sağlanması noktasında bisiklet yolu ağının genişletilmesi, bisiklet park alanlarının artırılması, bisiklet kiralama sistemlerinin yaygınlaştırılması, bisiklet kullanımının faydaları hakkında farkındalık kampanyaları düzenlenmesi ve sürücülerin bisikletlilere karşı daha duyarlı olması için eğitimler verilmesi gibi önlemlerin alınmasını da talep etmektedir. Mevcut koşulların bu taleplerini destekleyici yapıda olmamasından kaynaklı olarak anket katılımcılarının büyük bir kısmı (%82) Yozgat'ı bisiklet dostu bir şehir olarak hayal etmemektedir.

Genel bir değerlendirme ile anket sonuçlarına göre, Yozgat'ta bisiklet kullanımının yaygın olmadığı ve bisiklet altyapısının yetersiz olduğu görülmektedir. Katılımcılar, bisiklet kullanımını teşvik etmek için çeşitli önlemlerin alınmasını talep etmektedir. Yozgat'ın bisiklet dostu bir şehir olarak algılanması için daha fazla çaba gösterilmesinin gerektiği sonuçlarına ulaşılmıştır.

3.3. Yerel Yönetim Politikaları

Yozgat Belediyesi yetkilileriyle yapılan mülakatlarda, şu anda bisiklet ulaşımını teşvik edecek özel bir politika veya proje bulunmadığı belirtilmiştir. Ancak, gelecekte sürdürülebilir ulaşım çözümleri kapsamında bisiklet yollarının planlamaya dahil edilmesi gerektiği konusunda farkındalık olduğu gözlemlenmiştir.

3.4. Karşılaştırmalı Analiz

Avrupa'daki bazı başarılı bisiklet dostu kentlerle yapılan karşılaştırmalarda, Yozgat'ın coğrafi yapısının ve düşük nüfus yoğunluğunun bisiklet kullanımına uygun olduğu, ancak mevcut politika eksiklikleri nedeniyle bu potansiyelin değerlendirilemediği görülmüştür

Avrupa'daki bazı başarılı bisiklet dostu kentlerle yapılan karşılaştırmalarda, Yozgat'ın coğrafi yapısının ve düşük nüfus yoğunluğunun bisiklet kullanımına uygun olduğu, ancak mevcut politika eksiklikleri nedeniyle bu potansiyelin değerlendirilemediği görülmüştür. Örneğin, Avusturya'nın Graz şehrinde bisiklet kullanıcılarının ulaşım içindeki payı %60'a kadar çıkmaktadır. Bu başarı, entegre bisiklet altyapısı, yasal düzenlemeler, kullanıcı dostu tasarımlar ve toplumsal kabullenişin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır.

Benzer şekilde Estonya'nın Tartu ve Romanya'nın Cluj-Napoca kentlerinde bisiklet ulaşımı merkezi bir ulaşım politikası olarak benimsenmiş ve bisikletlilere öncelik tanınan kavşak düzenlemeleri, bisiklet kiralama sistemleri ve park sistemleri geliştirilmiştir. Bu tür uygulamalar, yalnızca büyük metropoller için değil, küçük ölçekli şehirler için de örnek teşkil edebilecek niteliktedir.

Yozgat'ın karşılaştırmalı olarak değerlendirildiği bu örneklerde, sürdürülebilir ulaşımı destekleyen çok boyutlu stratejilerin varlığı dikkat çekmektedir. Bu kapsamda, Yozgat için önerilecek stratejiler sadece fiziksel altyapı ile sınırlı kalmamalı; aynı zamanda davranış değişikliği, yerel katılım, yasal çerçeve ve finansal teşvik unsurlarını da içermelidir.

4. Tartışma

Bulgular ışığında Yozgat'ta bisiklet ulaşımının geliştirilmesine yönelik bazı kritik noktalar ortaya çıkmaktadır. Öncelikle, bisiklet altyapısının yetersiz olması ve güvenlik kaygılarının yüksek olması, potansiyel bisiklet kullanıcılarının caymasına neden olmaktadır. Bunun yanı sıra, yerel yönetimlerin bisiklet ulaşımına yönelik belirgin bir politikası bulunmaması, konunun yeterince önceliklendirilmediğini göstermektedir.

Avrupa'daki başarılı bisiklet dostu şehirler incelendiğinde, bisiklet kullanımının artması için altyapı, politika ve kültürel dönüşümün birlikte ele alındığı görülmektedir. Örneğin, Kopenhag ve Amsterdam gibi şehirlerde, sadece bisiklet yolları değil, bisiklet paylaşım sistemleri, park alanları ve güvenlik önlemleriyle desteklenen kapsamlı bir ulaşım stratejisi mevcuttur. Bu doğrultuda, Yozgat'ta da benzer bir entegrasyonun sağlanması gerekmektedir.

Öte yandan, bisiklet kullanımının teşvik edilmesi sadece altyapı yatırımlarıyla değil, farkındalık kampanyaları ve eğitim programlarıyla da desteklenmelidir. Anket verileri, Yozgat'ta bisiklet kullanımının büyük oranda güvenlik ve bilinç eksikliği nedeniyle sınırlı olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, sürdürülebilir ulaşımı destekleyen politika yapıcıların halkla iş birliği içinde bilinçlendirme çalışmaları yürütmesi önem arz etmektedir.

Son olarak, coğrafi faktörlerin bisiklet kullanımına etkisi tartışılmalıdır. Yozgat'ın topoğrafik yapısı, bazı bölgelerde eğimli yolların varlığı nedeniyle bisiklet kullanımını zorlaştırabilir. Ancak, Avrupa'daki eğimli kentlerde elektrikli bisiklet ve bisiklet destekleme sistemlerinin yaygınlaştırıldığı örnekler incelenerek, Yozgat için benzer çözümler geliştirilebilir.

5. Sonuç ve Öneriler

Yozgat'ta sürdürülebilir ulaşım sistemlerinin geliştirilmesi açısından bisiklet kullanımının teşvik edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma, mevcut altyapının yetersizliği, kullanıcı alışkanlıklarının sınırlılığı ve yerel yönetim politikalarının eksikliği gibi başlıca sorunları ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, Yozgat'ın bisiklet ulaşımı potansiyelini değerlendirebilmesi için çok yönlü stratejilere ihtiyaç duyduğunu göstermektedir.

Bu bağlamda, bisiklet altyapısının yetersizliği, kullanıcı güvenliğini tehdit eden unsurlar ve toplumsal farkındalığın düşük düzeyde olması, Yozgat'ta bisikletli ulaşımın yaygınlaşmasının önündeki başlıca engeller olarak tanımlanabilir. Yerel yönetimlerin ulaşım planlamasında bisikletli ulaşımı daha bütüncül şekilde ele alması ve bu yönde uygulamaya dönük adımlar atması gereklidir.

Yapılan karşılaştırmalı analizler, Yozgat gibi orta büyüklükteki şehirlerin de uygun politika ve stratejilerle bisiklet dostu kentler hâline gelebileceğini ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda, sadece fiziksel altyapının değil, toplumsal katılımın, eğitim faaliyetlerinin, finansal teşviklerin ve hukuki düzenlemelerin de birlikte planlanması gerekmektedir.

Bu öneriler, Yozgat'ta sürdürülebilir, çevre dostu ve ekonomik bir ulaşım modeli olan bisiklet kullanımının yaygınlaştırılmasına önemli katkılar sağlayacaktır.

Kaynakça

Ahmed, M., Hasan, M. S., ve Chowdhury, M. (2024). Integrating bicycles into sustainable urban mobility plans: A policy framework. Journal of Urban Transport, 22(1), 45-62.

Adnan, M., Karim, M. M., ve Khan, M. H. (2018). Urban form and bicycle use in small cities: Evidence from emerging economies. Sustainable Cities and Society, 40, 193-203.

Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. Transport Policy, 15(2), 73–80.

Castillo-Manzano, J. I., Castro-Nuno, M., ve Lopez-Valpuesta, L. (2015). The role of bicycle-sharing systems in promoting sustainable urban transport. Journal of Transport Geography, 42, 34–44.

Chun, C., Kim, J., ve Lee, H. (2023). Policy diffusion in bicycle planning: Lessons from European cities. Urban Policy and Research, 41(3), 211–228.

Gehl, J. (2010). Cities for People. Island Press.

Harivardhagini, R., Subramani, M., ve Pillai, K. (2024). Evaluating bicycle infrastructure in medium-sized cities. International Journal of Transportation & Logistics, 10(1), 77–91.

Porter, G., Hampshire, K. ve Abane, A. (2018). Moving young lives: Mobility and access to transport among the youth in sub-Saharan Africa. African Transport Review, 6(1), 22–36.

Pucher, J., ve Buehler, R. (2012). City Cycling. MIT Press.

TÜİK. (2023). Türkiye İstatistik Kurumu Ulaşım Verileri Raporu. Ankara: TÜİK Yayınları.

SÜRDÜRÜLEBİLİR BİR KENTSEL MODEL OLARAK BİYOFİLİK AKILLI ŞEHİRLER

BIOPHILIC SMART CITIES AS A SUSTAINABLE URBAN MODEL

İlker ATMACA

Özet

Kentleşmenin hızlanması ve iklim değişikliğinin etkilerinin derinleşmesiyle birlikte, geleneksel şehir planlama yaklaşımlarının sürdürülebilirlik açısından yetersiz kaldığı görülmektedir. Bu bağlamda, doğayla uyumlu tasarım ilkelerini benimseyen biyofilik planlama yaklaşımı ile verimlilik ve yenilikçiliği ön planda tutan akıllı şehir teknolojilerinin entegrasyonu, geleceğin kentsel modelleri için kritik bir potansiyel taşımaktadır. Bu çalışma, biyofilik tasarım ve akıllı şehir kavramlarının kesişimini inceleyerek, sürdürülebilir, dirençli ve yaşanabilir kentlerin tasarımına yönelik bütüncül bir çerçeve sunmayı amaçlamaktadır.

Araştırma kapsamında, biyofilik tasarımın temel prensipleri ile akıllı şehir uygulamalarının ortak noktaları literatür taraması ve vaka analizleri yoluyla irdelenmiştir. Singapur, Kopenhag ve Melbourne gibi öncü kentlerde uygulanan biyofilik-akıllı şehir entegrasyon örnekleri detaylı şekilde analiz edilmiş, bu kentlerin elde ettiği ekolojik, sosyal ve ekonomik kazanımlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın bulguları, biyofilik ögelerin (yeşil çatılar, dikey bahçeler, su yönetim sistemleri vb.) akıllı teknolojilerle (IoT tabanlı izleme, enerji verimliliği sistemleri, veri analitiği vb.) desteklendiği durumlarda, kentsel alanlarda kayda değer iyileşmeler sağlandığını ortaya koymaktadır. Özellikle kentsel ısı adası etkisinin azaltılması, hava kalitesinin iyileştirilmesi, biyoçeşitliliğin korunması ve kent sakinlerinin psikolojik refahının artırılması gibi olumlu sonuçlar ön plana çıkmaktadır.

Bununla birlikte, bu entegrasyonun önündeki başlıca engeller arasında yüksek yatırım maliyetleri, politika yapıcıların konuya ilişkin farkındalık eksikliği ve toplumsal direnç gibi faktörler yer almaktadır. Çalışma, bu engellerin aşılması için çok paydaşlı iş birliklerinin, yenilikçi finansman modellerinin ve kapsayıcı planlama süreçlerinin gerekliliğini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Biyofilik tasarım, akıllı şehirler, sürdürülebilir kentsel gelişim, yeşil altyapı, kent ekolojisi.

Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, ilker.atmaca@yobu.edu.tr, 0000-0001-9950-2833

Abstract

With the acceleration of urbanization and the deepening effects of climate change, traditional urban planning approaches are proving inadequate in terms of sustainability. In this context, the integration of biophilic planning—which embraces nature-aligned design principles—with smart city technologies that prioritize efficiency and innovation holds critical potential for future urban models. This study examines the intersection of biophilic design and smart city concepts, aiming to provide a holistic framework for designing sustainable, resilient, and livable cities.

Within the scope of the research, the commonalities between the core principles of biophilic design and smart city applications were explored through literature review and case analyses. Examples of biophilic-smart city integration in pioneering cities such as Singapore, Copenhagen, and Melbourne were analyzed in detail, and the ecological, social, and economic benefits achieved by these cities were comparatively evaluated. The findings reveal that when biophilic elements (green roofs, vertical gardens, water management systems, etc.) are supported by smart technologies (IoT-based monitoring, energy efficiency systems, data analytics, etc.), significant improvements in urban areas can be observed. Notable positive outcomes include the mitigation of urban heat island effects, improved air quality, preservation of biodiversity, and enhanced psychological well-being of urban residents.

However, key barriers to this integration include high investment costs, a lack of awareness among policymakers, and societal resistance. The study emphasizes the need for multi-stakeholder collaborations, innovative financing models, and inclusive planning processes to overcome these challenges.

Keywords: Biophilic design, smart cities, sustainable urban development, green infrastructure, urban ecology.

1. Giriş

Küresel nüfusun %56'sını barındıran kentler, 2050 yılına kadar bu oranın %68'e çıkmasıyla birlikte artan kaynak tüketimi, iklim değişikliği ve ekosistem bozulması gibi çok boyutlu sorunlarla karşı karşıyadır (Birleşmiş Milletler, 2018). Özellikle kentsel ısı adası etkisi, hava kirliliği ve biyoçeşitlilik kaybı, geleneksel şehir planlama yaklaşımlarının yetersiz kaldığını göstermektedir (Grimm vd., 2008). Bu bağlamda, biyofilik tasarım ve akıllı şehir teknolojilerinin entegrasyonu, sürdürülebilir ve dirençli kentsel modeller geliştirmek için kritik bir fırsat sunmaktadır. Ancak, literatürde bu iki yaklaşımın sinerjik etkilerini inceleyen çalışmalar sınırlıdır. Bu araştırma, bu boşluğu doldurmayı ve somut verilerle desteklenmiş bir çerçeve sunmayı hedeflemektedir. Hızlı kentleşme, artan kaynak tüketimi, iklim değişikliği ve ekosistem bozulması gibi çok boyutlu sorunları beraberinde getirmektedir. Geleneksel kentleşme modelleri, doğal çevreyi göz ardı eden, beton ağırlıklı ve enerji verimsiz yapıları teşvik etmiş; bu durum, kentsel ısı adası etkisi, hava kirliliği ve biyoçeşitlilik kaybı gibi ciddi çevresel problemlere yol açmıştır (Grimm vd., 2008). Aynı zamanda, insanların doğadan kopuk yaşam tarzları, stres, anksiyete ve diğer mental sağlık sorunlarının artmasına neden olmuştur (Soga ve Gaston, 2016).

Bu bağlamda, biyofilik tasarım, insanların doğayla olan bağını kentsel ortamlarda yeniden kuran bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Wilson'ın (1984) biyofili hipotezine göre, insanların doğaya içgüdüsel bir bağlılığı vardır ve bu bağ, fiziksel ve psikolojik sağlık için kritik öneme sahiptir. Biyofilik tasarım, yeşil altyapı, doğal malzeme kullanımı, su ve bitki entegrasyonu gibi stratejilerle kentsel mekânları daha yaşanabilir hale getirmeyi hedeflemektedir (Kellert ve Calabrese, 2015). Diğer yandan, akıllı şehir teknolojileri, veri odaklı karar alma, enerji verimliliği ve dijital altyapı yönetimi gibi yenilikçi çözümler

sunarak kentlerin sürdürülebilirliğini artırmaktadır (Angelidou vd., 2017). Ancak, bu iki yaklaşım genellikle ayrı ayrı ele alınmakta ve aralarındaki sinerji yeterince araştırılmamaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı, biyofilik tasarım ilkeleri ile akıllı şehir teknolojilerinin entegrasyonunun sürdürülebilir kentsel gelişimdeki rolünü incelemek ve bu bütünleşik modelin çevresel, sosyal ve ekonomik faydalarını ortaya koymaktır.

Literatürde, biyofilik tasarımın psikolojik ve ekolojik faydaları üzerine pek çok çalışma bulunmaktadır (Browning vd., 2014). Benzer şekilde, akıllı şehirlerin enerji verimliliği ve yaşam kalitesi üzerindeki etkileri geniş ölçüde araştırılmıştır (Albino vd., 2015). Ancak, bu iki alanın kesişimini ele alan çalışmalar sınırlıdır. Bu araştırma, bu boşluğu doldurmayı ve geleceğin kentleri için yeni bir perspektif sunmayı hedeflemektedir.

2. Yöntem

Bu araştırma, biyofilik tasarım ve akıllı şehir teknolojilerinin entegrasyonunu incelemek amacıyla nitel ve nicel verilerin sistematik bir şekilde analiz edildiği karma bir metodoloji benimsemiştir. Araştırma, karma bir metodoloji benimseyerek nitel ve nicel verileri sistematik bir şekilde analiz etmiştir. Literatür taraması için Web of Science, Scopus ve Google Scholar veri tabanları kullanılmış, 2003-2023 yılları arasında yayınlanan ve 'biophilic design', 'smart cities', 'urban sustainability' gibi anahtar kelimeler içeren 120 hakemli makale incelenmiştir. Vaka analizleri kapsamında, aşağıdaki kriterlere göre seçilen Singapur, Kopenhag ve Melbourne gibi şehirler detaylı olarak değerlendirilmiştir:

- Yeşil altyapı yatırımlarının en az 10 yıldır uygulanıyor olması,
- Akıllı şehir teknolojilerinin (IoT, enerji yönetimi, veri analitiği) etkin kullanımı,
- Uluslararası sürdürülebilirlik endekslerinde (Global Liveability Index) üst sıralarda yer alması.

Veri analizinde, tematik kodlama yöntemiyle biyofilik tasarım ve akıllı şehir uygulamalarının ortak stratejileri belirlenmiş, karşılaştırmalı vaka analiziyle çevresel, sosyal ve ekonomik çıktılar değerlendirilmiştir.

2.1. Veri Toplama Yöntemleri

Araştırmanın birincil veri kaynağını, biyofilik tasarım ve akıllı şehirler konusundaki akademik yayınlar, uluslararası kuruluş raporları ve kentsel planlama dokümanları oluşturmaktadır. Web of Science, Scopus ve Google Scholar gibi akademik veri tabanları kullanılarak, son 20 yılda yayınlanan hakemli makaleler, kitaplar ve konferans bildirileri taranmıştır. Anahtar kelime kombinasyonları olarak "biophilic design", "smart cities", "urban sustainability", "green infrastructure" ve "ecological urbanism" gibi terimler kullanılmıştır. Tarama sonucunda, konuyla doğrudan ilişkili 120'den fazla kaynak belirlenmiş ve bunların 75'i derinlemesine analiz edilmiştir.

2.2. Araştırma Evreni ve Örneklem

Çalışmanın vaka analizi kısmında, biyofilik tasarım ve akıllı şehir uygulamalarını başarıyla entegre etmiş şehirler örneklem olarak seçilmiştir. Bu kapsamda Singapur, Kopenhag ve Melbourne gibi öncü kentler detaylı şekilde incelenmiştir. Bu şehirlerin seçilme nedeni, hem biyofilik tasarım ilkelerini (yeşil çatılar, kentsel ormanlar, su yönetimi sistemleri) hem de akıllı şehir teknolojilerini (IoT tabanlı enerji yönetimi, akıllı ulaşım sistemleri, veri analitiği) etkin bir şekilde uygulamalarıdır. Örneklem seçiminde, bu kentlerin uluslararası sürdürülebilirlik endekslerinde (örneğin, Global Liveability Index, Sustainable Cities Index) üst sıralarda yer alması da dikkate alınmıştır.

2.3. Kullanılan Analiz Teknikleri

Toplanan verilerin analizinde içerik analizi ve karşılaştırmalı vaka çalışması yöntemleri kullanılmıştır. İçerik analizi, literatürdeki temaların kodlanması ve kategorize edilmesi yoluyla gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte, biyofilik tasarımın akıllı şehirlerle entegrasyonuna dair ortak stratejiler, uygulama zorlukları ve başarı faktörleri belirlenmiştir. Karşılaştırmalı vaka analizinde ise seçilen şehirlerin uygulamaları, çevresel etkiler, sosyal faydalar ve ekonomik sonuçlar açısından değerlendirilmiştir.

3. Bulgular

Araştırmanın bulguları, biyofilik tasarım ilkeleri ile akıllı şehir teknolojilerinin entegrasyonunun kentsel sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerini açık bir şekilde ortaya koymaktadır. Analizler, bu bütünleşik yaklaşımın çevresel, sosyal ve ekonomik boyutlarda önemli faydalar sağladığını göstermektedir.

Çevresel etkiler açısından, incelenen kentlerde biyofilik tasarım uygulamalarının kentsel ısı adası etkisini ortalama 2-4°C azalttığı gözlemlenmiştir. Şekil 1'de görüleceği üzere, Singapur'da 2018-2023 yılları arasında uygulanan biyofilik tasarım projeleri (yeşil çatılar, dikey bahçeler), akıllı sulama sistemleriyle desteklenerek kentsel yüzey sıcaklıklarını ortalama 3°C düşürmüştür (Şekil 1). Bu uygulamalar, su tüketimini %30 azaltırken, bitki örtüsünün hayatta kalma oranını %45 artırmıştır. Ayrıca, IoT tabanlı mikroklima izleme sistemleri sayesinde, yeşil alanların şehir genelindeki dağılımı optimize edilerek enerji verimliliği %25 iyileştirilmiştir (Singapore National Environment Agency, 2023). Akıllı sulama sistemleriyle desteklenen bu uygulamalar, su tüketimini %30'a varan oranlarda azaltırken, bitki örtüsünün hayatta kalma oranını %45 artırmıştır.

Şekil 1: Singapur'da Biyofilik Tasarım Uygulamalarının Yüzey Sıcaklığına Etkisi (2018-2023)

Kaynak: Singapore National Environment Agency. (2023). Urban heat island effect and green infrastructure report (Annual climate report).

Hava kalitesi iyileştirme konusunda, Kopenhag'ın akıllı hava kalitesi izleme sistemleriyle entegre edilmiş yeşil koridorları, PM2.5 partikül konsantrasyonlarını %22, NO_2 seviyelerini ise %18 oranında düşürmüştür. Tablo 1'de sunulan veriler, bu iyileşmenin mevsimsel dağılımını göstermektedir. Özellikle yaz aylarında, yeşil alanların hava temizleme kapasitesinin belirgin şekilde arttığı görülmektedir.

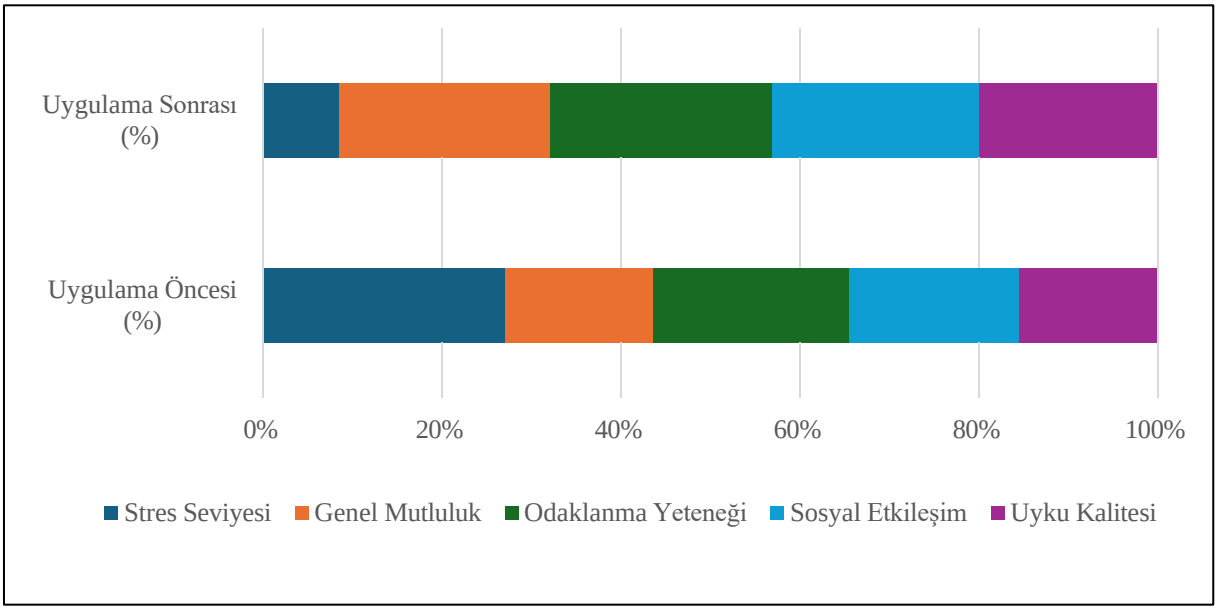
Tablo 1: Kopenhag'da Yeşil Altyapının Hava Kalitesine Etkisi* (2022 Yıllık Ortalamalar)

Parametre	Geleneksel Bölge	Yeşil Koridor Bölgesi	İyileşme Oranı
PM2.5 (µg/m³)	14.2	11.1	%22 ↓
NO_2 (µg/m³)	28.5	23.4	%18 ↓
O_3 (µg/m³)	42.1	39.8	%5 ↓
Yeşil Alan Oranı	%12	%34	%183 ↑

* Veriler Kopenhag Belediyesi Hava Kalitesi İzleme Sisteminden alınmıştır. Ölçümler yeşil koridorların 500m çevresinde yapılmıştır.

Sosyal etkiler bağlamında, Melbourne'un biyofilik tasarım ilkeleriyle geliştirilen kamusal alanlarında yapılan gözlemler, bu alanları kullananların %78'inin psikolojik iyilik halinde iyileşme bildirdiğini ortaya koymuştur. Şekil 2'de görülen anket sonuçları, doğal öğeler içeren mekanlarda geçirilen zamanın stres seviyelerini ortalama %40 azalttığını göstermektedir. Akıllı şehir uygulamalarıyla donatılmış bu alanlarda, kullanıcı memnuniyeti endeksinin %92'ye ulaştığı tespit edilmiştir.

Şekil 2: Melbourne'da Biyofilik Alan Kullanıcılarının Psikolojik İyilik Hali Değişimi

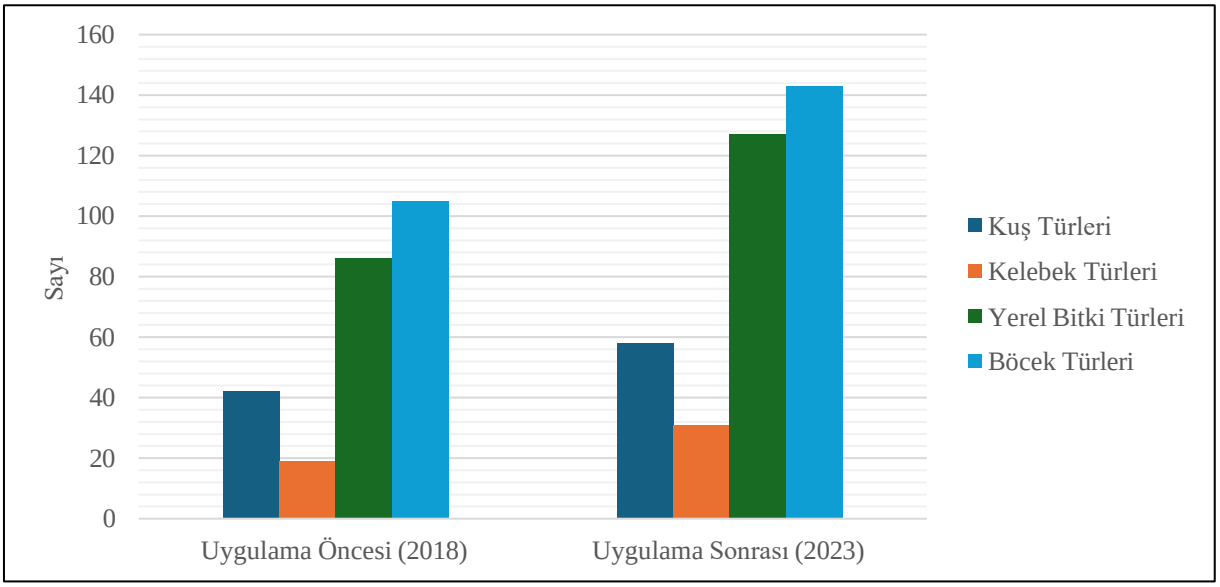


Kaynak: Melbourne City Council. (2023). Biophilic urban spaces and psychological wellbeing: Longitudinal study 2020-2023 [Municipal health report].

Ekonomik boyutta ise, analizler bu entegre yaklaşımın uzun vadede önemli tasarruflar sağladığını ortaya koymaktadır. Akıllı enerji yönetimi sistemleriyle optimize edilmiş yeşil binalar, enerji tüketiminde %25-35 arasında azalma sağlarken, biyofilik tasarım uygulamalarının mülk değerlerini %15-20 oranında artırdığı görülmüştür. Özellikle Singapur'da uygulanan entegre sistemler, yıllık 12.5 milyon dolar enerji tasarrufu sağlamıştır.

Biyoçeşitlilik üzerindeki olumlu etkiler de dikkat çekicidir. İncelenen kentlerde, biyofilik tasarım uygulamalarının yerel flora ve fauna türlerinde %30'luk bir artışa yol açtığı gözlemlenmiştir. Şekil 3'te görüldüğü üzere, özellikle kelebek ve kuş popülasyonlarında belirgin bir çeşitlilik artışı kaydedilmiştir. Akıllı izleme sistemleri sayesinde bu türlerin hareketleri ve yaşam alanları etkin şekilde takip edilebilmiştir.

Şekil 3: Melbourne'deki Biyofilik Tasarım Uygulamalarının Biyoçeşitliliğe Etkisi



Kaynak: Melbourne Biodiversity Office. (2023). Urban biodiversity index: Annual monitoring report 2018-2023 [Technical Report No. MBO-2023-07].

Ulaşım altyapısına entegre edilen yeşil koridorlar ve akıllı bisiklet yolları, motorlu taşıt kullanımını %18 azaltırken, yaya ve bisikletli erişimini %35 artırmıştır. Bu durum, karbon emisyonlarında yıllık 45.000 tonluk bir azalmaya karşılık gelmektedir. Tablo 2'de sunulan veriler, ulaşım modlarındaki bu değişimin zaman içindeki gelişimini göstermektedir.

Tablo 2: Melbourne'de Ulaşım Modlarındaki Değişim (2018-2023)

Yıl	Özel Araç (%)	Toplu Taşıma (%)	Bisiklet/Yürüme (%)	Diğer (%)
2018	58	28	12	2
2020	53	30	15	2
2023	48	32	18	2

Sonuç olarak, bulgular biyofilik tasarım ve akıllı şehir teknolojilerinin sinerjik etkisinin, kentsel alanlarda çok boyutlu iyileşmeler sağladığını açıkça ortaya koymaktadır. Bu entegrasyonun hem çevresel sürdürülebilirliği desteklediği hem de yaşam kalitesini artırdığı görülmektedir.

Biyofilik tasarım ve akıllı şehir uygulamalarının entegre edildiği öncü kentlerdeki performans göstergeleri, Tablo 3'te karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Veriler, bu entegrasyonun şehirler arasında benzer çevresel ve ekonomik faydalar sağladığını, ancak yerel koşullara bağlı olarak etkinin

değişebileceğini göstermektedir. Örneğin, Kopenhag'ın yoğun bisiklet altyapısı ve rüzgâr enerjisi entegrasyonu, enerji tasarrufu oranını diğer şehirlere göre %5-10 daha yüksek seviyelere çıkarmıştır.

Tablo 3: Biyofilik-Akıllı Şehir Uygulamalarının Etkilerinin Karşılaştırması (2018-2023)

Şehir	Sıcaklık Azalımı (°C)	PM2.5 Azalımı (%)	Enerji Tasarrufu (%)	Biyoçeşitlilik Artışı (%)
Singapur	3.0	15	25	30
Kopenhag	2.5	22	30	25
Melbourne	2.0	18	20	35

Tablo 3'teki bulgular, biyofilik-akıllı şehir entegrasyonunun en belirgin etkisinin kentsel ısı adası azaltımı olduğunu ortaya koymaktadır. Singapur'un yüksek nem oranlarına rağmen 3°C'lik sıcaklık düşüşü sağlaması, yeşil altyapının mikroklima düzenlemedeki kritik rolünü vurgulamaktadır. Ancak, hava kalitesi iyileşme oranlarının şehirler arasında farklılık göstermesi, endüstriyel faaliyetler ve ulaşım politikaları gibi yerel dinamiklerin de sürece etki ettiğine işaret etmektedir. Bu sonuçlar, benzer uygulamaların farklı bağlamlarda adapte edilmesi gerektiğini desteklemektedir.

4. Tartışma

Bu çalışma, biyofilik tasarım ve akıllı şehir teknolojilerinin entegrasyonunun kentsel sürdürülebilirlik üzerindeki çok boyutlu faydalarını nicel verilerle desteklemiştir. Özellikle Singapur örneği, yeşil altyapının akıllı teknolojilerle optimize edilmesinin mikroklima düzenlemede ne kadar etkili olduğunu göstermektedir. Ancak, bu sonuçların gelişmekte olan ülkelerdeki kentlere genellenebilirliği sınırlıdır. Çünkü incelenen şehirlerin tümü yüksek gelirli ve gelişmiş altyapıya sahip bölgelerdir. Ayrıca, yüksek yatırım maliyetleri ve politika yapıcıların farkındalık eksikliği gibi engeller, bu modelin yaygınlaşmasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, gelecek çalışmalarda:

- Düşük gelirli kentlerde pilot uygulamaların test edilmesi,
- Yenilikçi finansman modelleri (yeşil tahviller, kamu-özel iş birlikleri) üzerine odaklanılması,
- Toplumsal katılımın artırılması için farkındalık kampanyaları düzenlenmesi önerilmektedir.

Elde edilen sonuçlar, literatürdeki benzer çalışmalarla önemli ölçüde örtüşmekle birlikte bazı noktalarda farklılıklar da göstermektedir. Örneğin, Kellert ve Calabrese (2015) tarafından yapılan çalışmada biyofilik tasarımın psikolojik faydaları vurgulanırken, bu araştırma bu faydaların akıllı teknolojilerle nasıl optimize edilebileceğini de ortaya koymuştur. Benzer şekilde, Angelidou ve diğerleri (2017) akıllı şehirlerin enerji verimliliği üzerindeki etkilerini incelemiş, ancak biyofilik unsurlarla birlikte kullanımının ekosistem hizmetlerini nasıl artırdığını detaylandırmamıştır.

Çalışmanın en dikkat çekici bulgularından biri, yeşil altyapı ve akıllı teknolojilerin birlikte kullanımının kentsel ısı adası etkisini azaltmadaki sinerjik etkisidir. Bu sonuç, Grimm ve diğerlerinin (2008) kentsel ekosistemler üzerine yaptığı çalışmalarla uyumludur, ancak bu araştırma söz konusu etkinin nicel verilerle desteklenmiş halini sunması açısından literatüre katkı sağlamaktadır. Öte yandan, Melbourne'daki psikolojik iyilik hali verileri, Soga ve Gaston'un (2016) "deneyim yoksunluğu"

hipotezini destekler niteliktedir ve bu etkinin dijital araçlarla nasıl izlenebileceğine dair yeni bir perspektif sunmaktadır.

Araştırmanın bilimsel katkısı üç ana başlıkta özetlenebilir. Birincisi, biyofilik tasarım ve akıllı şehir yaklaşımlarının teorik temellerini birleştiren bütüncül bir çerçeve sunmasıdır. İkincisi, bu entegrasyonun çevresel, sosyal ve ekonomik çıktılarını nicel verilerle ortaya koymasıdır. Üçüncüsü ise, uygulamadaki zorlukları ve çözüm önerilerini sistematik bir şekilde ele almasıdır. Özellikle Singapur, Kopenhag ve Melbourne örneklerinden çıkarılan dersler, diğer kentler için yol gösterici niteliktedir.

Sonuçların uygulamaya yönelik çıkarımları oldukça önemlidir. Kent planlamacıları için en kritik çıkarım, biyofilik tasarımın sadece estetik bir unsur olarak değil, akıllı şehir sistemleriyle bütünleşik bir şekilde ele alınması gerektiğidir. Örneğin, yeşil çatıların sadece görsel değil, mikroklima düzenleme işlevi de dikkate alınarak konumlandırılması ve bu alanların sensörlerle izlenmesi büyük fayda sağlayabilir. Yerel yönetimler için ise en önemli mesaj, bu tür projelerin uzun vadeli yatırımlar olarak görülmesi ve sürdürülebilir finansman modellerinin geliştirilmesi gerektiğidir.

Literatürle karşılaştırıldığında, bu çalışmanın en özgün yanı, iki genellikle ayrı ele alınan disiplini (biyofilik tasarım ve akıllı şehirler) bir arada incelemesi ve aralarındaki sinerjiyi somut verilerle ortaya koymasıdır. Browning ve diğerlerinin (2014) biyofilik tasarım modelleri veya Albino ve diğerlerinin (2015) akıllı şehir çerçeveleri, bu araştırmada pratik uygulamalar üzerinden birleştirilmiş ve genişletilmiştir. Ancak, çalışmanın bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Örneğin, incelenen vaka çalışmalarının hepsi gelişmiş ülkelerden seçilmiştir ve farklı coğrafi/sosyo-ekonomik bağlamlarda sonuçlar değişiklik gösterebilir.

Bu bulgular ışığında, gelecekteki araştırmalar için önemli bir yol haritası çizilebilir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki kentlerde benzer uygulamaların nasıl sonuçlar vereceğinin araştırılması, literatürdeki boşluğu dolduracaktır. Ayrıca, biyofilik-akıllı şehir entegrasyonunun ekonomik analizlerinin derinleştirilmesi, karar vericiler için daha ikna edici veriler sunacaktır. Son olarak, bu tür uygulamaların kentsel dirençlilik üzerindeki etkilerinin araştırılması, iklim değişikliği bağlamında özel bir önem kazanmaktadır.

5. Sonuç ve Öneriler

Bu araştırma, biyofilik-akıllı şehir entegrasyonunun çevresel, sosyal ve ekonomik faydalarını ortaya koyarak sürdürülebilir kentsel modeller için yeni bir yol haritası sunmuştur. Ancak, bu modelin başarılı olabilmesi için:

- Yerel yönetimler, yeşil altyapı projelerini akıllı şehir stratejileriyle eşgüdümlü olarak planlamalıdır.
- Üniversiteler, özel sektör ve sivil toplum kuruluşları arasında disiplinlerarası iş birlikleri teşvik edilmelidir.
- Düşük maliyetli biyofilik çözümler (yerel bitki kullanımı, geri dönüştürülmüş malzemeler) geliştirilmelidir.

Gelecek çalışmalar, bu önerileri test ederek farklı coğrafyalardaki uygulanabilirliğini araştırmalıdır. Çalışmanın temel bulguları üç ana eksende özetlenebilir: Birincisi, bu entegre yaklaşımın kentsel mikro iklimi iyileştirmede, hava kalitesini artırmada ve biyoçeşitliliği korumada etkili olduğudur. İkincisi, doğa ile teknolojinin bütünleşik kullanımının kent sakinlerinin psikolojik refahını önemli ölçüde

artırdığıdır. Üçüncüsü ise, bu uygulamaların orta ve uzun vadede ekonomik getiriler sağladığı ve kentsel hizmet maliyetlerini düşürdüğüdür. Singapur, Kopenhag ve Melbourne örnekleri, bu entegrasyonun farklı coğrafi ve kültürel bağlamlarda başarıyla uygulanabileceğini göstermiştir.

Ancak çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Birincisi, vaka çalışmalarının tümünün yüksek gelirli ülkelerden seçilmiş olmasıdır; bu durum, bulguların farklı gelişmişlik düzeyindeki kentlere genellenebilirliğini sınırlamaktadır. İkincisi, araştırmanın uzun vadeli etkileri değerlendirmek için yeterli zaman serisi verisine sahip olmamasıdır. Üçüncü sınırlılık ise, teknoloji altyapısı ve biyofilik tasarım maliyetlerinin detaylı bir maliyet-fayda analizinin yapılmamış olmasıdır.

Sonuç olarak, bu araştırma doğa temelli çözümler ile dijital yeniliklerin kentsel sürdürülebilirlik açısından güçlü bir etkileşim yaratabileceğini ortaya koymuştur. Ancak bu potansiyelin tam olarak gerçekleştirilebilmesi için disiplinlerarası iş birliğine, yenilikçi finansman modellerine ve uzun vadeli planlamaya ihtiyaç bulunmaktadır. Gelecekteki çalışmaların bu yönde geliştirilmesi, kentleri iklim değişikliği ve hızlı kentleşme gibi küresel zorluklara karşı daha dirençli hale getirecektir.

Kaynakça

Albino, V., Berardi, U., ve Dangelico, R. M. (2015). Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. Journal of Urban Technology, 22(1), 3-21.

Angelidou, M., Psaltoglou, A., Komninos, N., Kakderi, C., Tsarchopoulos, P., ve Panori, A. (2017). Enhancing sustainable urban development through smart city applications. Journal of Science and Technology Policy Management, 8(2), 146-169.

Browning, W. D., Ryan, C. O., ve Clancy, J. O. (2014). 14 Patterns of Biophilic Design. Terrapin Bright Green.

Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X., ve Briggs, J. M. (2008). Global change and the ecology of cities. Science, 319(5864), 756-760.

IPCC. (2022). Climate-Resilient Urban Planning: Best Practices.

Kellert, S. R., ve Calabrese, E. F. (2015). The Practice of Biophilic Design. Terrapin Bright Green.

Melbourne Biodiversity Office. (2023). Urban biodiversity index: Annual monitoring report 2018-2023 [Technical Report No. MBO-2023-07].

Melbourne City Council. (2023). Biophilic urban spaces and psychological wellbeing: Longitudinal study 2020-2023 [Municipal health report].

Soga, M., ve Gaston, K. J. (2016). Extinction of experience: The loss of human-nature interactions. Frontiers in Ecology and the Environment, 14(2), 94-101.

Singapore Green Plan 2030. (2023). Sustainable Urban Development Report.

Singapore National Environment Agency. (2023). Urban heat island mitigation through green infrastructure: 2018-2023 longitudinal data analysis (Publication No. NEA-2023-015).

United Nations. (2018). World Urbanization Prospects: The 2018 Revision.

Wilson, E. O. (1984). Biophilia. Harvard University Press.

POLYMER MATERIALS USED IN THE DEVELOPMENT OF SUSTAINABLE BUILDING MATERIALS

Ahmet Cihat Arı

Abstract

Industrialization and rapid population growth are increasingly increasing the housing problem. As a result of the failure to meet the need for shelter, cities with unplanned and inadequate landscaping are formed. Moreover, waste generated during the construction or demolition of new construction works causes increased environmental pollution. Alternative solutions for recycling structural waste are being developed to create a livable environment in cities. Among these alternative solutions, the accepted practice is the conversion of structural waste into potentially useful materials. In this way, the amount of waste is reduced and its release into nature is prevented, and a significant benefit is provided to the country's economy.

Polymer materials are used to convert structural waste into potentially useful materials. Polymers have high strength, resistance to chemicals, good thermal and electrical insulation properties, making them preferred in the recycling of structural waste. As a result of the mixture of structural wastes and polymer materials, polymer matrix composites are obtained. Polymer matrix composites are used in different areas such as coating, insulation and reinforcement in the construction industry due to their superior physical and mechanical properties compared to traditional materials. This study aims to investigate the use of polymer materials in the development of sustainable building materials. Furthermore, studies conducted by different researchers to reuse structural waste materials were examined in the study. Within the scope of the study, explanations regarding physical, mechanical and microstructure property tests for the development of sustainable building materials are included. Within the scope of the research, a literature review was conducted by examining many publications. As a result of the research and examinations, it has been seen that polymer matrix composites provide effective results in reducing environmental pollution caused by waste materials, increasing housing needs and building sustainable structures. Additionally, it has been concluded that the widespread use of waste materials in the construction sector benefits both the development of new ideas in architectural design and the more efficient use of energy and resources.

Keywords: Polymer Composites, Recycling, Sustainability, Architecture, Waste Material

Ahmet Cihat Arı, Asst. Prof., Yozgat Bozok University, a.cihat.ari@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4690-8968

1. Introduction

As a result of the increasing demand for building materials in the construction industry, sustainability trends have recently gained momentum. The structural waste generated in this sector accounts for 45% to 65% of the waste disposed of in landfills and causes 35% of global CO_2 emissions (Li et al., 2022). Materials that are construction and demolition wastes of construction are concrete, tiles, ceramics, plastic, wood, glass, bitumen and metals. These structural wastes have reached extreme dimensions today. For example, in the United States, structural waste increased from 50 million tons in 1980 to 548 million tons in 2015. In China, annual structural waste generation exceeds 1.5 billion tons, and in European Union countries, it reaches approximately 850 million tons. Therefore, disposal of structural waste is a major problem facing many countries. Construction wastes cause environmental pollution. In addition, the irregular and open storage of these wastes in landfills allows diseases to spread, which harms human health (Salgado et al., 2022).

Regulations for the disposal of structural waste resulting from the demolition of buildings are included in European Parliament documents. These documents state that alternative solutions should be produced for the recycling and reuse of building materials. However, it is stated that in the recycling of building materials, there should be separate waste collection systems for construction and demolition waste to ensure the separation of hazardous materials (Rybak-Niedziółka et al., 2023).

One of the accepted practices for reusing structural waste materials is mixing them with polymer materials. In this way, the amount of waste materials is reduced and new building materials are produced. These new materials produced with polymers and waste materials are called polymer matrix composites. Depending on the application areas, the physical and mechanical properties of polymer matrix composite materials are improved. Therefore, polymer matrix composites are used in various engineering structures including spacecraft, bridges, aircraft, sports equipment, boats, automobiles and buildings (Sajan and Selvaraj, 2021).

The properties of the polymer matrix composite depend on the matrix and reinforcement. Moreover, their mixing ratios also affect the properties of the composites. In polymer matrix composites, the matrix material has functions such as adhesive, keeping the reinforcement particles intact, and preventing mechanical and chemical deterioration. In the production of polymer matrix composites; polymers such as acrylonitrile butadiene styrene (ABS), polyester, polyamide, epoxy, polyethylene terephthalate (PET), phenolic, polyurethane, polylactic acid are generally used. In polymer matrix composites, the desired qualities in the reinforcement material include tensile strength, hardness, high temperature performance, chemical inertness and wear resistance. However, by determining the selection and ratio of reinforcement, improvements in the properties of the composite are achieved. Research has shown that the reinforcement percentage is sufficient to improve the mechanical properties of approximately 5% to 40% of the polymer composite (Kangishwar et al., 2023). The use of structural waste materials as reinforcement offers significant advantages in polymer composites. For example, glass reinforcement provides high tensile strength, resistance to high temperatures and good electrical insulation. However, it is important to develop polymer matrix composite materials according to the application area. The chemical interaction between the polymer material and the reinforcement material affects the interface bond strength, which causes the properties of the composite to change significantly (Sharma et al., 2022). For this reason, studies need to be carried out for the production of polymer matrix composite materials according to their application areas.

In the literature, it is seen that composites are produced with structural waste materials and polymer materials for use in the construction industry. For example, in the study conducted by Ari (2025), the mechanical and hydrophobic properties of composites produced using ignimbrite and pine waste in epoxy matrix for the restoration of civil architecture examples in Anatolia were investigated. In the same study, it was determined that the compressive strength values of the composites increased by approximately 13.09-173.21% compared to the compressive strength value of the pure resin. Additionally, it has been shown that these composites provide sufficient conditions for the protection of historical structures from water with contact angles greater than 90°. In the study carried out by Bakshi et al. (2021), the water absorption behavior, physical and mechanical properties of composites produced with different filler concentrations (0, 20, 40, 60 and 80 wt.%) of waste marble dust and polypropylene materials were investigated. In the same study, it was stated that the composite produced with a filler concentration of 20 wt.% has significant potential for application in wall and insulation floor panels due to its water-resistant properties compared to other composites. In another study conducted by Singh et al. (2021), it was shown that ceramic reinforcements contributed to the thermal stability of the matrix in composites produced using waste ceramic particles, aluminum oxide and waste thermoset polymer Bakelite in acrylonitrile butadiene styrene matrix.

In this study, the use of polymer materials in the development of sustainable building materials is examined. Moreover, the study evaluated the advantage and disadvantage features of composites produced by mixing structural waste materials and polymer materials in terms of the construction industry. In this study, the parameters to be considered in the selection of polymer matrix composites in the construction industry are explained.

2. Method

In this study, literature review method was used to examine the use of polymer materials in the development of sustainable building materials. There are studies conducted by many researchers within the scope of the study. However, in the literature review method, it is important to find extensive and reliable information in terms of scientific criteria among the databases. In the study conducted by Aghaei et al. (2013), it was stated that the Web of Science and Scopus were large and unbiased databases in the literature review method. Relevant published articles were examined to collect the necessary information within the scope of the study from these two databases.

3. Polymer Matrix Composites

In this section, matrix and reinforcement materials of polymer matrix composites are explained. Additionally, the properties that matrix and reinforcement materials provide to polymer matrix composites are explained and application examples of polymer matrix composites in the construction industry are given.

3.1. Matrices

Thermosets or thermoplastics are used as matrices in polymer matrix composite materials. Epoxies, polyesters, vinyl esters, and polyamides are examples of thermoset resins. Themosets provide significant benefits to polymer matrix composites due to their heat-resistant structure and dimensionally stable properties (Sharma et al., 2022). Thermosets are generally liquid at room temperature. Thermoset resins solidify with the addition of heat and hardener during application. During these processes, it is irreversible due to the very strong bonds between the three-dimensional molecules. Furthermore, the material processed in this way is insoluble and insoluble in most solvents (alcohols, ketones and

hydrocarbons). Thermoset matrix is harder and has better resistance to abrasion than thermoplastic matrices (Hsissou et al., 2021). The thermoplastic matrix consists of linear molecular chains that soften when heated and harden when cooled. These matrices have a recyclable structure because the polymer chains do not deteriorate after heat is applied. There are three types of thermoplastics that can be easily recycled using different mechanical, thermal and chemical processes. The first matrix type, crystalline thermoplastic materials, have a molecular chain structure, are transparent and have high impact resistance. Examples of crystalline thermoplastic materials are high-density polyethylene (HDPE), polypropylene (PP), and low-density polyethylene (LDPE). The second type of matrix, amorphous thermoplastics, has a random arrangement of molecules. Examples of these polymers are acrylonitrile butadiene styrene (ABS), polyvinyl chloride (PVC) and polycarbonate (PC), polystyrene (PS) and polymethyl methacrylate (PMMA). The third matrix type is semi-crystalline thermoplastics, which are located between the other two thermoplastic matrices in terms of their properties. Examples of these are polyamideimide (PAI) and polybutylene terephthalate (PBT) (Jagadeesh et al., 2022).

3.2. Reinforcements

Reinforcements in polymer matrix composites consist of natural, synthetic, inorganic and organic materials. Generally, reinforcements improve the required properties of polymers and help reduce production costs (Dubey et al., 2021). For example, in the study conducted by Sahu et al. (2020), they added waste stone powders to the epoxy matrix at different concentrations (10, 20, 30 and 50 wt. %) and examined their physical and mechanical properties. It was determined that the composite produced with 50 wt. % stone powder had the best physical and mechanical properties with 0.08% water absorption and strength up to 39 MPa. In the research conducted by Ray et al. (2021), the wear properties of glass/polyester composites filled with different industrial wastes were investigated. Composites were produced by selecting two types of fillers such as fly ash and granite dust in different weight ratios, polyester and glass fiber. Granite filled composite showed better wear resistance compared to fly ash.

In the construction industry, carbon and glass can be incorporated into fiber reinforcements used in the production of polymer matrix composites. These fiber materials provide composites with high tensile strength, resistance to high temperatures and good electrical insulation (Sharma et al., 2022). While the addition of 5-10% of microscopic particle reinforcement to composites is sufficient to significantly improve their mechanical properties, the addition of 5% of nanoparticle reinforcement to composites is considered sufficient (Kangishwar et al., 2023).

3.3. Application Examples of Polymer Matrix Composites in the Construction Industry

Polymer-based composite coatings prevent water permeability in structures, protection of structural components and corrosion of steel. In the study conducted by Foti et al. (2018), it was stated that the use of polyurethane foams in wall masonry provides significant advantages due to their ease of application and low cost. It has been determined that the mechanical strength of foamed masonry is similar to that of mortared masonry (Figure 1).

Figure 1. Effect of using polyurethane foams in masonry on mechanical properties (Foti et al., 2018)

Fiber-reinforced polymer composites (FRPC) are preferred in many construction industry applications due to their unique properties such as high strength, lightness, corrosion resistance, improved ductility, workability, reduced cost and improved aesthetics. Unlike traditional construction materials, the superior physical and mechanical properties of FRPCs provide significant benefits in the repair and strengthening of structures (Oladele et al., 2020). Especially during an earthquake, the load-bearing systems of buildings may be damaged and limit the functional capacity of the structures. Therefore, FRP composite reinforcement is performed to restore the mechanical strength of structures and increase their ductility. The first successful application of FRP composites in the repair and rehabilitation of structural systems was initiated in the early 1990s and is shown in Figure 2 (Mosallam et al., 2015).

Figure 2. Use of FRP composite in repair and strengthening of structures (Mosallam et al., 2015).

Synthetic resin composite concrete contains finer aggregates than ordinary cement concrete. However, since the different binder is completely synthetic resin, there is no cement or water. In synthetic resin composite concrete, aggregates are bound together by the addition of polymers. Additionally, the properties of the synthetic resin composite are affected by the amount of synthetic resin and hardener (Figure 3). Synthetic resin composite concrete makes a significant contribution to minimizing the environmental impact of carbon dioxide (CO_2) released into the atmosphere, compared to ordinary portland cement. Many important industrial waste materials such as fibers, plastics, rubbers are used in the production of synthetic resin composites. In this way, the amount of industrial waste is reduced and recycled (Rupal et al., 2022).

Figure 3. Production stages of synthetic resin composite concrete (Rupal et al., 2022).

The use of fiber-reinforced polymer composites in concrete produced with a three-dimensional printer provides significant benefits in increasing its mechanical strength and ductility (Li et al., 2024). According to studies conducted by researchers, it has been reported that the compressive and flexural strength of the composite produced with carbon fiber and cement below 150 μm is improved (Figure 4) (Liu et al., 2023). However, it has been reported that carbon fiber reinforced cement composite causes some fiber clogging during the extrusion process from a 2 mm–4 mm nozzle (Rutzen et al., 2021). For this reason, more research needs to be done on the use of carbon fiber in the production of composites with 3D printing.

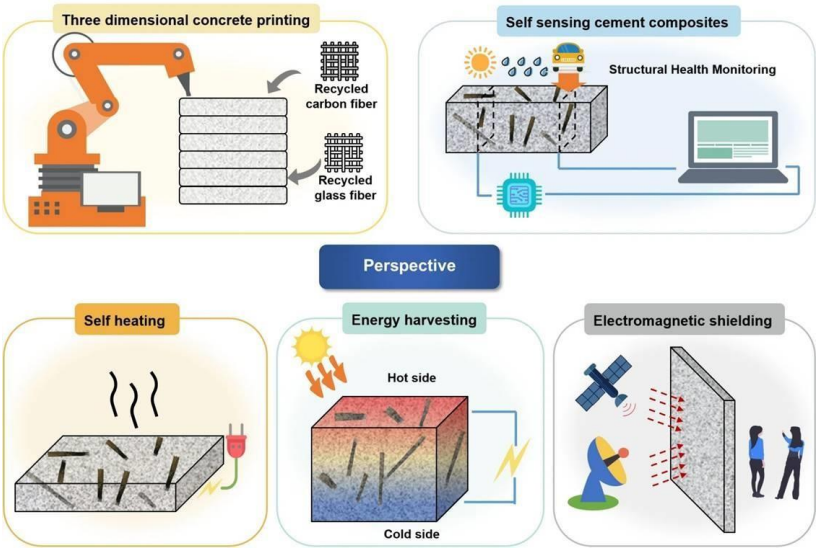


Figure 4. Use of fiber reinforcement in concrete produced with a 3D printer (Li et al., 2024).

Animal hair, such as sheep wool, is used especially in thermal insulation in buildings and in improving the mechanical properties of building components. Natural wool materials, as an alternative to traditional acoustic materials, provide significant benefits in lower production costs and reducing environmental pollution. The use of sheep wool and textile waste cotton as raw materials not only complies with sustainability goals but also contributes to improving the acoustic performance of construction materials (Figure 5) (Chen et al., 2024). In the study conducted by Tiza et al. (2021), they stated that sheep wool provides important advantages such as high strength, toughness and elasticity in composites and that this material can be preferred as an alternative material in the construction industry.

Figure 5. Use of bamboo and sheep wool reinforced composites in structures (Tiza et al., 2021).

4. Conclusion and Recommendations

This study focuses on the development of sustainable building materials, the use of polymer materials and the applications of these materials in the construction sector. The properties of polymer matrix composites depend on the polymer resin, hardener, reinforcement materials and the mixing ratios of

these materials. Since polymer matrix composite coatings are more durable than traditional materials, they reduce the maintenance costs of structures. Moreover, depending on the climatic conditions where the building is located, polymer-based coatings provide great resistance to weather conditions. Since the chemical interaction between the materials and polymers in the structures changes, experimental studies are required when developing protective coatings.

Although polymer matrix composites exhibit superior mechanical and physical properties compared to traditional materials, one of the main challenges in the development of composites is the use of polymers. The sensitivity of polymers to temperature changes and their usage periods cause the resulting mixture to be less workable. Therefore, these situations need to be taken into consideration in the production of polymer matrix composites. Furthermore, with the development of technology, polymer matrix composites have undiscovered properties in the field of materials science. Therefore, further research is needed on the applications and properties of polymer matrix composites. Additionally, in future studies on the development of polymer matrix composites, research can be conducted on increasing the amount of waste materials used in composites and the potential use of composites.

References

Ari, A. C. (2025). Mechanical and hydrophobic properties determination of epoxy/ignimbrite/pine waste composites. Polymer Composites, 1-14.

Bakshi, P., Pappu, A., Bharti, D. K., Patidar, R., & Gupta, M. K. (2021). Sustainable development of particulate reinforced composites by recycling marble waste for advanced construction applications: Ultra-low water absorption, remarkable thermal and mechanical behaviour. Waste and Biomass Valorization, 12, 6449-6464.

Chadegani, A. A., Salehi, H., Yunus, M. M., Farhadi, H., Fooladi, M., Farhadi, M., & Ebrahim, N. A. (2013). A comparison between two main academic literature collections: Web of Science and Scopus databases. Asian Social Science, 9 (5), 18-26.

Chen, L., Yang, M., Chen, Z., Xie, Z., Huang, L., Osman, A. I., Farghali, M., Sandanayake, M., Liu, E., Ahn Y. H., AaH A-M., Rooney, D. W., & Yap, P-S. (2024). Conversion of waste into sustainable construction materials: a review of recent developments and prospects. Materials Today Sustainability, 27, 100930.

de Andrade Salgado, F., & de Andrade Silva, F. (2022). Recycled aggregates from construction and demolition waste towards an application on structural concrete: A review. Journal of Building Engineering, 52, 104452.

Dubey, S. C., Mishra, V., & Sharma, A. (2021). A review on polymer composite with waste material as reinforcement. Materials Today: Proceedings, 47 (11), 2846-2851.

Foti, D., Lerna, M., & Vacca, V. (2018). Experimental characterization of traditional mortars and polyurethane foams in masonry wall. Advances in Materials Science and Engineering, 2018, 8640351.

Hsissou, R., Seghiri, R., Benzekri, Z., Hilali, M., Rafik, M., & Elharfi, A. (2021). Polymer composite materials: A comprehensive review. Composite Structures, 262, 113640.

Jagadeesh, P., Mavinkere Rangappa, S., Siengchin, S., Puttegowda, M., Thiagamani, S.M.K., Hemath Kumar, M., Oladijo, O.P., Fiore, V., Moure Cuadrado, M.M. (2022). Sustainable recycling technologies for thermoplastic polymers and their composites: A review of the state of the art. Polymer Composites, 43, 5831-5862.

Kangishwar, S., Radhika, N., Sheik, A. A., Chavali, A., & Hariharan, S. (2023). A comprehensive review on polymer matrix composites: material selection, fabrication, and application. Polymer Bulletin, 80, 47-87.

Li, H., Yang, J., Yang, D., Zhang, N., Nazar, S., & Wang, L. (2024). Fiber-reinforced polymer waste in the construction industry: a review. Environmental Chemistry Letters, 22, 2777-2844.

Li, X., Qin, D., Hu, Y., Ahmad, W., Ahmad, A., Aslam, F., & Joyklad, P. (2022). A systematic review of waste materials in cement-based composites for construction applications. Journal of Building Engineering, 45, 103447.

Liu, J., Tran, P., Van, V. N., Gunasekara, C., & Setunge, S. (2023). 3D printing of cementitious mortar with milled recycled carbon fibres: Influences of filament offset on mechanical properties. Cement and Concrete Composites, 142, 105169.

Mosallam, A. S., Bayraktar, A., Elmikawi, M., Pul, S., & Adanur, S. (2015). Polymer composites in construction: an overview. SOJ Materials Science & Engineering, 2 (1), 25.

Oladele, I. O., Omotosho, T. F., & Adediran, A. A. (2020). Polymer-based composites: an indispensable material for present and future applications. International Journal of Polymer Science, 2020, 8834518.

Ray, S., Kumar Rout, A., & Kumar Sahoo, A. (2021). A comparative analysis of the abrasion wear characteristics of industrial wastes filled glass/polyester composites based on the design of experiment and neural network. Polymer Composites, 42(1), 424-438.

Rupal, A., Meda, S.R., Gupta, A., Tank, I., Kapoor, A., Sharma, S.K., Sathish, T., & Murugan, P. (2022). Utilization of polymer composite for development of sustainable construction material. Advances in Materials Science and Engineering, 2022, 1240738.

Rybak-Niedziółka, K., Starzyk, A., Łacek, P., Mazur, Ł., Myszka, I., Stefa ´nska, A., Kurcjusz, M., Nowysz, A., & Langie, K. (2023). Use of waste building materials in architecture and urban planning—a review of selected examples. Sustainability, 15(6), 5047.

Rutzen, M., Schulz, M., Moosburger-Will, J., Lauff, P., Fischer, O., & Volkmer, D. (2021). 3D printing as an automated manufacturing method for a carbon fiber-reinforced cementitious composite with outstanding flexural strength (105 N/mm^2). Materials and Structures, 54, 234.

Sahu, R., Gupta, M. K., Chaturvedi, R., Tripaliya, S. S., & Pappu, A. (2020). Moisture resistant stones waste based polymer composites with enhanced dielectric constant and flexural strength. Composites Part B: Engineering, 182, 107656.

Sajan, S. S. P. S., & Selvaraj, D. P. (2021). A review on polymer matrix composite materials and their applications. Materials Today: Proceedings, 47, 5493-5498.

Sharma, A. K., Bhandari, R., Sharma, C., Dhakad, S. K., & Pinca-Bretotean, C. (2022). Polymer matrix composites: A state of art review. Materials Today: Proceedings, 57, 2330-2333.

Singh, R., Singh, I., Kumar, R., & Brar, G. S. (2021). Waste thermosetting polymer and ceramic as reinforcement in thermoplastic matrix for sustainability: thermomechanical investigations. Journal of Thermoplastic Composite Materials, 34 (4), 523-535.

Tiza, T. M., Singh, S. K., Kumar, L., Shettar, M. P., & Singh, S. P. (2021). Assessing the potentials of Bamboo and sheep wool fiber as sustainable construction materials: A review. materials today: Proceedings, 47, 4484-4489.

NEXT-GENERATİON IOT CONTROLLERS WİTH SOFTWARE AUTOMATİON FOR SUSTAİNABLE ENERGY AND SMART LİVİNG

Ali GEZER

Abstract

Protecting nature and natural resources starts with conservation. No matter how efficient energy systems are, if energy is being wasted, energy efficiency cannot truly be achieved. The need for electrical energy in homes is an undeniable requirement. However, lighting left on unnecessarily leads to energy waste. In addition, controlling power outlets is extremely important for energy efficiency. Electrical appliances, heating/cooling systems, and electronic devices left plugged in can result in significant energy consumption. Research shows that devices left plugged in but not in use increase energy consumption by 5%. Furthermore, when considering the energy consumption caused by forgotten lights and devices left on, it becomes clear that an efficient solution is needed in this regard. The study aims to provide a solution that prevents energy waste by bringing the entire energy interaction of the home to the user's current location. The ultimate goal of the study is to create a map of the home's outlets and switches through a mobile application, enabling complete interaction with the home's electrical outlets and switches via this mapping system. Compared to existing solutions, the advantage of this solution is that it offers a holistic and scalable approach to energy management. Similar Wi-Fi-based solutions are often singular in their approach and, when forced to scale to cover the entire home, they become unmanageable and complex. Current user-unfriendly approaches also keep society away from IoT technologies.

In this context, controlling outlets and switches through the mapping of the home via a mobile application is expected to create a significant market and serve as a local alternative to entirely imported products. With this proposed system, outlet/switch control can be performed from any point in the house, or even from anywhere in the world. In this regard, our solution will have three intermediate outputs. The first output is the design of a Wi-Fi communication and control board to be integrated into the outlets and switches. The second is the uniquely designed and modeled outlet/switch body to be manufactured. Lastly, a mobile application where the home is mapped, virtual switches and outlets are positioned, and controls are executed. The current states of the outlets/switches can be monitored on the mobile application screen, they can be turned on/off, and in cases such as overload, the outlet's energy will be cut off and a notification will be sent. Beyond the comfort and security this solution will bring to our lives, it is expected to reduce energy consumption in homes by at least 5%.

Key Words: IoT Socket, IoT Switch, OT-IoT Cyber Security, WebSocket, Mobile Application

Ali Gezer, Doç. Dr., Kayseri University, Cyber Security Research and Application Center, agezer@kayseri.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8265-1736

INTRODUCTION

In today's world where digitalization is highly prevalent, there is a growing need for solutions that simplify rather than complicate people's lives—solutions they can trust without hesitation, that reduce rather than increase the risks they may face in daily life. In this context, instead of constantly living with worries such as "Did I leave it on?", "Was it plugged in?", "Did I turn off the water?", "Is the refrigerator working?", or "Did I leave the front door open?", the goal is to enable remote control with high availability 24/7 through the development of IoT modules, regardless of the type or content of the device/appliance being transformed into an internet-connected object. We believe that our country must rapidly enter the growing IoT sector by producing alternative solutions to the mostly imported IoT hardware and software currently available.

The scope of the study will be positioned within the electrical/electronics sector, specifically in the field of smart home automation and IoT technologies. The IoT sector has recently gained significant global popularity. In 2021, the global IoT market grew by 22%, reaching a volume of $381.3 billion. It is projected to grow at an average annual rate of 23% until 2028, reaching a market size of $1.8 trillion [1]. Considering that 95% of all electrical devices produced in the future are expected to have IoT integration, we believe that this sector requires critical focus [2].

According to 2021 data, IoT hardware showed the largest increase within the IoT market. Switches and sockets, which are among the primary components of a household's energy demand, are set to become priority products within IoT hardware. In this context, it is evident that Wi-Fi-controlled socket/switch kits will be in high demand in the IoT market. In 2021, the sector reached a market volume of $217.8 million, with 8.5 million smart sockets/switches sold. It is projected that the demand for smart sockets and switches will grow at a compound annual growth rate (CAGR) of 42.2% between 2022 and 2026 [3].

The ultimate goal of the study is to design an innovative product that enables comprehensive monitoring and control of a home's energy interactions via a mobile application using a mapped layout of the residence. With the solution to be developed, energy consumption caused by lighting systems or electrical devices left plugged in or accidentally left running will be prevented. Additionally, it will help protect both residents and their homes from disasters such as fires that could be triggered by forgotten running devices. The intermediate goals and outcomes of the proposed study, which will allow the home's energy interaction to be monitored both from inside and outside the house, are as follows:

Through the mobile application to be developed, the active/passive status of lighting and electrical devices will be visible and controllable. To ensure that this interaction is user-friendly and free from complexity, the monitoring and control processes will be carried out on a mapped house layout. The mobile application will feature an interface for mapping the layout of the residence. With this mapping feature, a floor plan of the house will be created; lighting switches and power outlets in each room will be virtually positioned on the map. Once this setup is completed, each time the app is launched, the active/passive status and positions of switches and outlets will be displayed on the mapped layout. The developed system can analyze both wired and wireless network traffic of IoT devices and interpret it at the protocol level. The system will include an AI-powered anomaly detection mechanism aimed at identifying unusual activity in network traffic and detecting potential cyberattacks. In this way, unknown or previously undetected attacks can be recognized, and necessary actions can be taken automatically [4-6].

Wi-Fi-controlled socket and switch housings will be designed. After the unique designs for the socket and switch are modeled in a computer environment, prototype production will be carried out using a 3D printer. The housings, which will be produced in standard dimensions of 85x82 mm, will be designed for surface mounting. In addition to the standard lighting button, the switch will include an LED to indicate the Wi-Fi connection status and a non-permanent micro button for functions such as checking and resetting the Wi-Fi connection.

A Wi-Fi communication and control circuit board compatible with the mobile application will be designed. The Wi-Fi module, which will operate at 2.4 GHz, will have a custom communication protocol and designated communication port. The Wi-Fi kit will allow for control and monitoring with a maximum delay of 1 second. Data packets will be encrypted to minimize the risk of cyber threats, such as botnet attacks. The Wi-Fi-controlled sockets and switches will operate at 110/220 V AC ±10%, 50–60 Hz, and will feature a circuit breaker to cut off power if the current exceeds 13 amps. In such cases, the mobile application will notify the user, clearly indicating which socket or switch experienced the issue.

The mobile application of the developed IoT controllers will be accessible via the App Store and Play Store, making it easier to manage IoT modules with a scalable approach. The embedded software of single and multi-channel IoT modules will be developed and provided preloaded onto the electronic boards. This embedded software will manage processes such as connecting to a Wi-Fi network, communicating with background services, storing Wi-Fi credentials in EEPROM, and performing automatic software updates. When a new version of the embedded software is released, it will be sufficient for the controllers to be connected to the internet to receive the update. In this way, users will be able to continue using their devices securely with the latest software.

The proposed solution's ability to protect residents and homes from disasters like fires caused by electrical devices left on will make it a fundamental necessity. Additionally, the ability to cut power through a circuit breaker in the event of current overload is another significant safety feature. Controlling and deactivating lighting and electrical devices that are left on or inactive will provide homeowners with at least 5% energy savings. These advantages in terms of safety and energy efficiency will drive demand for the product among a wide range of users.

Research Motivation

Maslow's classification of human needs shows that security and comfort rank among the top three necessities within the context of housing. Managing sockets and switches via a mobile application through a mapped layout of the residence will contribute to our lives in terms of security, comfort, and energy savings. The product's focus on preventing energy waste is particularly important considering today's global energy supply challenges. For countries like Turkey, which are highly dependent on foreign energy sources, as well as EU countries and many others, energy-saving solutions are of critical importance.

In this context, our study, which adopts a holistic and scalable approach, is expected to become a necessity for all household residents. Making living spaces more comfortable is important for everyone. The ability for residents to control all lighting and electrical devices through the home's floor plan via a mobile application, regardless of their physical location, will significantly enhance quality of life.

Moreover, the study solution' s ability to prevent disasters such as fires caused by forgotten electrical devices left running will make our homes safer living spaces, turning the product into one of the fundamental needs. Additionally, if any socket is exposed to excessive current, the circuit breaker will automatically cut off power to the related device, offering another layer of safety.

The safety-related advantages provided by the solution will increase demand across a wide audience. In our home environment measurements, we observed that a 40-inch LED TV and satellite receiver drew 383 mA while operating and 72 mA in standby mode, while a washing machine consumed 77 mA when inactive. The TV, when on standby, consumed approximately 20% of its normal operating power. Thus, the ability to monitor and deactivate lighting or electrical devices left on or forgotten in sockets will offer homeowners at least 5% energy savings.

Research Questions

To what extent have IoT-enabled outlets and switches been able to impact our lives? The lack of a holistic and scalable approach hinders the widespread adoption of such technologies in society. In the current single-device-focused smart outlet/switch solutions, remote control of an individual device or lighting unit can be achieved. However, when the number of devices increases or when trying to scale these solutions to the size of an entire home, the products lose scalability and lead to management complexity. For instance, a standard 3-bedroom home typically requires an average of 12 outlets and 12 light switches, which current solutions fail to support in a scalable manner. Furthermore, existing solutions require the outlet/switch kit to be paired with only one mobile device, meaning that managing the system depends on the availability of that specific device. Our IoT-integrated solution, which manages the energy interaction of the entire home through a mapped representation of the residence, will bring added value to the market with its holistic and scalable approach. The designed Wi-Fi-enabled outlets/switches will be capable of pairing with multiple mobile devices, enabling multi-user control so that all household members can interact with the kits. The IoT-enabled outlets and switches will communicate with the mobile application via encrypted TCP socket connections over IP addresses. Our smart kits will support multiple socket connections simultaneously, allowing interventions from multiple users.

Existing Wi-Fi Outlet/Switch Solutions

They lack a holistic approach and therefore cannot manage energy activity at the scale of an entire household.

As the number of Wi-Fi outlets and switches increases, these solutions lose scalability and lead to management complexity.

None of the existing solutions offer control through a mapped layout of the home.

There is no circuit breaker functionality or user notification in case of overload.

Only one household member's mobile phone can be paired with the outlet/switch, limiting control and monitoring to that individual.

Innovative Aspects of the Our Study's Solution

An application layer protocol will be developed for Wi-Fi communication, and data packets will be transmitted with encryption. This will minimize the risk of exposure to cyberattacks.

Socket and switch management will be implemented through a mapping of the residence, providing a scalable and user-friendly control interface.

All active and passive switches and sockets will be controllable and trackable through their virtual representations on the map.

The mobile application will include an interface for creating the floor plan of the house and positioning all Wi-Fi-controlled switches and sockets accordingly.

Devices accidentally left on can be controlled 24/7 via the mobile application, whether from inside or outside the home.

If a current exceeding 13 amperes is detected, the power to the corresponding outlet will be cut off and a notification will be sent to the mobile application.

The product will support pairing with all household members, allowing every resident to control the sockets and switches.

The product will contribute at least 5% to the home's overall energy savings.

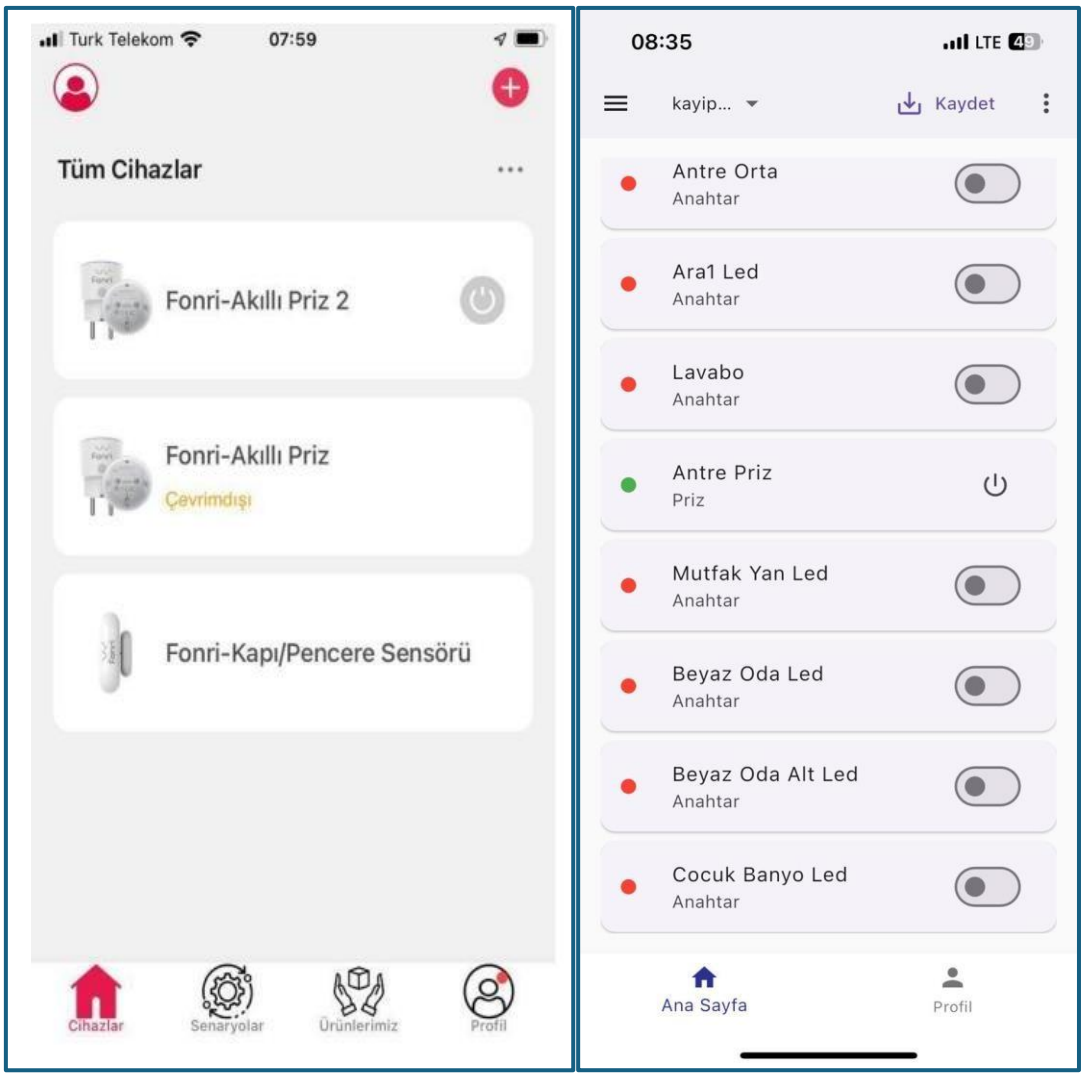
METHODOLOGY

In order to manage our home's energy interaction via mapping through a mobile application, the following components will be developed: an electronic board for Wi-Fi communication and control, a mobile application for home mapping and energy interaction, and designs for the physical socket/switch enclosures.

Within the scope of the study, the prototype mobile application we will develop—enabling socket and switch control through the mapping of the residence—will introduce a holistic and scalable perspective that adds new value to the sector and presents a strong alternative to entirely imported competitor products. Features such as the circuit breaker function in case of overload, user notifications, and the ability for multiple users to pair with and control the devices—capabilities not found in current competing solutions—will make the product more desirable and competitive.

Figure 1 Implementation of the products developed within the scope of the solutionin a home environment: a) Lighting b) Socket control

The control perspective based on the floor plan of the residence has highlighted the importance of managing energy with a holistic and scalable approach. In Figure 1, the control interface of the mobile application is shared, showing the control of 17 lighting units and 8 socket units—25 Wi-Fi controllers in total—implemented in a real 4+1 apartment. In this real 4+1 home environment, control through the residence's floor plan has demonstrated the strength of a holistic and scalable control approach. The resident was able to manage and monitor the status of any desired socket or switch by simply locating it on the plan, without experiencing any confusion.



(2)

Figure 2 **Mobile Application Interface for Fonri Smart Plug (1) Control Confusion in List Mode (2)**

In the developed mobile application, in addition to the 'Map Mode' control, a 'List Mode' control option—commonly used by fully imported counterparts—is also offered. However, as shown in Figure 2, switching to list mode clearly reveals the confusion that occurs during multi-device control with similar solutions. While the listing method may be a suitable option in environments with 3 to 5 Wi-Fi sockets/switches, in an application with 25 separate Wi-Fi units, locating and controlling the desired socket or switch requires significant focus. For example, in list mode, not all devices could be displayed on a single mobile screen—only 8 sockets and switches were visible at once. To access the remaining devices, scroll bars had to be used, which negatively affects ease of use. The scalability issue faced when fully imported counterparts are pushed to work at a home-scale level has been clearly observed in this real home implementation.

The IoT modules to be developed will include a built-in DC power supply unit. This will provide the necessary 3.3V DC for the ESP8266-01 chip and 5V DC for the switching unit within the module itself. Three channel version of IoT controllers circuit diagram is shown in Figure 3. Two versions of the IoT modules will be developed: one with a 10 Ampere and another with a 16 Ampere 250V AC switching

unit. The 16 Ampere version will be preferred for applications requiring higher power. The Wi-Fi controllers will feature advanced functionalities such as scheduling, power consumption monitoring, circuit breaker protection in case of overload, scenario creation, and voice command support. The mobile application will offer integrated voice assistant functionality, enabling users to manage their smart home systems via voice commands.

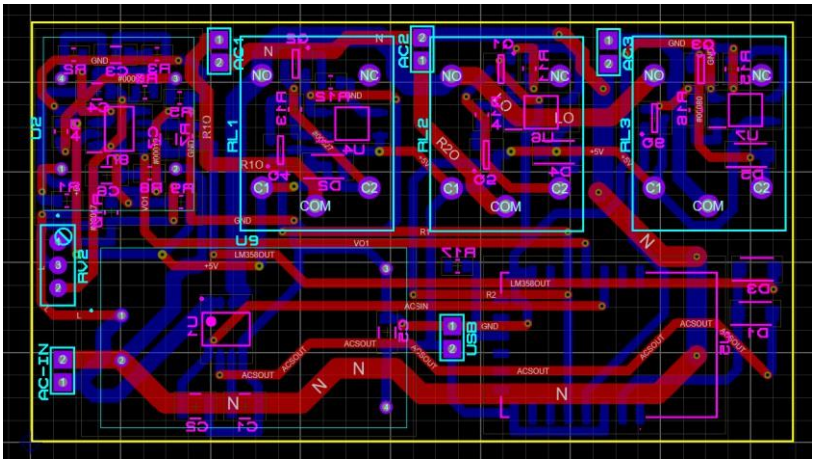


Figure 3 3 Channel IoT Controllers Printed Circuit Board Diagram

This system will seamlessly work with existing voice assistant platforms like Google Assistant, Amazon Alexa, and Apple HomePod, providing users with a hands-free control experience. The voice assistant integration will utilize Natural Language Processing (NLP) technologies, allowing it to understand and execute complex commands. Users will be able to turn devices on and off using custom-defined voice command patterns [7, 8, 9].

The schematic board will be designed considering the standard socket/switch dimensions of 85x82 mm. For creating the circuit’s virtual prototype, software packages such as Altium Designer and Proteus will be used to carry out simulations, software testing, and PCB design. Data packets used in Wi-Fi communication will be encrypted with WEP/TKIP/AES, and Wireshark analyzer will be used for authentication and verification [10,11].

The mobile application will be developed using the open-source Flutter framework. Since Dart programming allows software development for both iOS and Android platforms, it will significantly reduce software costs. The home’s floor plan and socket/switch data will be stored locally on the user’s phone using Flutter’s local storage components. A Backend API application will enable interaction with the sockets and switches via the mobile app. The backend needs a database which is running on the server side [12]. The system is designed as a comprehensive automation solution, combining both software and hardware components. While the software layer handles control, mapping, and communication functions, the hardware layer consists of smart socket and switch modules capable of receiving commands and transmitting status data. This integration ensures a fully functional, real-time home automation experience [12].

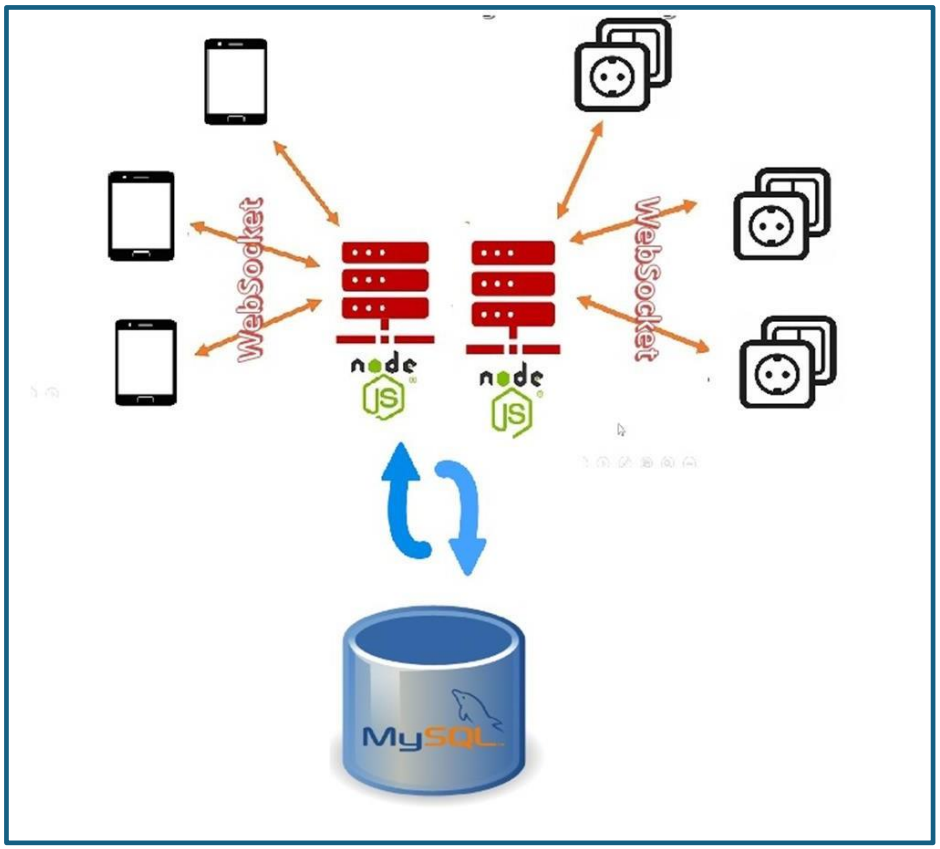


Figure 4. Backend Structure of the Solution

Communication protocol optimization will be carried out using Wireshark protocol analyzer, targeting a maximum delay of 2 seconds within the home and up to 4 seconds from external networks for socket/switch control. To prevent unauthorized access to sockets/switches, penetration tests will be conducted. To protect against DDoS and DoS attacks, the optimal number of TCP handshakes will be determined.

Figure 4 presents the project's backend infrastructure. Virtual prototypes of the socket and switch enclosures will be developed using Autodesk Fusion 360 CAD software. These virtual models will be used to design the placement and integration of the electronic components within the socket and switch housings. Reverse engineering and CAD modeling of all electronic components will be conducted.

Once all interactive parts are modeled in the CAD environment, virtual assembly will be carried out to evaluate component interactions. During this phase, potential issues such as interference, overlap, wall thickness, weight distribution, and zebra (surface continuity) analysis will be examined. Design parameters will be optimized during the virtual prototyping stage to ensure functional and manufacturable results.

In the physical manufacturing phase, two different 3D printing technologies will be used:

FDM (Fused Deposition Modeling) for components that require higher mechanical strength or impact resistance,

SLA (Stereolithography) for components where high resolution and precision are essential.

By using both printing methods, the production of both durable and high-detail parts will be ensured, tailored to the needs of each component type.

CONCLUSION

The contributions of the study in terms of safety, comfort, and energy savings will attract the attention of both individuals currently living in their homes and construction developers who aim to add value to new residential buildings with this technology, thereby creating a potential customer base. It is planned that the product will be offered for sale on online sales platforms in the future. In addition, direct meetings with new residential developers are targeted to market the product during the construction phase.

Considering that 95% of electrical devices to be produced in the future will have IoT integration, an innovative solution originating from our country holds critical importance. Furthermore, technical features such as low battery notification, circuit breaker in case of overload, and overload warning will make our product more advantageous compared to its competitors. Competing solutions can only be paired with a single mobile phone, allowing only one user to control the socket/switch. The product we are designing will be able to pair with and be controlled by all household members' mobile devices. The encryption of incoming and outgoing packets between the mobile application and the Wi-Fi module will minimize the risk of cyberattacks. We foresee that our product, which we believe will become a necessity rather than an option for households, will generate significant demand both nationally and internationally.

REFERENCES

Ding, S., Ward, H., & Tukker, A. (2023). How Internet of Things can influence the sustainability performance of logistics industries–A Chinese case study. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, *6*, 100094.

Rahmani, H., Shetty, D., Wagih, M., Ghasempour, Y., Palazzi, V., Carvalho, N. B., ... & Grosinger, J. (2023). Next-generation IoT devices: Sustainable eco-friendly manufacturing, energy harvesting, and wireless connectivity. *IEEE Journal of Microwaves*, *3*(1), 237-255.

Smart Plug Market Size, Share & Trends Analysis By Product Support (Wi-Fi, Bluetooth), By Application (Commercial, Household, Industrial), By Region, And Segment Forecasts, 2022 – 2030, https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/smart-plug-market.

Magara, T., & Zhou, Y. (2024). Internet of things (IoT) of smart homes: privacy and security. *Journal of Electrical and Computer Engineering*, *2024*(1), 7716956.

Alzubi, O. A., Alzubi, J. A., Qiqieh, I., & Al-Zoubi, A. M. (2025). An IoT Intrusion Detection Approach Based on Salp Swarm and Artificial Neural Network. *International Journal of Network Management*, *35*(1), e2296.

Prajapati, P. M., Gandhi, P. P., & Degadwala, S. (2024, April). Exploring Methods of Mitigation against DDoS Attack in an IoT Network. In *2024 International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT)* (pp. 1373-1377). IEEE.

Taye, M. M. (2023). Theoretical understanding of convolutional neural network: Concepts, architectures, applications, future directions. *Computation*, *11*(3), 52.

Zhao, K., Han, Q., Zhang, C. B., Xu, J., & Cheng, M. M. (2021). Deep hough transform for semantic line detection. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, *44*(9), 4793-4806

Aggarwal, A., Mittal, M., & Battineni, G. (2021). Generative adversarial network: An overview of theory and applications. *International Journal of Information Management Data Insights*, *1*(1), 100004.

Parthiban, N., Vijay, S., & Sheela, S. N. (2025). Comparison of mitigating DDoS attacks in software defined networking and IoT platforms. *Cyber Security and Applications*, *3*, 100080.

Pallewatta, S., & Babar, M. A. (2024, September). Towards secure management of edge-cloud IoT microservices using policy as code. In *European Conference on Software Architecture* (pp. 270-287). Cham: Springer Nature Switzerland.

Gezer A. (2003), ‚Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi web-tabanlı yazılım otomasyonu / Erciyes University Scientific Research Center web-based program, Tez No: 138912 https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=IDsoC-pVaBkRfh-7BxLpQA&no=p2q7Ifh3J9Kb0tgbJtwSdA

KAPSAYICI BÜYÜME ÇERÇEVESİNDE MALZEME VERİMLİLİĞİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Figen Tombak

Özet

Malzeme verimliliği, sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda ekonomik büyüme, doğal kaynak kullanımı ve çevresel etkiler arasındaki dengenin sağlanmasında önemli bir göstergedir. Aynı zamanda kapsayıcı büyüme perspektifinden bakıldığında, malzeme verimliliği yalnızca üretim süreçlerindeki etkinlik değil, toplumsal refahın artırılması ve kaynakların adil dağılımı açısından da kritik bir rol üstlenmektedir. Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de malzeme verimliliği belirleyicilerinin kapsayıcı büyüme çerçevesinde ortaya konularak temel sosyoekonomik ve teknolojik faktörleri belirlemek ve bu değişkenlerin kısa ve uzun dönemli etkilerini analiz etmektir. Çalışmada 1990–2023 arası yıllık veriler kullanılarak ARDL modeli ile ampirik analiz gerçekleştirilmiştir. Model sonuçlarına göre, uzun dönemde ekonomik büyümenin malzeme verimliliği üzerinde negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğu, buna karşılık, kadınların işgücüne katılımı ve mobil telefon kullanımının malzeme verimliliği üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğu ortaya konulmuştur. Kısa dönemde ise insani gelişme endeksindeki değişimin malzeme verimliliğini negatif etkilediği, kadın işgücüne katılım oranının bir dönem gecikmeli farkının istatistiksel olarak anlamlı ve negatif etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, Türkiye'de malzeme verimliliği politikalarının yalnızca ekonomik büyüme değil, toplumsal kalkınma ve dijital erişim gibi çok boyutlu unsurları da içermesi gerektiğine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: ARDL, İnsani Gelişme Endeksi, Kadınların İşgücüne Katılımı, Kapsayıcı Büyüme, Malzeme Verimliliği.

Jel Sınıflandırması: C22, Q01, O44

Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, figen.tombak@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5380-1050.

1. Giriş

Kapsayıcı Büyüme kavramının meydana gelişi II. Dünya Savaşı sonrası döneme rastlamaktadır. Buna karşılık, ülkelerin ekonomik büyüme politikalarını kapsayıcı büyüme üzerine kurmaya başlamaları ise 2008 Küresel Finansal kriz sonrasına denk gelmektedir. Küresel finans kriz sonrası ülkeler ekonomik büyümelerini nasıl daha kapsayıcı hale getireceklerini tartışmaya başlamışlardır. Kapsayıcı büyüme; servet yaratımı, ekonomik özgürlük ve eşit fırsatların bir arada var olabileceği ilkesini benimser. Bir toplumun hem özgür hem de eşit olabileceğini ve aynı zamanda uzun vadeli ekonomik büyüme ile refahı hedefleyebileceğini savunur (Agarwal, 2024). Dünya Ekonomik Forumu'nun raporuna (2015) göre ise kapsayıcı büyüme; beşeri sermaye oluşumu için uygun bir ortam yaratılması, ücret ve verimlilik artışı arasındaki bağın güçlendirilmesi, girişimcilik ve yatırımların teşvik edilmesi, iş ve siyaset etiğinin güçlendirilmesi, toplumsal cinsiyet eşitliğinin teşvik edilmesi, vergi sistemi ve sosyal korumanın gözden geçirilmesi ile kamu hizmetleri ve altyapının iyileştirilmesi gibi alanları kapsamaktadır (Dünya Ekonomik Forum, 2015). Böylece, kapsayıcı büyüme kavramı bir çok ülke raporlarında kullanılmaya başlanmış ve bu ülkelerin gelecekteki hedeflerinde yer almıştır. Özellikle Avrupa Birliği (AB), bir çok yapısal değişikliği içinde barındıran yeni bir strateji değiştirme yoluna girmiştir. 2010 yılı itibari ile ortaya koyduğu ve bir çok yapısal dönüşümü barındıran bu stratejiye "AB 2020 Stratejisi" adı verilmiştir. Bu yaklaşım ile akıllı, sürdürülebilir ve kapsayıcı büyüme hedefi oluşturulmuştur (Soylu, 2011, 106-107). Görüldüğü gibi kapsayıcı büyüme hedefi ile iklim değişikliğinin önüne geçmek, küresel yoksulluğu azaltmak, eşitsizliklerin azaltılması ve toplumların refah düzeylerinin artırılması bu ülkelerin gelecek planlarınının ilk aşamasında yer almaktadır. Böylece, Birleşmiş Milletler tarafından 2015 yılında 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi kabul edilmiştir (Koçak, 2024, 40). Bu gündem 17 hedefi kapsamaktadır. Bu hedefler, ekonomik büyümenin; yoksulluğun ve diğer yoksunlukların sona erdirilmesi, sağlık ve eğitimin iyileştirilmesi ve eşitsizliklerin azaltılması gibi stratejilerle birlikte yürütülmesi gerektiğini kabul eder. Bununla birlikte, tüm bu hedefler iklim değişikliği ile mücadele edilirken gerçekleştirilmelidir (Birleşmiş Milletler, 2025).

Şekil 1. Birleşmiş Milletler Sürdürülebilirlik Hedefleri

Kaynak: https://turkiye.un.org/tr/sdgs

Şekil 1'de Birleşmiş Milletler 17 sürdürülebilirlik hedefi görülmektedir. Burada görüldüğü gibi cinsiyet eşitliği, yoksulluğa son verilmesi, açlıkla mücadele bu sürdürülebilirlik hedeflerinin parçasıdır. İlave olarak, çevre kalitesi de bu sürdürülebilirlik hedeflerinin önemli bir parçasıdır. Şekil 1'de görülen on ikinci madde, sorumlu üretim ve tüketimi teşvik ederek çevre kirliliğini önlemeye yöneliktir. Bu maddede ayrıca çevre kirliliğinin azaltılması için malzeme ayak izinin ve malzeme kullanımının

azaltılması önerilmektedir. Böylece, son dönemde çevre kalitesini temsil eden malzeme ayak izi ve malzeme verimliliği gibi olgular dikkat çekmeye başlamıştır (Avcı, 2025, 348). Malzeme ayak izi, küresel malzeme çıkarımının bir ülkenin talebine olan oranı olarak açıklanabilir (Turgut ve Gökten, 2023, 21). Malzeme verimliliği ise aynı çıktı düzeyinin nasıl daha az malzeme kullanılarak üretileceği sorunsalıdır. Malzeme verimliliği sera gazı emisyonları azaltımında özellikle sanayi sektörü kaynaklı emisyonların azaltılmasında kritik role sahiptir. Malzeme verimliliği döngüsel ekonomi yaklaşımı zor olan sektörler için önemli bir çevre kalitesi göstergesidir (Karakaya, 2023). Malzeme verimliliği, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ve hızlı büyüme potansiyeline sahip olan ülkeler için sürdürülebilirlik hedefleri kapsamında önemli bir çevre kalitesi göstergesidir. Bu açıdan literatüre bakıldığında; Flachenecker (2018), AB'nin 28 üye devletine ait 2000–2014 dönemi panel verisi kullanarak, malzeme verimliliğinin bu göstergeler üzerindeki nedensel etkisini analiz etmiştir. Sonuçlar; malzeme verimliliğinin ücret oranı üzerinde pozitif ve nedensel bir etkisi olduğunu; daha düşük bir güven düzeyinde de cari denge oranı üzerinde etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Diğer makroekonomik göstergeler ise anlamlı biçimde etkilenmemiştir. Avcı ve Tonus (2020a), çalışmalarında, farklı kapsayıcı büyüme tanımları, kullanılan değişkenler ve bu değişkenlerin kapsayıcı büyüme ile ilişkisi ortaya konulmuştur. Bununla birlikte, kapsayıcı büyüme hedefiyle hareket eden ülkelerin bu hedefe ulaşmak için yapmaları gereken düzenleme ve iyileştirme alanları ele alınmıştır. Avcı ve Tonus (2020b), Türkiye'de kapsayıcı büyümeyi ölçmeye yönelik farklı yöntemlerle endeksler oluşturmuşlardır. Endekslerin tamamı Türkiye'nin 2006-2018 döneminde daha kapsayıcı büyüme sergilediğini göstermiştir. Turgut ve Gökten (2023), çalışmalarında malzeme ayakizi bağımlı değişken olarak yer alırken malzeme tüketimi, malzeme verimliliği, nüfus, enerji tüketimi, ekonomik büyüme, ticari açıklık ve küreselleşme bağımsız değişken olarak yer almıştır. Çin, Amerika Birleşik Devletleri, Hindistan, Brezilya ve Japonya'nın 1990-2016 dönemi verilerinin kullanıldığı çalışmada söz konusu ülkelerde malzeme tüketimi, ekonomik büyüme ve nüfus ile malzeme ayak izi arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Avcı (2024), 1991-2021 arasındaki yılları kapsayan dönem için Türkiye'de kapsayıcı büyüme ile karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Çalışmada, kapsayıcı büyüme endeksi oluşturulmuş ve oluşturulan bu endeks kapsayıcı büyüme göstergesi olarak kullanılmıştır. Sonuca göre, karbon emisyonunda meydana gelen %1'lik bir artış kapsayıcı büyümeyi % 0,17 artırırken, kapsayıcı büyümede meydana gelen %1'lik bir artış ise karbon emisyonunu %4,38 artırmaktadır. Duran ve Bozkaya (2024), 27 Avrupa ülkesinin ekonomik büyümesini döngüsel ekonomi kapsamında araştırmışlardır. 2010-2021 yılları arasındaki yıllık verilerle yapılan ampirik analiz, döngüsel malzeme kullanım oranı ve kaynak verimliliği değişkenlerinin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini incelemektedir. Sonuçlara göre; kaynak verimliliğinin ekonomik büyüme üzerinde pozitif yönlü bir etkisi olduğu gözlenmiştir. Koçak (2024), 1990-2020 yılları arası dönemi kapsayan bir ampirik model gerçekleştirmiştir. Brezilya ülke verilerinin kullanılarak yapılan ARDL sınır testi analiz sonuçlarına göre; gelir eşitsizliğindeki artışın CO2 emisyon seviyesini artırdığı saptanmıştır. Ayrıca gelir eşitsizliğinden çevre kirliliğine doğru tek yönlü nedensellik olduğu ortaya konulmuştur. Xu vd. (2024), 1990-2019 yılları arası için yaptıkları ampirik çalışmada CO_2, malzeme ayakizi ve İnsani Gelişme Endeksi (İGE) arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. 151 ülke verisi ile yaptıkları çalışmanın sonuçları, kişi başı malzeme ayakizi ile İGE'nin artış eğiliminde olduğunu; buna karşılık malzeme ayakizinin İGE'den çok daha hızlı arttığını ortaya koymaktadır. Avcı (2025), yüksek miktarda malzeme tüketimi gerçekleştiren on ülkenin 1990-2022 döneminde, malzeme ayak izinin belirleyicilerini ortaya koymaya çalışmıştır. Bulgular, ekonomik büyümenin malzeme ayak izini anlamlı bir şekilde artırdığını, ticari açıklık ve yenilenebilir enerji tüketiminin ise malzeme ayakizini azalttığını ortaya koymaktadır. Liu ve Li (2025), Çin'deki 31 il, bölge ve belediyeye ait 2008–2022 dönemi verilerini kullanarak eğitimde eşitlik, kapsayıcı finans ve sürdürülebilir ekonomik büyüme arasındaki içsel ilişkileri incelemişlerdir. Araştırma bulguları, eğitimde eşitliğin bölgesel sürdürülebilir ekonomik büyüme üzerinde anlamlı bir itici etkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Yine bulgulara göre, kapsayıcı finans, eğitimde eşitlik ile

sürdürülebilir ekonomik büyüme arasındaki ilişkide önemli bir aracılık rolü oynamaktadır. Shobande vd. (2025), 2000–2020 yılları arasında 24 ülke verisi ile yaptıkları ampirik analiz sonuçlarına göre, son dönem politikaların yeşil büyüme ve enerji dönüşümünün etkinliğini önemli ölçüde artırdığını ve toplumun tüm kesimlerine adil kazançlar sağladığını göstermektedir.

Literatürde görüldüğü gibi, malzeme verimliliğinin Türkiye için malzeme verimliliğinin belirleyicilerini ortaya koyan bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bundan dolayı, bu çalışmanın amacı, Türkiye'de malzeme verimliliğine kapsayıcı büyüme çerçevesinde yer alan değişkenlerin nasıl etki ettiğini ortaya koymaktır. Birleşmiş Milletler sürdürülebilirlik hedeflerinin yerine getirilmesinin Türkiye gibi gelişmekte olan bir ülke için oldukça önemli olması bu çalışmanın öneminin altını çizmektedir. Malzeme verimliliğinin Türkiye için kapsayıcı büyüme çerçevesinde ele alınması ve politika önerilerinde bulunması bu çalışmanın literatüre katkısıdır. Çalışmada, bağımsız değişkenler olarak; insani gelişme endeksi, kadınların işgücüne katılım oranı ve mobil telefon kullanım oranının yer alması çalışmanın literatüre diğer bir katkısıdır.

Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Girişten sonra ikinci bölümde çalışmanın yönteminden bahsedilmiş olup model ve veriler ortaya konulmuştur. Üçüncü bölümde ampirik sonuçlara yer verilmiştir. Dördüncü bölümde, bulguların, literatürdeki diğer çalışmalarla karşılaştırıldığı kısa bir tartışma yer almıştır. Beşinci ve son bölümde ise sonuç ve politika önerileri ile politika yapıcılara tavsiyeler verilmiştir. Çalışmanın bundan sonraki kısmı yöntemle devam edecektir.

2. Yöntem

Bu çalışmada bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkilerin analizinde ARDL (Autoregressive Distributed Lag) sınır testi yaklaşımı kullanılmıştır. ARDL modeli, özellikle değişkenlerin farklı düzeylerde durağanlık özellikleri göstermesi I(0) veya I(1) durumunda uygulanabilmesi ve küçük örneklem büyüklüklerinde güvenilir sonuçlar sunması nedeniyle tercih edilmiştir (Pesaran vd., 2001; Narayan, 2005).

Model aşağıdaki şekilde formüle edilmektedir:

$$\Delta Y_t = \alpha_o + \sum_{i=1}^{p} \beta_i \Delta Y_{t-1} + \sum_{j=0}^{q} \gamma_j \Delta X_{t-j} + \Phi_1 Y_{t-1} + \Phi_2 X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Bu denklemde, Δ birinci farkı, Y_t bağımlı değişkeni, X_t bağımsız değişken(ler)i, p ve q uygun gecikme uzunluklarını, ε_t ise hata terimini ifade etmektedir. ARDL modelinin tahmininde ilk olarak F sınır testi uygulanmaktadır. Böylece, değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı araştırılmaktadır. F sınır testindeki F-istatistiği, Pesaran vd. (2001) tarafından önerilen alt ve üst sınır kritik değerleri ile karşılaştırılmaktadır. F-istatistiğinin üst sınırdan büyük olması durumunda uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisi var kabul edilmektedir.

Eğer uzun dönem ilişki tespit edilirse, model hata düzeltme modeli (ECM) formatına dönüştürülmektedir. ECM modeli, kısa dönem dalgalanmaları ile uzun dönem denge ilişkisini birlikte inceleme imkânı sağlamaktadır. Bu bağlamda ARDL-ECM modeli şu şekilde ifade edilmektedir:

$$\Delta Y_t = \alpha_o + \sum_{i=1}^{p} \beta_i \Delta Y_{t-1} + \sum_{j=0}^{q} \gamma_j \Delta X_{t-j} + \lambda ECM_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

Burada ECM_{t-1}, uzun dönem denkleminden elde edilen hata düzeltme terimidir. λ katsayısı ise dengenin sağlanma hızını temsil etmektedir. Bu katsayının negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olması beklenmektedir (Harris & Sollis, 2003).

Çalışmada kullanılan değişkenlerin durağanlık düzeylerinin belirlenmesi amacıyla Augmented Dickey-

Füller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testleri uygulanmıştır. Bu testler, zaman serilerinin

seviyede mi durağan I(0) yoksa birinci farkta mı durağan I(1) olduğunu belirlemeye yöneliktir. ADF testi, serinin otokorelasyon yapısını gecikme terimleriyle kontrol ederek durağanlığı sınarken (Dickey & Fuller, 1979), PP testi ise hata terimindeki olası otokorelasyon ve değişen varyansı Newey-West düzeltmesiyle dikkate alır (Phillips & Perron, 1988). Her iki testte de sıfır hipotezi, serinin birim kök içerdiği yani durağan olmadığı yönündedir. Çalışmada kullanılan ARDL model aşağıdaki gibidir:

$$\Delta LnMFV_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p} \beta_i \Delta LnMFV_{t-i} + \sum_{j=0}^{q_1} \gamma_j \Delta LnGDP_{t-j} + \sum_{k=0}^{q_2} \delta_k \Delta Ln\dot{I}GE_{t-k} + \sum_{l=0}^{q_3} \Phi_1 \Delta LnFE_{t-1} + \sum_{m=0}^{q_4} \theta_m \Delta LnMobil_{t-m} + \lambda_1 LnMFV_{t-1} + \lambda_2 LnGDP_{t-1} + \lambda_3 Ln\dot{I}GE_{t-1} + \lambda_4 LnFF_{t-1} + \lambda_5 LnMobil_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Bağımlı değişken olarak kullanılan malzeme verimliliği, Küresel Malzeme Akış Veritabanın'dan (Global Material Flows Database) alınmıştır. Kişi başı gelir Dünya Bankası'ndan, İGE, Birleşmiş Milletler Veritabanın'dan, kadınların işgücüne katılım oranı ve mobil hücresel abone sayısı da Dünya Bankası'ndan elde edilmiştir.

3. Ampirik Sonuçlar

Çalışmanın bu kısmında, öncelikle serilerin durağanlık özelliklerine ilişkin bulgular sunulmakta, ardından uzun ve kısa dönem ilişkilerin yer aldığı model sonuçları detaylı biçimde değerlendirilmektedir. Analize geçmeden önce, çalışmada kullanılan değişkenlerin genel eğilimlerini ortaya koymak amacıyla tanımlayıcı istatistiklere yer verilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler Tablo 1'de yer almıştır.

Tablo 1. Tanımlayıcı İstatistikler

Değişkenler	Ortalama	Medyan	Maksimum	Minimum	Standart Hata	Çarpıklık	Basıklık
LnMFV	-0.469621	-0.502036	-0.260326	-0.640934	0.112569	0.386163	1.979202
LnGDP	8.993742	8.979997	9.596525	8.537233	0.332726	0.246101	1.717178
LnİGE	-0.327656	-0.336184	-0.150823	-0.514165	0.120923	0.007210	1.611537
LnFF	3.382502	3.405412	3.578004	3.148196	0.126321	-0.403095	2.161186
LnMobil	2.887267	4.380872	4.691348	-2.837805	2.475098	-1.269743	3.060474

Tablo 1'de görüldüğü gibi modelde yer alan değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, değişkenlerin ortalamalarının ve dağılımlarının genel olarak dengeli olduğu görülmektedir. Medyan değerler ortalamalara yakın seyretmekte olup, bu durum dağılımların büyük ölçüde simetrik olduğunu göstermektedir. Çarpıklık değerleri incelendiğinde değişkenlerinin hafif sağa çarpık olduğu gözlemlenmektedir. Basıklık katsayıları, tüm değişkenlerin normal dağılımın referans değeri olan 3'ün altında kaldığını göstermektedir. Böylece, dağılımların daha basık olduğu ortaya konulmuştur.

Çalışmada önce değişkenlerin durağan olup olmadıklarını ortaya konulması için birim kök testleri yapılmıştır. Bu çalışmada Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) ve Phillips Perron (PP) birim kök testleri kullanılmıştır. Tablo 2'de bu test sonuçları yer almaktadır.

Tablo 2. Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	ADF Testi		PP Testi	
	Sabitli	**Trendli**	**Sabitli**	**Trendli**
LnMFV	-4.405209**	-2.030734	-2.172237	-2.185327
LnGDP	0.665212	-2.576511	1.970129	-2.472450
LnİGE	-0.518479	-3.682267**	-0.505488	-1.873960
LnFF	-1.369566	-1.776075	-1.346954	-1.701633
LnMobil	-5.461505***	-6.345104***	-3.891406***	-1.222467

***,**,* Sırası ile %1, %5 ve %10 anlamlılık seviyelerini göstermektedir.

Tablo 2 sonuçlarına göre LnMFV'nin, ADF sabitli birim kök testi sonuçlarına göre %5 anlamlılık seviyesinde durağan olduğu tespit edilirken, ADF trendli birim kök testinin ve PP hem sabitli hem de trendli birim kök testinin sonuçlarına göre ise birim köke sahip olduğu görülmektedir. Böylece, LnMFV değişkeni birim köklü kabul edilmiştir. LnİGE değişkeni ise ADF trendli birim kök testi sonucunda %5 anlamlılık seviyesinde durağan görünürken ADF'nin hem sabitli hem de PP sabitli ve trendli birim kök test sonuçlarında ise birim köke sahip olduğu ortaya konulmaktadır. LnİGE yine birim köklü kabul edilmiştir. LnMobil değişkeni ise seviyede durağandır. Tablo 3'te değişkenlerin birinci farkları hem sabitte hem trendde incelenmiştir.

Tablo 3. Değişkenlerin Birinci Fark Sonuçları

Değişkenler	ADF Testi		PP Testi	
	Sabitli	**Trendli**	**Sabitli**	**Trendli**
LnMFV	-5.909809***	-5.842533***	-5.904118***	-5.838840***
LnGDP	-5.736767***	-5.781374***	-6.501265***	-7.635937***
LnİGE	-4.872686***	-4.826672***	-4.935672***	-4.880966
LnFF	-6.019712***	-6.572434***	-6.019712***	-6.732976***
LnMobil	-2.305096	-0.879613	-1.373607	-2.294086

***,**,* Sırası ile %1, %5 ve %10 anlamlılık seviyelerini göstermektedir.

Tablo 3'e göre değişkenlerin birinci farkları alınmış ve Lnmobil hariç diğer tüm değişkenlerin I(1) düzeyinde durağan olduğu Lnmobil değişkenin ise I(0) da düzeyde durağan olduğu gözlemlenmiştir. Şimdi değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığını yani eşbütünleşme olup olmadığını görmek için F sınır testi yapılmıştır. F sınır testi sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. F İstatistiğinin Kritik Sınır Değerleri

k = 5 ARDL (1,0,1,2,0,2)					
%10		**%5**		**%1**	
I(0)	**I(1)**	**I(0)**	**I(1)**	**I(0)**	**I(1)**
2.407	3.517	2.910	4.193	4.134	5.761
F İstatistik					**4.631767**

Tablo 4'te görüldüğü gibi F istatistik test sonucu olan 4.631767 hem %10 hem de % 5 anlamlılık seviyelerinde üst sınırlardan büyüktür. % 1 anlamlılık seviyesinde ise üst sınırın altında kalmıştır. Bu duruma göre hem % 10 hem de % 5 anlamlılık seviyelerinde bir eşbütünleşme ilişkisinden söz edilebilir. Böylece bağımlı değişkenle bağımsız değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olduğu söyelenebilir. Eşbütünleşme ilişkisi varlığından sonra uygun gecikme sayısı belirlenmeye çalışılmıştır. Otomatik seçimde uygun gecikme sayısının 2 olduğuna karar verilmiştir.

Çalışmanın bu aşamasında uzun dönem ve kısa dönem katsayıları yorumlanacaktır. Tablo 5'te ARDL (1,0,1,2,0,2) modelinin uzun dönem katsayıları verilmiştir.

Tablo 5. ARDL (1,0,1,2,0,2) Modelinin Uzun Dönem Katsayı Sonuçları

Değişkenler	**Katsayılar**	**Olasılık Değerleri**
LnMFV$_{(-1)}$	-0.381350	0.0021
LnGDP	-0.568218	0.0061
LnİGE $_{(-1)}$	1.113799	0.1156
LnFF $_{(-1)}$	0.376457	0.0360
LnMobil	0.033421	0.0495
Dummy $_{(-1)}$	-0.064806	0.2904
c	3.968146	0.0764
R^2	0.733669	
Düzeltilmiş R^2	0.587187	
F İstatistiği	5.008590	
AIC	-2.816718	
SC	-2.267067	

Tablo 5'te ki sonuçlara bakıldığında GDP'deki % 1'lik artışın malzeme verimliliğini % 0.5 azalttığı görülmektedir. Buna karşılık İGE'nin bir gecikmeli değerinin istatistiksel olarak anlamsız fakat pozitif yönlü çıktığı görülmektedir. Toplam işgücü içindeki kadın işgücü oranındaki %1'lik artışın malzeme verimliliğini % 0.3 olarak artırdığı ortaya konulmuştur. Bununla birlikte, mobil kullanım oranındaki %1'lik artışın malzeme verimliliğinde % 0.03 artışa neden olduğu görülmüştür. Bununla Türkiye'de malzeme verimliliğinin artırılmasında kadınların işgücüne katılmaları ve dijitalleşmenin önemli olduğunu buna karşılık Türkiye'de ekonomik büyümenin malzeme verimliliğine yol açmadığını bunun

aksine malzeme verimliliğinin azalmasına neden olduğu gözlemlenmiştir. İlave olarak, İGE'nin yine malzeme verimliliği üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı görülmektedir.

Tablo 6. ARDL (1,0,1,2,0,2) Modelinin Hata Düzeltme ve Kısa Dönem Katsayıları

Değişkenler	Katsayılar	Olasılık Değerleri
DLnİGE	-1.946407	0.0072
DLnFF	0.141799	0.2576
DLnFF$_{(-1)}$	-0.550594	0.0005
DDummy	-0.015697	0.4820
DDummy$_{(-1)}$	0.061675	0.0034
ECM	-0.381350	0.0000
R^2	0.733669	
Düzeltilmiş R^2	0.682451	
F İstatistiği	14.32457	
AIC	-3.191718	
SC	-2.916892	

Tablo 6'da ARDL modelinin Hata Düzeltme ve kısa dönem katsayılarına yer verilmiştir. Hata düzeltme katsayısına bakıldığında (ECM) -0.3813 olup istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu katsayının negatif ve 0 ile -1 arasında olması, sistemin uzun dönem dengesine dönme eğiliminde olduğunu ve sapmaların yaklaşık %38'inin her dönem düzeltildiğini göstermektedir. Modelin kısa dönem dinamiklerini yansıtan sonuçlara göre, bağımlı değişken olan malzeme verimliliği üzerindeki etkiler açısından anlamlı bulgular elde edilmiştir. İGE değişkeninin kısa dönem katsayısı %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Katsayısının negatif olması ise kısa vadede insani gelişmişlik düzeyindeki artışların malzeme verimliliği üzerinde negatif yönlü bir etkisi olduğunu göstermektedir. Kadın işgücüne katılım oranının bir gecikmeli farkı istatistiksel olarak anlamlı ve negatif etkiye sahiptir. Önceki dönemlerdeki kadınların işgücüne katılımlarının artışların kısa vadede malzeme verimliliği üzerinde baskılayıcı etkisi olabileceğini göstermektedir. Dönemsel etkileri yansıtan kukla değişkenin bir gecikmeli farkı da pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

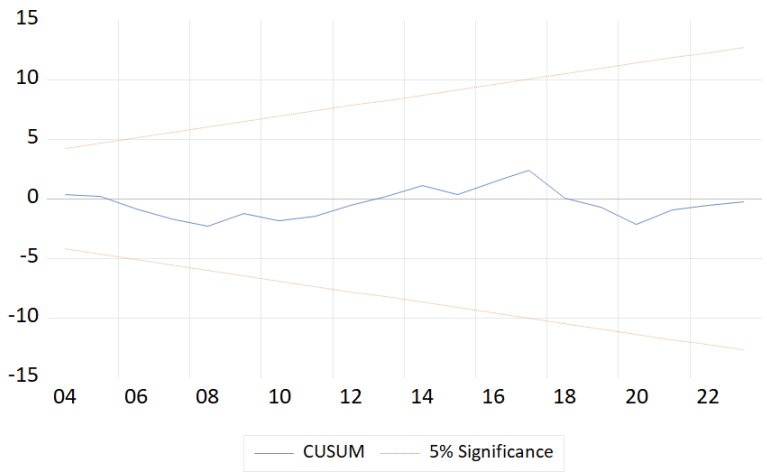
Tablo 7. Diagnostik Test Sonuçları

Testler	Test Değerleri	Olasılık Değerleri
Breusch Godfrey LM	4.010132	0.1347
Breusch Pagan Godfrey	8.337886	0.6828
Jarque-Bera Test	0.442725	0.801426
Ramsey RESET Test	0.175606	0.6799

Tablo 7'de diagnositk test sonuçlarına yer verilmiştir. İlk olarak, Breusch-Godfrey LM testi sonucunda, modelde 2 gecikmeye kadar otokorelasyon bulunmadığı anlaşılmaktadır. Böylece, hata terimlerinin birbirinden bağımsız olduğu ve modelin dinamik yapısının düzgün belirlendiği ortaya konulmuştur. Değişen varyans açısından değerlendirilen Breusch-Pagan-Godfrey testi sonucunda da hata terimlerinin sabit varyansa sahip olduğu, yani homoskedastisite varsayımının sağlandığı görülmektedir. Jarque-Bera normallik testi modelin hata terimlerinin normal dağılıma uygun olduğunu gösterdiğin için tahminlerin güvenilirliliği desteklenmektedir. Son olarak, Ramsey RESET testi sonucunda modelin fonksiyonel

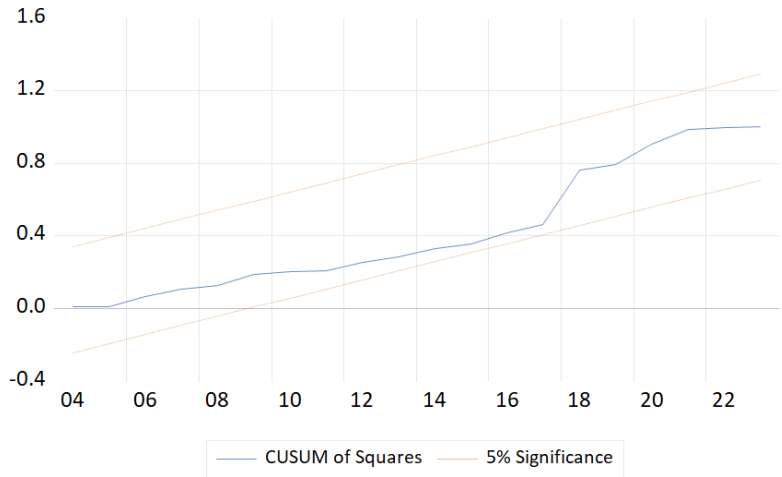
formunun doğru belirlendiği ve anlamlı bir model tanımlama hatasının bulunmadığı anlaşılmaktadır. Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, modelin temel klasik regresyon varsayımlarını büyük ölçüde karşıladığı ve elde edilen sonuçların geçerliliğini desteklediği söylenebilir.

Grafik 1. CUSUM Test İstatistiği



Modelin yapısal kararlılığını değerlendirmek amacıyla uygulanan CUSUM test sonucu, modelin katsayılarının zaman içerisindeki istikrarlılığını göstermektedir. Grafik 1 incelendiğinde, kümülatif artıkların yer aldığı CUSUM çizgisinin %5 anlamlılık düzeyini temsil eden kritik sınırlar içerisinde kaldığı görülmektedir. Bu durum, modelde dönemler itibarıyla anlamlı bir yapısal kırılma olmadığını ve modelin tahmin edici gücünün zaman boyunca korunduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, modelin öngörü gücünü zayıflatacak herhangi bir yapısal bozulmanın söz konusu olmadığı ve parametrelerin zamana göre tutarlı bir şekilde davrandığı ifade edilebilir.

Grafik 2. CUSUMSQ Test İstatistiği



Modelin yapısal kararlılığını test etmek amacıyla uygulanan CUSUMSQ testi sonucunda da test istatistiğinin %5 anlamlılık düzeyini temsil eden kritik sınırlar içerisinde kaldığı görülmektedir. Bu

durum, modelin parametrelerinin zaman içinde istikrarlı olduğunu ve yapısal bir bozulma içermediğini göstermektedir.

4. Tartışma

Bu çalışmanın bulguları, literatürdeki bazı çalışmalarla paralellik gösterirken bazı yönlerden farklılık göstermektedir. Örneğin, Avcı (2025), ekonomik büyümenin malzeme ayak izini artırdığını saptarken, bu çalışmada kişi başına gelir ile malzeme verimliliği arasında negatif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bu durum, her iki çalışmada da ekonomik büyümenin doğal kaynak kullanımı üzerinde baskı oluşturduğunu ve çevresel sürdürülebilirlik açısından risk taşıdığını ortaya koymaktadır. Kadınların işgücüne katılım oranının uzun vadede malzeme verimliliğini artırıcı etkisi, Liu ve Li (2025), tarafından saptanan toplumsal eşitliğin ekonomik performansa katkısı bulgusuyla örtüşmektedir. Ayrıca, mobil telefon kullanımının verimlilik üzerindeki pozitif etkisi, dijitalleşmenin kaynak kullanımında etkinliği artırdığını ortaya koyarak Flachenecker (2018), çalışmasındaki analizi tamamlayıcı niteliktedir.

5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, Türkiye'de malzeme verimliliğini belirleyen kapsayıcı büyüme çerçevesindeki belirleyiciler hem kısa hem de uzun dönemli ilişkiler çerçevesinde ARDL modeli ile belirlenmiştir. Malzeme verimliliği, sürdürülebilir büyüme ve kaynak verimliliği açısından oldukça kritik bir gösterge olup, ekonomik büyümenin çevresel ve toplumsal boyutlarla birlikte ele alınmasını gerektiren yaklaşımı sunmaktadır. Bu çerçevede, Türkiye ekonomisinde insani gelişmişlik endeksi, kadın işgücüne katılım oranı, ekonomik büyüme ve mobil teknoloji kullanımının verimlilik üzerindeki rolü değerlendirilmiştir.

Uzun dönem analiz sonuçlarına göre, ekonomik büyümenin göstergesi olan kişi başına gelir ile malzeme verimliliği arasında anlamlı ve negatif bir ilişki bulunmuştur. Bu durum, büyümenin malzeme kullanımında verimliliği her zaman artırmadığını ve çevresel sürdürülebilirlik açısından dikkatli politika tasarımlarına ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Kadınların işgücüne katılım oranı, uzun vadede malzeme verimliliğini pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı etkileyerek toplumsal cinsiyet eşitliğinin verimlilik artışına katkı sağladığını ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, mobil telefon kullanımı artışınında da malzeme verimliliğini artırıcı yönde anlamlı etkiler göstermektedir. Bu sonuç, dijitalleşme ve bilgiye erişimin üretim süreçlerinde kaynakların daha etkin kullanılmasına katkı sunduğunu göstermektedir.

Kısa dönem sonuçları incelendiğinde, İGE'deki değişimin malzeme verimliliğini negatif etkilediği bulunmuştur. Bu bulgu, Türkiye'de kısa vadede artan sosyal harcamaların ve eğitim politikalarının doğrudan kaynak kullanım verimliliğine yansımadığını göstermektedir.

Sonuç olarak, Türkiye'de malzeme verimliliğinin artırılması için sosyal kalkınma politikalarının uzun vadeli etkileri gözetilerek planlanması; kadınların işgücüne katılımı, dijitalleşme ve teknolojiye erişim gibi alanlarda yapısal reformların desteklenmesi gerektiği ortaya konulmuştur. Ekonomik büyümenin verimlilik üzerindeki olası olumsuz etkileri ise kaynak verimliliğini önceleyen sürdürülebilir üretim politikaları ile dengelenmelidir.

Kaynakça

Agarwal, R. (2024, Mart). *Back to basics: What is inclusive growth? Finance & Development*. Uluslararası Para Fonu. https://www.imf.org/en/Publications/fandd/issues/2024/03/B2B-what-is-inclusive-growth-Ruchir-Agarwal

Avcı, B., & Tonus, Ö. (2020a). Kapsayıcı büyüme: Kavram ve kapsam. *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *21*(4), 37–55. https://dergipark.org.tr/tr/pub/anadoluibfd/issue/59038/824450

Avcı, B. S., & Tonus, Ö. (2020b). Kapsayıcı büyümenin ölçülmesi: Türkiye örneği. *Sakarya İktisat Dergisi*, *9*(4), 277–298.

Avcı, B. S. (2024). Kapsayıcı büyüme karbon emisyonu ilişkisi: Türkiye örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, *15*(44), 1229–1248. https://doi.org/10.21076/vizyoner.1478024

Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, *74*(366a), 427–431. https://doi.org/10.1080/01621459.1979.10482531

Duran, M. S., & Bozkaya, Ş. (2024). Sürdürülebilir büyüme için döngüsel ekonominin teşvik edici rolü: AB 27'den ampirik kanıtlar. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, *20*(2), 1–15. https://doi.org/10.17130/ijmeb.1415091

Flachenecker, F. (2018). The causal impact of material productivity on macroeconomic competitiveness in the European Union. *Environmental Economics and Policy Studies*, *20*(1), 17–46. https://doi.org/10.1007/s10018-016-0180-3

Harris, R., & Sollis, R. (2003). *Applied time series modelling and forecasting*. John Wiley & Sons. Karakaya, E. (2023, Eylül 7). Net sıfır hedefleri sürecinde malzemenin rolü: Malzeme verimliliği, sanayide karbonsuzlaşma ve döngüsel ekonomi ilişkisi. *İklim Haber*. https://www.iklimhaber.org/ Erişim Tarihi: 14 Mart 2025

Koçak, E. (2024). Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri doğrultusunda gelir eşitsizliğinin çevre kirliliği üzerindeki etkisine ilişkin bir inceleme: Brezilya'dan kanıtlar. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi (UİİİD-IJEAS)*, *43*, 39–52. https://doi.org/10.18092/ulikidince.1398808 Liu, J., & Li, J. (2025). Educational equity, inclusive finance, and sustainable economic growth. *Finance Research Letters*, *77*, 106966. https://doi.org/10.1016/j.frl.2025.106966

Mukiyen Avcı, G. (2025). Çevresel bozulmayı ne belirler? Seçilmiş ülkeler için iktisadi büyüme, dış ticaret, kentleşme ve yenilenebilir enerjinin malzeme ayak izi üzerindeki etkileri. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, *21*(1), 1–20. https://doi.org/10.17130/ijmeb.1580181 Narayan, P. K. (2005). The saving and investment nexus for China: Evidence from cointegration tests. *Applied Economics*, *37*(17), 1979–1990. https://doi.org/10.1080/00036840500278103

Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, *16*(3), 289–326. https://doi.org/10.1002/jae.616

Phillips, P. C. B., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, *75*(2), 335–346. https://doi.org/10.1093/biomet/75.2.335

Samans, R., Blanke, J., Corrigan, G., & Drzeniek Hanouz, M. (2015). *The Inclusive Growth and Development Report 2015*. World Economic Forum. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Forum_IncGrwth.pdf

Shobande, O. A., Ogbeifun, L., & Tiwari, A. K. (2025). Carbon neutrality: Synergy for energy transition, circular economy and inclusive green growth. *Journal of Environmental Management*, *374*, 124114. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.124114

Soylu, A. (2011). AB 2020 ve Vizyon 2023 stratejilerinde inovasyon hedeflerinin karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *2*(14), 105–123. Turgut, E., & Sarıöz Gökten, Y. (2023). Çevre kirliliğinin bir göstergesi olarak malzeme ayak izi için panel veri analizi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *32*(1), 20–29. https://dergipark.org.tr/tr/pub/cusosbil

UNEP International Resource Panel. (2024). *Global Material Flows Database: Material productivity – Turkey*. https://www.resourcepanel.org/global-material-flows-database. Erişim Tarihi: 13 Mart 2025

United Nations. (2015). *The 17 Sustainable Development Goals*. United Nations Department of Economic and Social Affairs. https://sdgs.un.org/goals *Erişim Tarihi: 13 Mart 2025*

United Nations Development Programme. (2024). *Human Development Report 2023/24. Türkiye*. https://www.undp.org/tr/turkiye/publications/human-development-report-2023. Erişim Tarihi: 13 Mart 2025

Xu, H., Gao, Y., Wang, C., Guo, Z., Liu, W., & Zhang, D. (2024). Exploring the nexuses between carbon dioxide emissions, material footprints and human development: An empirical study of 151 countries. *Ecological Indicators*, *166*, 112229. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112229 World Bank. (2024a). GDP per capita (current US$) – Turkey. *World Development Indicators*. https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD?locations=TR Erişim Tarihi: 14 Mart 2025

World Bank. (2024b). Labor force participation rate, female (% of female population ages 15+) (modeled ILO estimate) – Turkey. *World Development Indicators*. https://data.worldbank.org/indicator/SL.TLF.CACT.FE.ZS?locations=TR. Erişim Tarihi: 14 Mart 2025.

World Bank. (2024c). Mobile cellular subscriptions (per 100 people) – Turkey. *World Development Indicators*.https://data.worldbank.org/indicator/IT.CEL.SETS.P2?locations=TR. Erişim Tarihi: 14 Mart 2025.

World Economic Forum. (2015). *The inclusive growth and development report 2015*. Geneva: World Economic Forum. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Forum_IncGrwth_2015.pdf. Erişim Tarihi: 14 Mart 2025.

APPLICATION OF PHASE CHANGE MATERIALS IN SUSTAINABLE ARCHITECTURE

Ahmet Cihat Arı

Abstract

With the development of technology and advancement of material science, innovative materials have emerged for use in the construction of buildings. Phase change materials, one of these materials, have the ability to change their physical properties in the form of melting or freezing according to temperature differences in the environment. Phase change materials provide energy savings in buildings because they store heat as the temperature increases and release the stored heat as the temperature decreases. Phase change materials are considered as an alternative solution to meet the energy needs in residential buildings that have emerged with the increase in population in cities, as well as to reduce the consumption of fossil fuels that cause environmental pollution. However, it is important for phase change materials to be resistant to melting and freezing points during temperature changes to ensure thermal comfort in buildings. Moreover, the resistance of phase change materials to temperature changes allows them to be used in structures at later times. For this reason, in order to produce phase-changing materials according to the climatic conditions of the buildings, it is necessary to determine the resistance of these materials to temperature differences in the environment through experiments.

This study aims to examine the application of phase change materials in sustainable architecture. Additionally, the applications of phase change materials in the construction sector were examined in the study. Within the scope of the study, studies conducted by various researchers on the use of phase change materials in the construction industry were examined and a literature review was conducted. As a result of the examinations, it was determined that phase change materials provide significant benefits in maintaining the thermal comfort of buildings against indoor temperature changes. It has been observed that the addition of nanomaterials into phase change materials increases their thermal conductivity. It was concluded that new composites produced by mixing nanomaterials and phase change materials should be further investigated in laboratory environment in order to be applied in structures.

Keywords: Sustainability, Phase Change Materials, Green Buildings, Energy Efficiency, Thermal Comfort

Ahmet Cihat Arı, Asst. Prof., Yozgat Bozok University, a.cihat.ari@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4690-8968

1. Introduction

Energy consumption in cities has been increasing significantly in recent years with population growth, industrialization and technological developments. Fossil fuels used to meet energy demand cause economic and social problems. Moreover, fossil fuels have negative effects on the environment due to their long-term use in the world's energy needs (Figure 1) (Reddy et al., 2024).

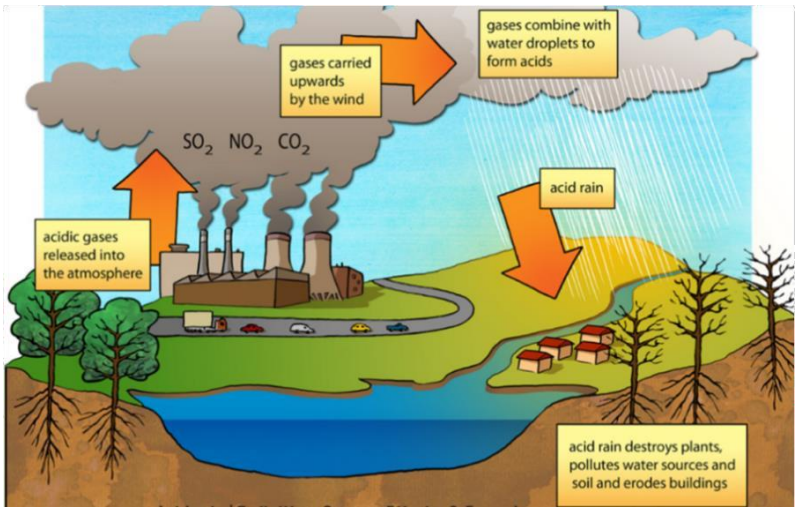


Figure 1. Schematic diagram showing the negative impact of fossil fuels on structures and the environment (URL1)

Renewable energy sources such as solar and wind can sometimes have unpredictable negative effects. However, against such negative effects, phase change materials (PCMs) have been preferred in the construction sector due to the benefits they provide in energy storage. PCMs can produce more energy than renewable energy sources thanks to their ability to store latent heat. In this case, the material changes phase from solid to liquid and stores the required energy in the material. The energy stored in the material is released as it returns to its solid state, providing a reliable energy source at times of need (e.g., at night or on cloudy days) (Figure 2) (Reddy et al., 2024).

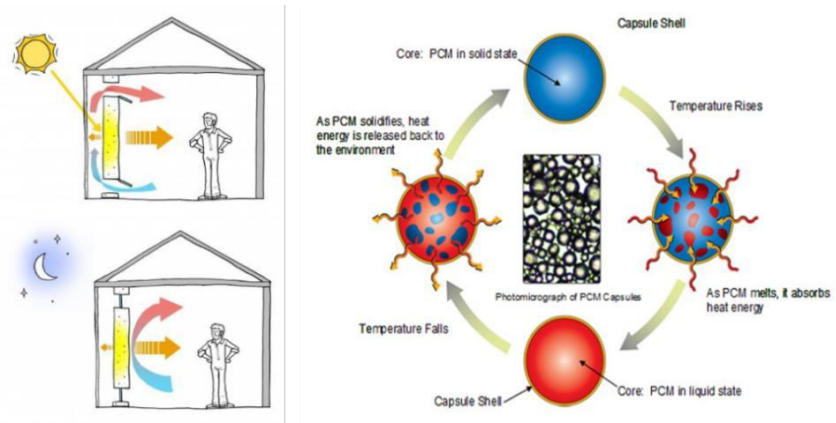


Figure 2. Day-night heat distribution of PCMs (URL2; URL3)

1.1. Types of PCMs

There are multiple classifications of PCM types. These classification types are generally divided into three groups. These are; organic, inorganic and eutectic PCMs. Organic PCMs are produced from

vegetable oils, paraffins and fatty acids. Inorganic PCMs are made from metal salts, salt hydrates, and metals. Eutectic PCMs are formed by the combination of two or more separate PCMs and show different properties. These eutectic PCMs are produced by mixing organic PCMs, inorganic PCMs, or organic and inorganic PCMs together. The classification of PCMs based on phase change is shown in Figure 3 (Reddy et al., 2024).

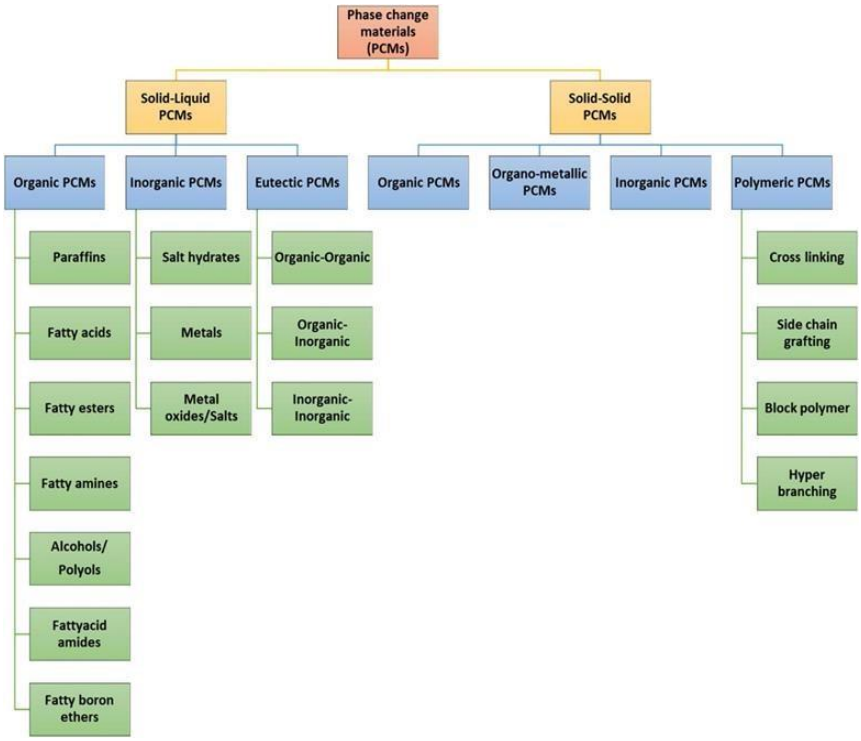


Figure 3. Classification of PCM (Reddy et al., 2024)

1.2. Advantages of PCMs

PCMs have many advantages over other traditional materials: These;

- increasing thermal comfort within the building,
- reducing daily temperature fluctuations,
- improving the insulation performance of the structure,
- reduces the required air conditioning power,
- providing energy efficiency,
- reducing energy demand,
- and energy saving (Figure 4) (Rodriguez-Ubinas et al., 2012).

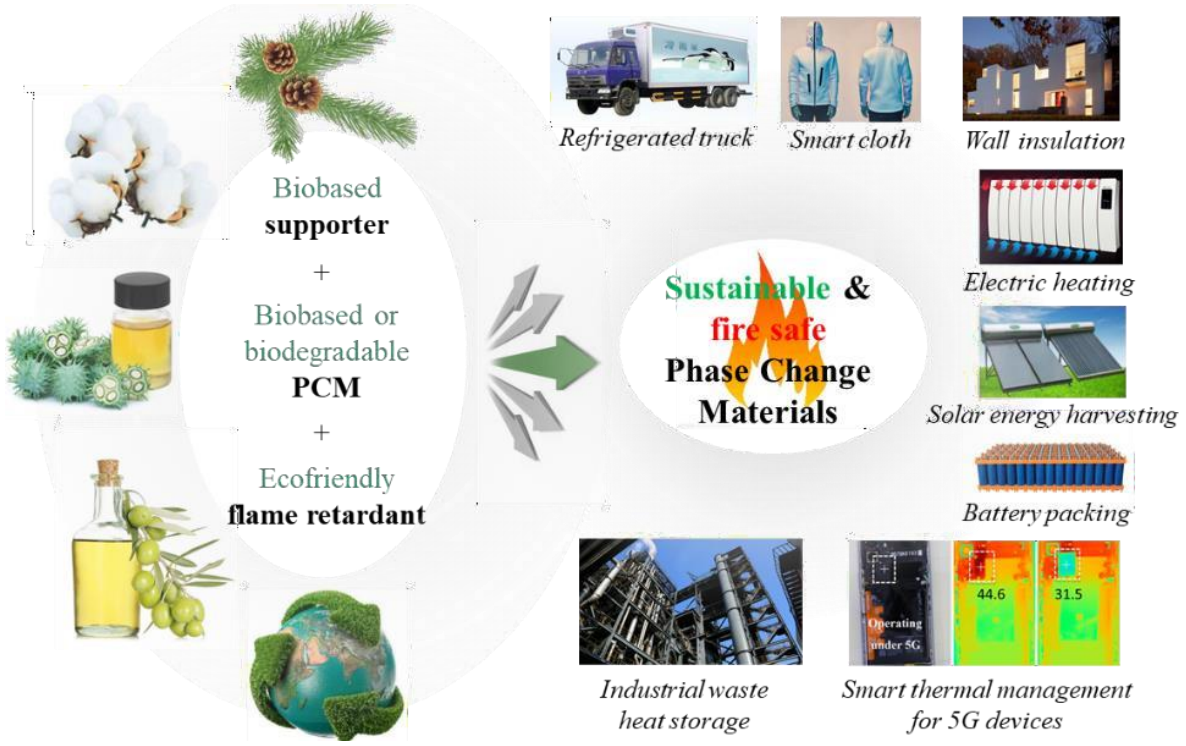


Figure 4. Advantages of PCM (URL4)

1.3. Phase Change Temperature

The most important parameter affecting the application of PCMs is the phase change temperature. If the phase change temperature of the PCM becomes too high, the heat gain will be lower during the day. Additionally, if the phase change temperature is too low, it causes negative effects in maintaining indoor thermal comfort. Therefore, the optimum phase change temperature of PCM should be determined according to the climate in which the structures will be constructed (Cai et al., 2021). In the study conducted by Jin et al. (2011), investigated the type of double-layered soil structure consisting of two PCMs with various phase change temperatures. The type of soil structure in the study is shown in Figure 5. The same study determined that when the heat pump or chiller is turned off for a long period of time, the system can still provide a certain amount of cooling or heating. Furthermore, the optimum phase change temperatures for heat storage and cold storage of PCM were determined to be 38 °C and 18 °C. Nevertheless, the optimum phase change temperatures determined within the scope of this study are the values that give the best results among the temperatures they simulate. In the research conducted by Zhou et al. (2007), the thermal performance of PCM used in buildings in Beijing was investigated. In the same study, the optimum phase change temperature of PCM was determined to be 21 °C. However, in this study, PCM thermal measurements were conducted only during winter months. In another study conducted by Jiang et al. (2012), optimized the phase change temperature of PCM in different building climate regions of China. The same study showed that the phase change temperatures of various buildings in China were similar, ranging from 1.1 to 3.3 °C above the lower limit of the thermal comfort zone.

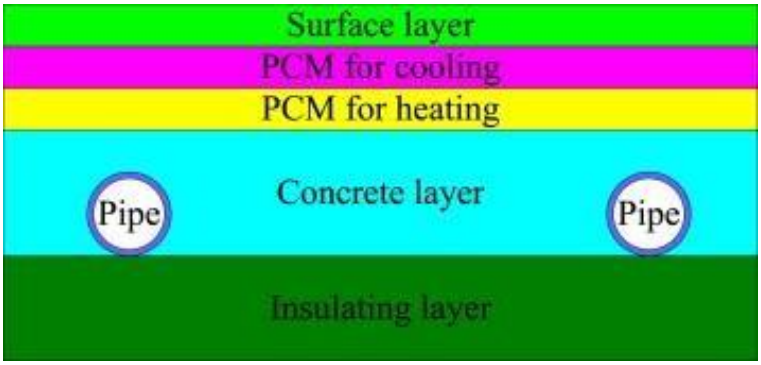


Figure 5. Schematic of double-layer PCM substrate (Jin et al., 2011)

1.4. Optimization of PCM

The location of the PCM on the wall is important as it reduces and manages heat transfer. In the study conducted by Lee et al. (2015), examined the optimum position of PCM on the walls of the building in different directions and evaluated its thermal performance. The optimum positions of PCM on the south and west walls are position 3 and position 2, respectively (Figure 6). In the study conducted by Jin et al. (2014), evaluated the thermal behavior of PCM at three different positions on the wall. It was determined that the thermal energy of the PCM arranged close to the inner surface decreased by 11% compared to the wall without PCM. Moreover, the study found that the decrease in thermal energy was less when placed in the middle and outermost layer of the wall. In another study conducted by Izquierdo-Barrientos et al. (2012), investigated the thermal properties of PCM at different locations on the wall in summer and winter climates. In the same study, it was stated that the location of the PCM depends largely on the season, the orientation of the wall and the use of the structure.

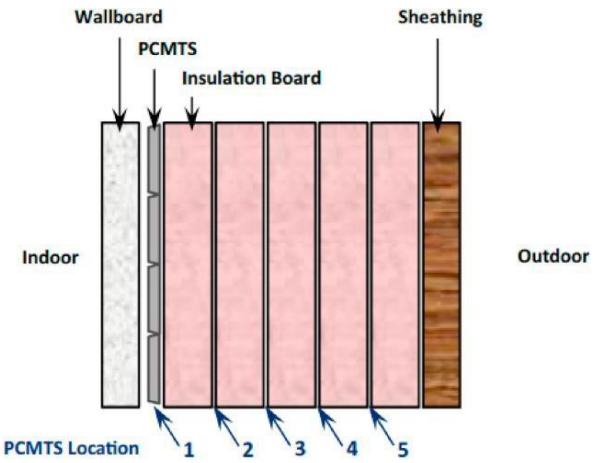


Figure 6. Schematic drawing showing the locations of PCMs on the wall (Lee et al., 2015)

2. Techniques for Combining PCMs

In order to improve the thermal storage capacity of building construction materials, PCM must be properly embedded in the building materials. The joining of PCM is achieved by maximum utilization of latent heat during melting or minimum leakage. PCMs are incorporated into building construction materials through direct incorporation, impregnation, encapsulation and stabilization using various technologies as shown in Figure 7 (Suresh et al., 2022).

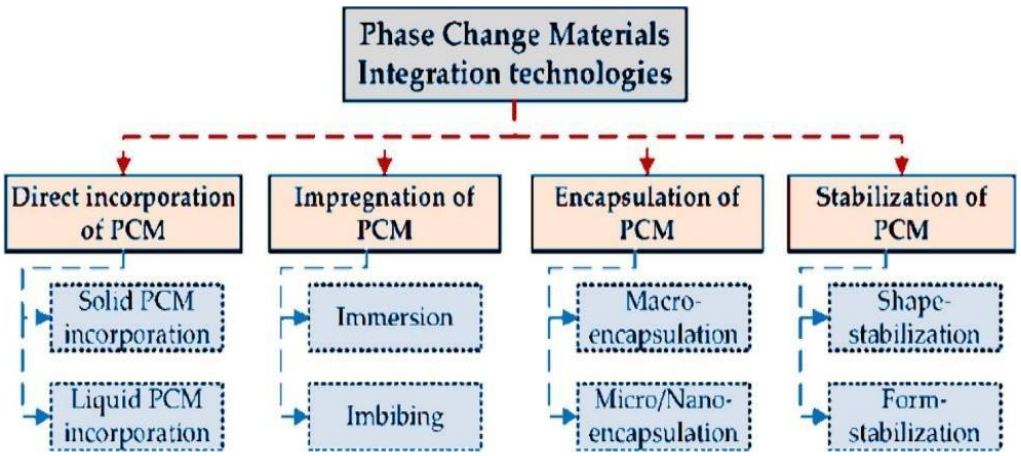


Figure 7. Techniques applied in combining PCMs (Suresh et al., 2022)

2.1. Direct Participation of PCM

The direct bonding technique is the simplest and most economical option for using PCMs in building materials. PCMs are mixed directly with building materials such as cement, mortar and plaster during the manufacturing process. However, this technique has certain disadvantages. For example, the decrease in the bond strength between the aggregate and the binder negatively affects the hydration process and reduces its mechanical properties and durability (Suresh et al., 2022).

2.2. Impregnation of PCM

In the impregnation technique, the building materials are immersed in liquid PCM as shown in Figure 8 and absorb this liquid by capillary means. This technique is more suitable than other techniques for incorporating PCMs into buildings. If PCMs are integrated into building materials without encapsulation, they prevent leakage and provide a cover layer to seal the impregnated material. However, the temperature of the environment increases the melting point of PCMs, causing them to leak from the porous material. Various impregnation methods are carried out with different PCM inclusions for coatings and aggregates (Figure 8) (Suresh et al., 2022).

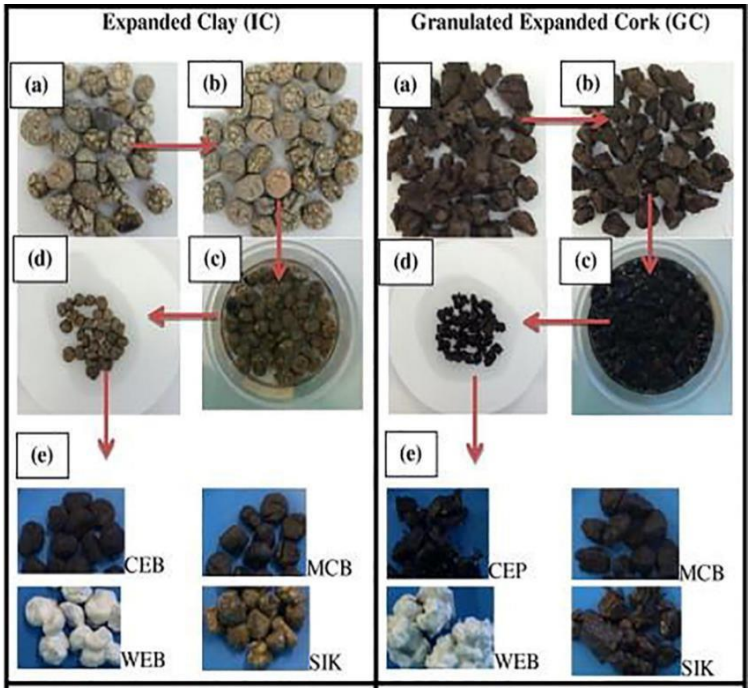


Figure 8. Immersion of lightweight aggregates in liquid PCM (a) Surface cleaning (b) Removal of impurities (c) Immersion of materials in liquid PCM (d) Drying on filter paper (e) Covering the materials with waterproof materials (Kheradmand et al., 2015)

2.3. Encapsulation

PCMs cannot be used directly for different applications due to leakage problems during melting, their reactivity to the environment and their toxicity. Therefore, the encapsulation technique is preferred over other methods to prevent leakage during phase change, increase heat transfer, control volume change during phase transition and prevent reaction with the surrounding environment. Encapsulation is the process of providing shell or coating on PCM to form capsule as shown in Figure 9. The major limitation for encapsulation of salt hydrates is their corrosive behavior with metals and their solubility in water. However, organic PCMs are not corrosive to metals and have incomplete solubility in water. Therefore, organic PCMs are preferred over salt hydrates for encapsulation techniques. Nevertheless, most organic PCMs are flammable. The flammability of organic PCMs can be reduced by coating or encapsulating them with inorganic material (Suresh et al., 2022).

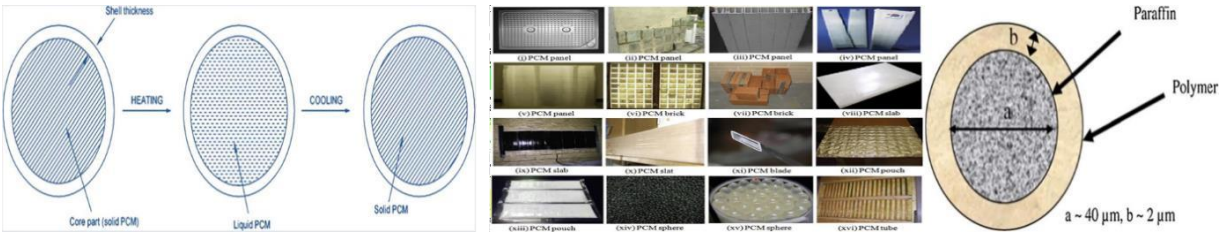


Figure 9. Line diagram expressing the structure and working principle of encapsulation (Salunkhe and Shembekar, 2015)

3. Application Examples of PCMs in Buildings

PCMs are used in a variety of building materials to increase energy efficiency and improve thermal comfort. In the construction field, PCMs are incorporated into different building materials such as

drywall, plaster, masonry, brick, and concrete. PCMs effectively absorb excess heat during the day and release it at night. Additionally, PCMs contribute to balancing indoor temperatures and reduce dependence on mechanical heating and cooling systems. PCMs are used in roofs, floors, roof insulation systems, to reduce heat gain in attics and to reduce cooling requirements. PCMs are also used in windows to provide energy efficiency. PCMs store excess solar heat during the day and release the stored energy at night. This property of the material effectively reduces the heating requirement. PCMs can also be incorporated into wall paints to act as insulation for heat transfer between walls. Incorporating PCMs into building elements is a sustainable and innovative strategy to optimize energy use, increase thermal efficiency, and create more comfortable living and working environments. The schematic diagram showing the integration of PCMs into various building components is given in Figure 10 (Reddy et al., 2024).

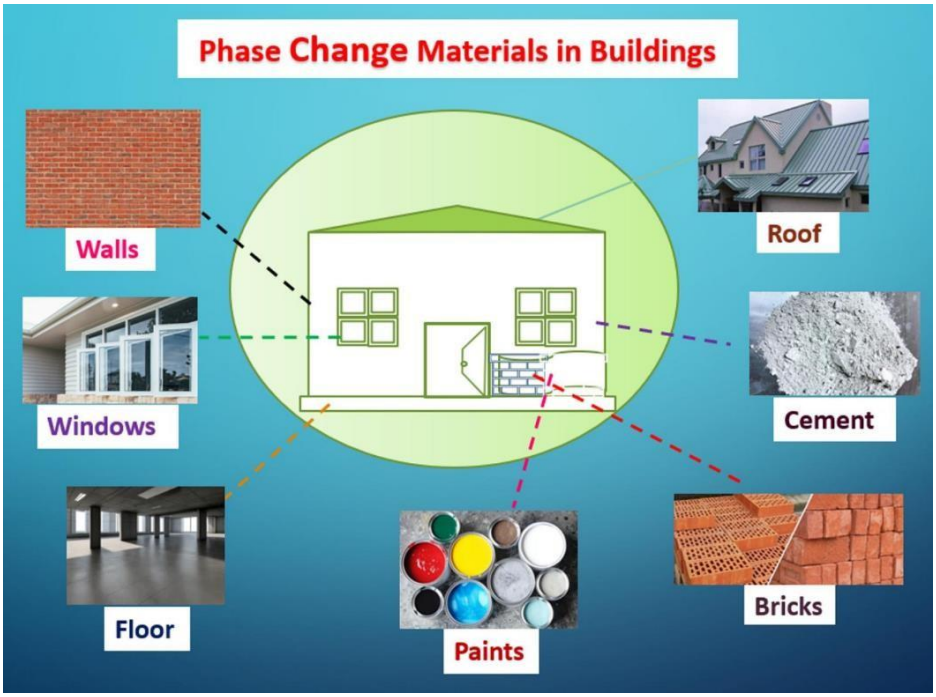


Figure 10. Schematic diagram showing the integration of PCMs into various building elements (Reddy et al., 2024)

3.1. Wall Panels

PCM wallboard is created by incorporating common wall materials such as concrete and plaster through traditional methods such as direct mixing, microencapsulation, macroencapsulation and vacuum impregnation. Various experimental and practical studies have been conducted to examine the effectiveness of this application. For example, in the study conducted by Eddhahak-Ouni et al. (2014), PCMs were analyzed with the Micronal DS 5001 X instrument by incorporating them into Portland cement through microencapsulation. In the same study, it was determined that the incorporation of PCMs greatly increased the heat storage capacity of the PCM-concrete mixture without much change in its thermal conductivity. The small change in thermal conductivity is mainly due to the small amount of PCM and the low thermal conductivity of PCM. Similarly, in the study conducted by Serrano et al. (2015), it was found that boards and PCMs on gypsum blocks increased the average heat capacity by 41% and 33%, respectively. In this study, it was determined that PCM-gypsum composites have better thermal conductivity than polymer and organic PCM and are a better material for thermal insulation (Figure 11) (Shah et al., 2022).

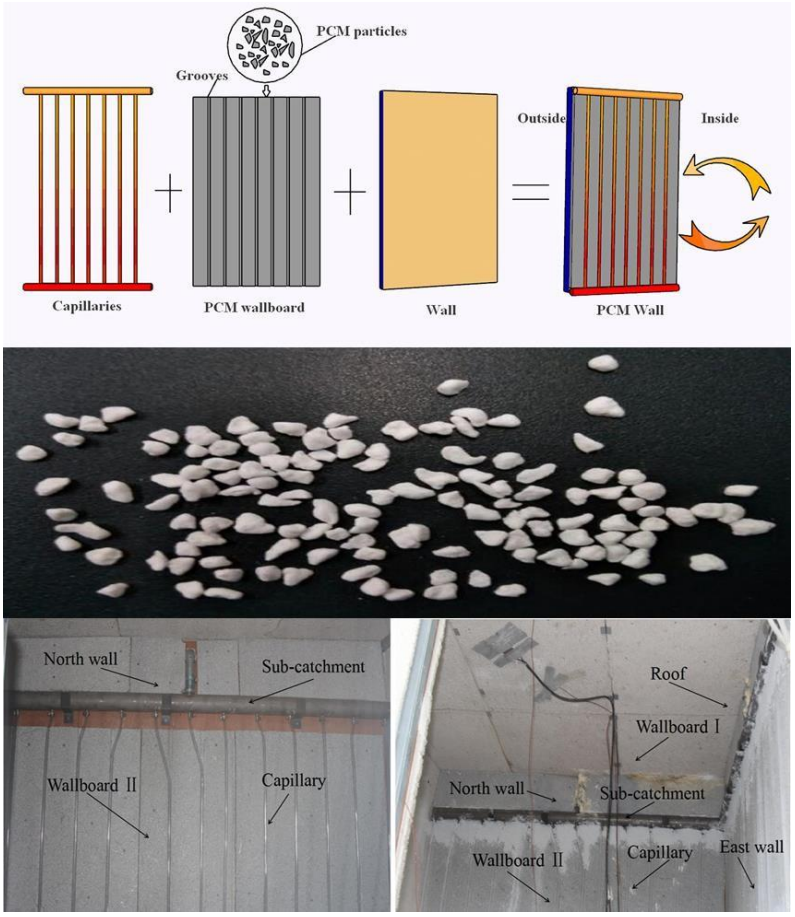


Figure 11. Use of PCMs in wall panels (Kong et al., 2020)

3.2. Floors

Due to their high thermal storage potential, PCMs can also be applied in floors to increase thermal comfort in buildings. PCMs can be used as underfloor heating systems, which is quite advantageous compared to traditional heating systems. Due to their ability to be integrated into buildings and their large surface areas for highly effective heating, they are increasingly being applied, especially in the construction sector. The use of PCMs on floors both eliminates dust movement and humidifies the air. Therefore, it provides cleaner energy than traditional heating systems, which can reduce the energy consumption of air conditioning. For example, the study by Lin et al. (2005) investigated the floor heating system carrying PCM plates in a prototype room in Beijing to analyze its thermal behavior and practical use. The PCM plate contains 75 wt.% paraffin and 25 wt.% polyethylene (PE) as a supporting material. In this way, the stabilized PCM plate can prevent water leakage into the sub-soil of the PCM. The temperature of the top plate of the PCM was kept above 45 °C for more than 10 h and the temperature was recorded with respect to time. It reduces the cost because the phase transition temperatures of PCM plates are maintained for long periods of time and half of the total electrical heat energy is saved (Figure 12) (Shah et al., 2022).

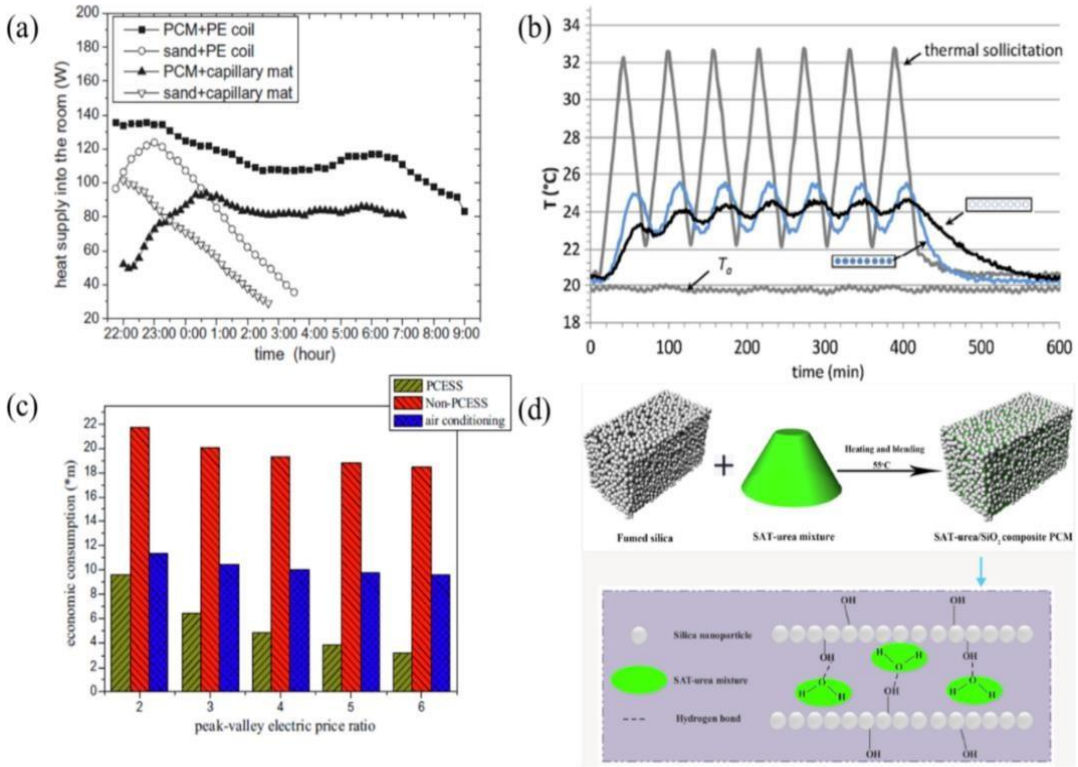


Figure 12. Use and analysis of PCMs in soils (Shah et al., 2022)

3.3. Windows

Most of the heat gained and lost in buildings occurs through windows. Therefore, a large amount of energy is consumed to keep the indoor temperature within a comfortable range. Incorporating PCMs into window blinds and shutters would be a viable solution to minimize energy transfer between the interior and exterior of buildings. In the study conducted by Wang and Zhao (2015), examined PCM windows in a room in Shanghai. Adding a 15 mm layer of PCM to windows has been found to reduce indoor surface temperature by 30.9% during summer months (Figure 13). This shows that the thermal performance of the PCM window is increased (Shah et al., 2022).

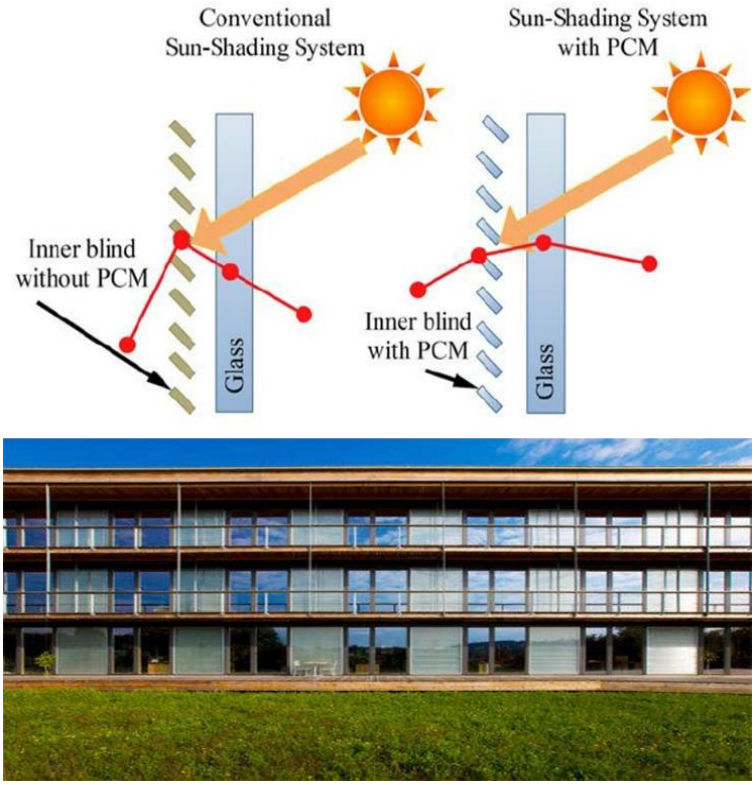


Figure 13. Use and analysis of PCMs in windows (Socaciu, 2012; URL5)

3.4. Ceilings

PCMs can also be applied to ceiling panels. However, the use of pure PCMs such as paraffin can create potentially serious fire hazards. Therefore, microencapsulation of PCMs is often applied in suitable materials such as gypsum and concrete. In the study by Jaworski (2014), a new ceiling panel designed a thick plasterboard with parallel internal channels for air passage containing 27 % microcapsulated PCM. The temperature change during the cooling process showed that the cooling phase was twice as long as the heating phase. These results demonstrate the great potential of encapsulated PCMs in passive cooling of ceilings. In the study conducted by Weinläder et al. (2014), investigated ventilated cooling ceilings infused with salt hydrate PCM in an office and conference room. In the same study, a remarkable cooling potential was identified with significant synergistic effects when combined with a sun protection system. However, it has been found that regeneration of PCM is problematic because cold outdoor air does not directly reach the PCMs (Figure 14) (Shah et al., 2022).

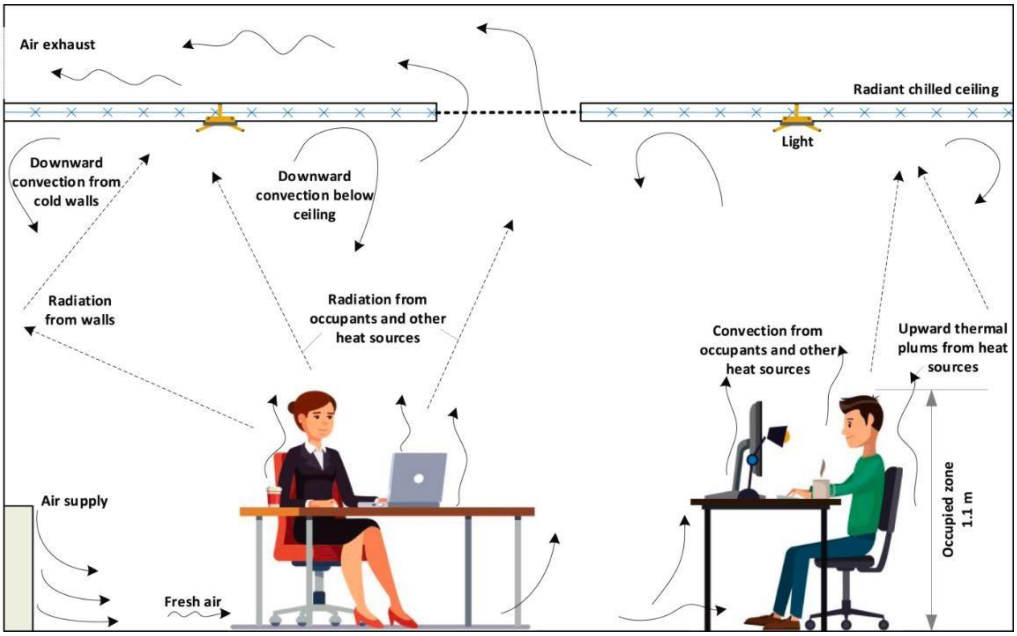


Figure 14. Use of PCMs in ceilings (Mousavi et al., 2021)

3.5. Roofs

Roofs are the most directly exposed areas to the sun and therefore the greatest thermal energy transfer occurs through roofs. Solar radiation transmission can be up to 1000 W/m^2 and, as reported by Suehrcke et al., 95% of it can be absorbed. Therefore, PCMs offer a potential solution to help reduce heat flow from roofs into the home, maintaining thermal comfort and maximizing energy savings. In the study by Li et al. (2015), the thermal behavior of various roofs combined with different PCMs in Northeast China was numerically investigated. The results showed that the increase in internal temperature with a PCM roof was much less compared to a non-PCM roof. In the research conducted by Alqallaf and Alawadhi (2013), investigated the thermal performance of PCMs for different buildings. The same study was carried out by incorporating PCM into the vertical cylindrical holes of concrete roofs. It has been determined that a significant reduction in heat flux of up to 17.26% can be achieved. Additionally, it was found in the study that heat gain could be significantly reduced by applying larger diameter PCM holes (Figure 15) (Shah et al., 2022).

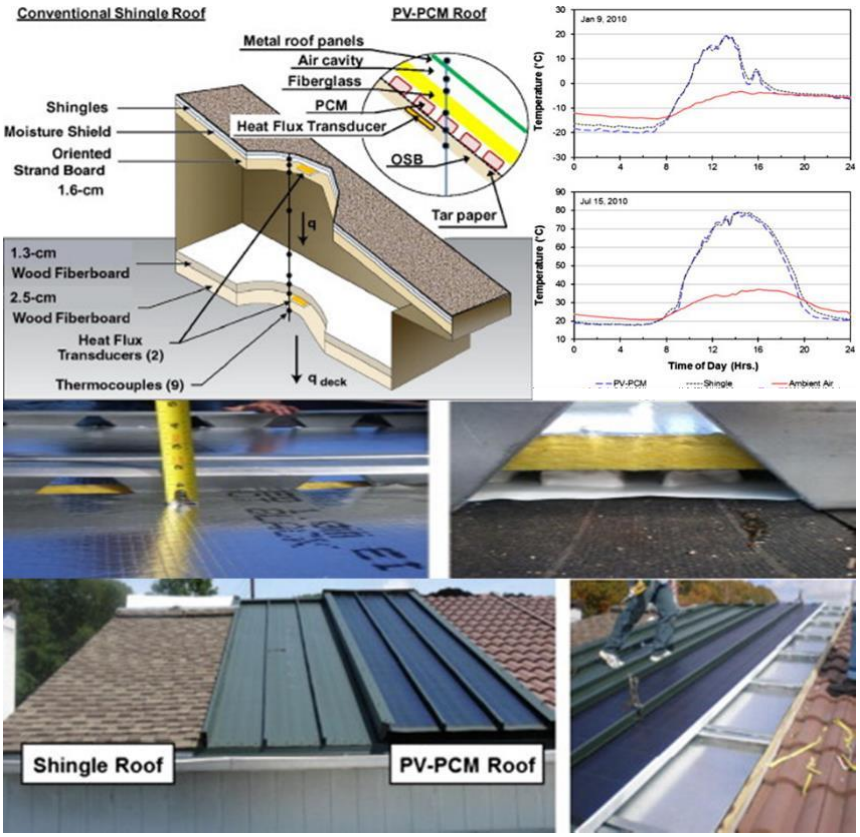


Figure 15. Use of PCMs on roofs (Kośny et al., 2012)

3.6. Applications of Nanotechnology in PCMs

The incorporation of nanotechnology into PCMs provides significant advantages in applications. Over the past few years, many positive examples have emerged showing improvements in thermal conductivity and stability. In the study by Yu et al. (2011) showed that the addition of various concentrations of carbon nanofibers or CNTs to PCMs resulted in a 40% increase in thermal conductivity. In the study conducted by Luyt et al. (2010), it was determined that low-density PE, high-density PE and PCM mixed with Cu microparticles provided a linear increase in the thermal conductivity of the samples as the Cu content increased. In another study conducted by Shah et al. (2014), different procedures were applied to prepare Cu nanoparticles and their incorporation into PCM. The same study showed that the thermal conductivity could be increased by 60% by using only 0.6 wt.% Cu nanoparticles in PCM. It has been determined that the use of prepared Cu nanoparticles in buildings is very effective (Figure 16) (Shah et al., 2022).

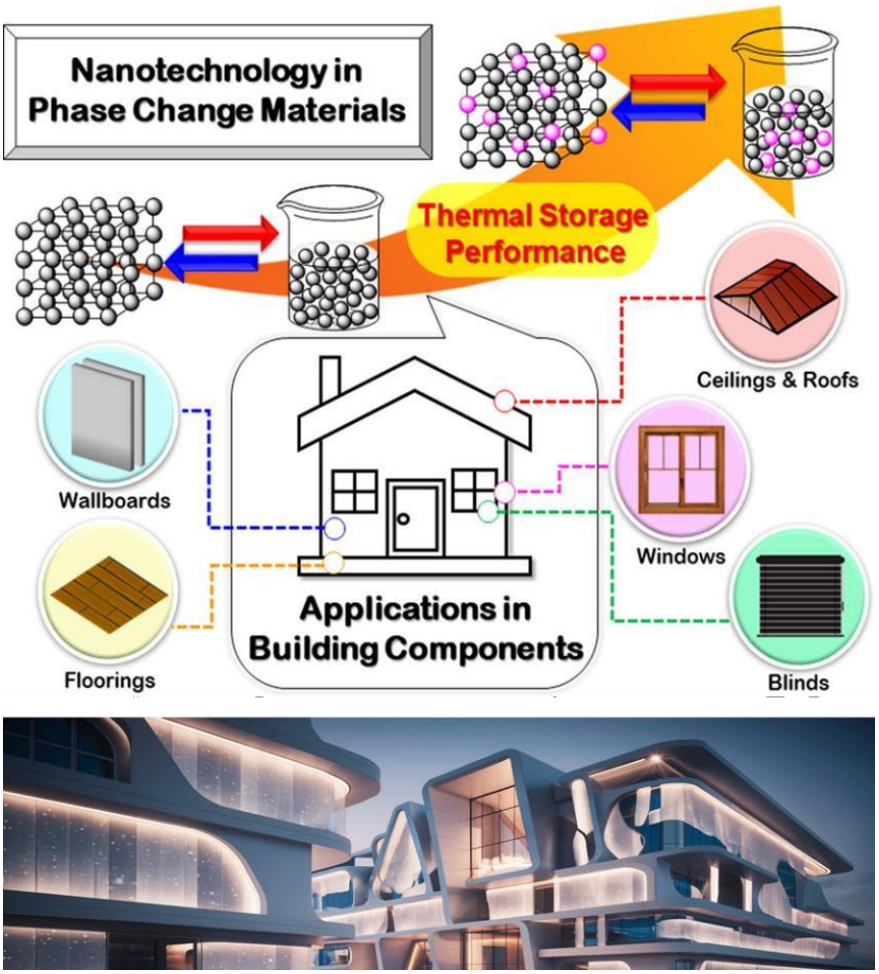


Figure 16. Applications of nanotechnology in PCMs (Shah et al., 2022; URL6)

4. Conclusion and Recommendations

This study focuses on the applications of PCMs in sustainable architecture. The use of PCMs in buildings is applied to building elements such as wall panels, floors, roofs and windows. Additionally, studies in the literature have investigated more on solid-solid PCMs in the application of building windows. By using PCMs in building elements, energy efficiency is ensured in the climatic conditions where the building is located. Moreover, PCMs ensure that the energy consumption of buildings is reduced. PCMs must be carefully selected so that daytime temperatures are above the melting point and nighttime temperatures are below the freezing point. In this way, PCMs can be renewed every day for their next use and their long-term use is ensured. Furthermore, in this study, it was observed that the addition of nanomaterials into PCMs increased thermal conductivity. As a result, it has been determined that PCMs provide significant benefits in maintaining thermal comfort against indoor temperature changes in buildings.

References

Alqallaf, H. J., & Alawadhi, E. M. (2013). Concrete roof with cylindrical holes containing PCM to reduce the heat gain. Energy and Buildings, 61, 73-80.

Cai, R., Sun, Z., Yu, H., Meng, E., Wang, J., & Dai, M. (2021). Review on optimization of phase change parameters in phase change material building envelopes. Journal of Building Engineering, 35, 101979.

Cui, Y., Liu, C., Hu, S., & Yu, X. (2011). The experimental exploration of carbon nanofiber and carbon nanotube additives on thermal behavior of phase change materials. Solar Energy Materials and Solar Cells, 95(4), 1208-1212.

Eddhahak-Ouni, A., Drissi, S., Colin, J., Neji, J., & Care, S. (2014). Experimental and multi-scale analysis of the thermal properties of Portland cement concretes embedded with microencapsulated Phase Change Materials (PCMs). Applied Thermal Engineering, 64(1-2), 32-39.

Izquierdo-Barrientos, M. A., Belmonte, J. F., Rodríguez-Sánchez, D., Molina, A. E., & Almendros-Ibáñez, J. A. (2012). A numerical study of external building walls containing phase change materials (PCM). Applied Thermal Engineering, 47, 73-85.

Jaworski, M. (2014). Thermal performance of building element containing phase change material (PCM) integrated with ventilation system–an experimental study. Applied Thermal Engineering, 70(1), 665-674.

Jin, X., & Zhang, X. (2011). Thermal analysis of a double layer phase change material floor. Applied Thermal Engineering, 31(10), 1576-1581.

Jin, X., Medina, M. A., & Zhang, X. (2014). On the placement of a phase change material thermal shield within the cavity of buildings walls for heat transfer rate reduction. Energy, 73, 780-786.

Jiang, F., Wang, X., & Zhang, Y. (2012). Analytical optimization of specific heat of building internal envelope. Energy Conversion and Management, 63, 239-244.

Kheradmand, M., Castro-Gomes, J., Azenha, M., Silva, P. D., de Aguiar, J. L., & Zoorob, S. E. (2015). Assessing the feasibility of impregnating phase change materials in lightweight aggregate for development of thermal energy storage systems. Construction and Building Materials, 89, 48-59.

Kong, X., Wang, L., Li, H., Yuan, G., & Yao, C. (2020). Experimental study on a novel hybrid system of active composite PCM wall and solar thermal system for clean heating supply in winter. Solar Energy, 195, 259-270.

Kośny, J., Biswas, K., Miller, W., & Kriner, S. (2012). Field thermal performance of naturally ventilated solar roof with PCM heat sink. Solar Energy, 86(9), 2504-2514.

Lee, K. O., Medina, M. A., Raith, E., & Sun, X. (2015). Assessing the integration of a thin phase change material (PCM) layer in a residential building wall for heat transfer reduction and management. Applied Energy, 137, 699-706.

Lin, K., Zhang, Y., Xu, X., Di, H., Yang, R., & Qin, P. (2005). Experimental study of under-floor electric heating system with shape-stabilized PCM plates. Energy and buildings, 37(3), 215-220.

Molefi, J. A., Luyt, A. S., & Krupa, I. (2010). Investigation of thermally conducting phase-change materials based on polyethylene/wax blends filled with copper particles. Journal of Applied Polymer Science, 116(3), 1766-1774.

Mousavi, S., Rismanchi, B., Brey, S., & Aye, L. (2021). PCM embedded radiant chilled ceiling: A state-of-the-art review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 151, 111601.

Reddy, V. J., Ghazali, M. F., & Kumarasamy, S. (2024). Innovations in phase change materials for diverse industrial applications: A comprehensive review. Results in Chemistry, 8, 101552.

Rodriguez-Ubinas, E., Ruiz-Valero, L., Vega, S., & Neila, J. (2012). Applications of phase change material in highly energy-efficient houses. Energy and Buildings, 50, 49-62.

Shah, K. W., Ong, P. J., Chua, M. H., Toh, S. H. G., Lee, J. J. C., Soo, X. Y. D., Png, Z. M., Ji, R., Xu, J., Z., & Zhu, Q. (2022). Application of phase change materials in building components and the use of nanotechnology for its improvement. Energy and Buildings, 262, 112018.

Serrano, S., Barreneche, C., Fernández, A. I., Farid, M. M., & Cabeza, L. F. (2015). Composite gypsum containing fatty-ester PCM to be used as constructive system: Thermophysical characterization of two shape-stabilized formulations. Energy and Buildings, 86, 190-193.

Salunkhe, P. B., & Shembekar, P. S. (2012). A review on effect of phase change material encapsulation on the thermal performance of a system. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16(8), 5603-5616.

Suresh, C., Hotta, T. K., & Saha, S. K. (2022). Phase change material incorporation techniques in building envelopes for enhancing the building thermal Comfort-A review. Energy and Buildings, 268, 112225.

Socaciu, L. G. (2012). Thermal energy storage with phase change material. Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies, 11(20), 75-98.

Sreethawong, T., Shah, K. W., Zhang, S.-Y., Ye, E., Lim, S. H., Maheswaran, U., Mao, W. Y., & Han, M. Y. (2014). Optimized production of copper nanostructures with high yields for efficient use as thermal conductivity-enhancing PCM dopant. Journal of Materials Chemistry A, 2(10), 3417-3423.

URL1, https://www.biologyexams4u.com/2018/07/acid-rain-definition-causes-and-effects.html (Access Date: 11.05.2025).

URL2, https://rec.org.tr/wp-content/uploads/2017/08/02-02_duyguerten_binalardaenerjiakisiveenerjiverimliligi.pdf (Access Date: 11.05.2025).

URL3, https://paraffinwaxco.com/phase-change-materials/ (Access Date: 11.05.2025).

URL4, https://materials.imdea.org/sustainable-fire-safe-phase-change-materials/ (Access Date: 11.05.2025).

URL5, https://inhabitat.com/phase-change-glassx-windows-offer-amazing-performance/ (Access Date: 11.05.2025).

URL6, https://www.linkedin.com/pulse/phase-change-material-pcm-cooling-panels-sustainable-solution-naik-ywjdc (Access Date: 11.05.2025).

Wang, Q., & Zhao, C. Y. (2015). Parametric investigations of using a PCM curtain for energy efficient buildings. Energy and Buildings, 94, 33-42.

Weinläder, H., Körner, W., & Strieder, B. (2014). A ventilated cooling ceiling with integrated latent heat storage—Monitoring results. Energy and Buildings, 82, 65-72.

Zhou, G., Zhang, Y., Wang, X., Lin, K., & Xiao, W. (2007). An assessment of mixed type PCM-gypsum and shape-stabilized PCM plates in a building for passive solar heating. Solar Energy, 81(11), 1351-1360.

TAŞIMA MODLARINA GÖRE TÜRKİYE'NİN İHRACAT VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Şakir MİRZA

ÖZET

İnsanların yerleşik hayata geçmeleri ile birlikte üretim fazlalarını ihtiyaç sahiplerine ulaştırabilmek amacıyla başlayan ticari anlamda taşımacılık faaliyetleri her geçen gün gelişimini sürdürmektedir. Taşımacılık faaliyetleri küreselleşme ve teknolojik gelişmelerin etkisi, uluslararası iktisat teorileri gereğince eşyaların ülkelerarası taşınma ihtiyacı ile uluslararası nitelik kazanmıştır. Günümüze gelindiğinde lojistik faaliyetler, işletmeler ve ekonomiler için stratejik öneme sahip hale gelmiştir. Lojistik faaliyetlerin ise önemli bir kısmını taşımacılık faaliyetleri oluşturmaktadır. Taşımacılık faaliyetleri başlarda tek modlu olarak gerçekleştirilirken günümüzde taşıma modlarının entegrasyonu ile çok modlu olarak da gerçekleştirilebilmektedir.

Taşıma süreçlerinde kullanılacak taşıma modunun seçiminde etkili olan birçok etken bulunmaktadır. Bazı ürünlerin taşıma modunun belirlenmesinde taşıma maliyetleri dikkate alınırken, ürünlerin özelliklerine bağlı olarak hız, güvenilirlik, hizmete ulaşabilirlik, taşıma süreçlerinin izlenebilirliği gibi etkenler de taşıma modunun seçiminde eşyanın niteliğine bağlı olarak belirleyici olabilmektedir. Örneğin zaman kısıtı olmayan değersiz ürünlerin taşınmasında maliyete dayalı olarak taşıma modu belirlenirken; değerli ve zaman kısıtı olan ürünlerin taşınmasında hız belirleyici olmaktadır. Ayrıca taşıma modunun kapıdan kapıya teslim imkanına sahip olması da taşıma modunun belirlenmesinde etkili olabilmektedir. Taşıma modları denizyolu, karayolu, havayolu, demiryolu ve boru hattı taşımacılığı olmak üzere beşli sınıflandırmaya tabi tutulmaktadır. Çalışmada boru hattı taşımacılığı yerine diğer taşımalar olarak sınıflandırma yapılmıştır. Diğer taşıma modları, boru hattı, posta ile yapılan taşımalar, elektrik enerjisi iletimi ve kendinden hareketli araçları kapsamaktadır.

Bu çalışmanın amacı Türkiye'nin ihracatında değer bazında taşıma modlarına göre dağılımının ve ağırlık bazında Türkiye'nin ihracatında kullanılan taşıma modlarının dağılımının belirlenerek karşılaştırmalı analiz edilmesidir. Bu sayede literatüre ve araştırmacılara katkı sağlanmış olacaktır. Bu amaçla Türkiye İstatistik Kurumu ve Ticaret Bakanlığı web sayfalarından istatistiki veriler elde edilerek sınıflandırmalı tablolar ve grafikler oluşturularak yorumlanmıştır.

Araştırma sonucunda Türkiye'nin ihracatında taşınan ürünlerin değer bazında dağılımında denizyolu taşımcılığının birinci sırada olduğu belirlenmiştir. İkinci sırada karayolu taşımacılığı, üçüncü sırada havayolu taşımacılığı olduğu belirlenmiştir. Dördüncü ve beşinci sırayı ise yıllara bağlı olarak demiryolu taşımacılığı veya diğer taşıma modları oluşturmaktadır. Türkiye'nin ihracatının ağırlık bazında taşıma modlarına göre dağılımında ise denizyolu taşımacılığının birinci sırada olduğu belirlenmiştir. İkinci sırada karayolu taşımacılığı, üçüncü sıra ve dördüncü sıra yıllara bağlı olarak havayolu ve demiryolu taşımacılığı arasında değişkenlik göstermektedir. Beşinci sırada ise diğer taşıma modları yer almaktadır. Değer bazında taşımalar ile ağırlık bazında taşımaların karşılaştırılması sonucu en değerli yüklerin havayolu ile taşındığı, denizyolu taşımalarında ise ağır ancak değersiz ürünlerin taşındığı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Taşıma modları, İhracat, Denizyolu, Karayolu, Demiryolu, Havayolu

Dr. Öğretim Görevlisi, Uşak Üniversitesi, sakir.mirza@usak.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4869-864X

1. Giriş

Küreşelleşmenin etkisi ile uluslararası ticaretin liberal nitelik kazanması, gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkeler için döviz girdisi açısından ihracatın önemini arttırmıştır. Bu süreçte yaşanan yoğun rekabet, birçok ülke için pazar payını arttırmayı zorunlu hale getirmiştir. Pazar payını arttırmanın yolu ise maliyetlerin minimize edilerek rekabet avantajı sağlamayı zorunlu kılmıştır. Günümüzde piyasadaki bir ürünün yaklaşık %25'lik maliyetini lojistik maliyetleri oluşturmaktadır. Lojistik maliyetlerinin ise yaklaşık %60'lık kısmını taşıma maliyetleri oluşturmaktadır. Taşıma maliyetlerinin minimize edilmesi uluslararası ticarette rekabet avantajı sağlamak açısından son derece önemlidir. Ancak taşıma maliyetlerini minimize etmek amacıyla tüm ürünlerin en düşük maliyetli taşıma modu ile taşınması mümkün değildir. Taşınacak ürünlerin özellikleri taşıma modunun belirlenmesinde önemlidir. Aciliyeti olan bir ürünün taşıma süresi uzun süreli bir taşıma moduyla taşınması işletmelerin başka maliyetlerle karşı karşıya kalmasına veya ürünün modasının geçmesine neden olabilir. Ayrıca çabuk bozulabilen bir ürünün aynı şekilde uzun süreli taşıma modları ile taşınması ürünün bozulması riskini ortaya çıkarabilir. Aynı zamanda rekabetin yoğun olduğu fiyat rekabetinin olduğu bir ürünün yüksek maliyetli bir taşıma moduyla taşınması fiyat rekabetini olumsuz etkileyebilir. Bu açıdan taşıma modu belirlenirken tüm etkenlerin göz önünde bulundurularak karar verilmesi gerekir.

Türkiyenin üç tarafının denizlerle çevrili olması, yaygın havaalanlarına sahip olması, demiryolu altyapısının olması, uluslararası karayolu ulaşımının olması ve jeopolitik konumu, uluslararası boru hatlarına sahip olması tüm taşıma modlarının kullanılmasını mümkün kılmaktadır. Bu durum Türkiye için taşıma modunu belirlerken tüm taşıma modlarından yararlanabilme imkanı sağlamaktadır. Ancak taşıma modları arasında dengeli bir dağılım söz konusu değildir. Aşağıda ihracat kavramı ve taşıma modlarına ilişkin açıklamalar yer almaktadır.

İhracat

Takas yöntemi ile başlayan ticari ilişkiler, küreselleşme ve tekonolojik gelişmelerin etkisi ile uluslararası nitelik kazanmıştır. Bir ülkede üretilen mal veya hizmetin başka ülkelere satılması faaliyeti ihracat olarak tanımlanmaktadır (Çıtak ve Kurt, 2020). Ticaret Bakanlığı ihracat yönetmeliğinde ise ihracat, "*Bir malın, yürürlükteki ihracat mevzuatı ile gümrük mevzuatına uygun şekilde Türkiye gümrük bölgesi dışına veya serbest bölgelere çıkarılmasını veyahut Müsteşarlıkça ihracat olarak kabul edilecek sair çıkış ve işlemleri*" olarak tanımlanmaktadır (İhracat Yönetmeliği, 2006). İhracat yolu ile satışı gerçekleştirilen ürünlerin müşterilere ulaştırılması süreci lojistik faaliyetler ile gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla ihracat oranlarındaki artış uluslararası taşımacılık faaliyetlerinin de artışına neden olur. Bununla birlikte hem ihraç edilen ürünler hem de taşımacılık faaliyetleri ile elde edilen döviz ülke döviz miktarının artmasını ve ihracı gerçekleştiren ülkenin ekonomik kalkınmasını sağlar (Erdoğan, 2016). Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerin dış ticaret dengesini sağlayabilmesi için katma değerli ürünler üreterek ihraç etmesi gerekir. Fakat gelişmekte olan ülkelerin ihraç ettiği ürünler genellikle değeri düşük ürünlerdir. İhraç edilen ürünün niteliğine bağlı olarak da kullanılacak taşıma modu değişkenlik gösterebilmektedir.

Denizyolu Taşımacılığı

Denizyolu taşımacılığı, eşyaların gemiye yüklenmesi, eşyaların elleçlenmesi, yükleme ve taşıma sürecinde güvenliğinin temin edilmesi gibi faaliyetleri kapsayan taşımacılıktır (Tunalı ve Akarçay, 2018). Taşıma modları içerisinde en düşük taşıma maliyetine sahip taşıma modu denizyolu taşımacılığıdır. Dünya yüzeyinin %71'i okyanuslarla kaplıdır. Bu nedenle uluslararası taşımalarda büyük hacimli eşyaların kıtalararası taşınmasında en çok tercih edilen taşıma modudur (Erdönmez ve

İncaz, 2016). Denizyolu taşımaları lineer ve trump taşımalar olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Lineer taşımalar düz-hat taşımacılığı olarak ifade edilen genellikle tarifeli olarak gerçekleştirilen taşımalardır. Trump taşımalar ise kuru dökme yük veya sıvı yük taşımalarını ifade etmektedir ve bu taşımalar genellikle tarifesiz olarak gerçekleştirilmektedir (Aras, 2016). Denizyolu taşımacılığı taşıma hızı bakımında diğer taşıma modlarına göre daha düşük taşıma hızına sahip olmasına rağmen çok çeşitli ürünlerin taşınmasının mümkün olması ve yüksek hacimli ve ağırlıktaki ürünlerin taşınmasına imkan sağlaması ve düşük maliyeti nedeniyle tercih edilmektedir. Ancak taşımanın limanlar arasında yapılabilmesi denizyolu taşımacılığının dezavantajıdır (Canıtez, 2011).

Karayolu Taşımacılığı

Taşımalarda kullanılan en eski taşıma modlarından birisi karayolu taşımacılığıdır (Canıtez, 2011). Eşyanın göndericiden teslim alınarak, taşıma aracına yüklenip gönderilene teslim edilmek üzere karayolu altyapısını kullanarak taşınması süreci karayolu taşımacılığı olarak ifade edilmektedir (Bakan ve Şekkeli, 2017). Karayolu taşımacılığı kapıdan kapıya teslim imkanı sağlaması ve diğer taşıma modlarını destekleyici nitelikte olması açısından taşıma modları içerisinde önemli bir yere sahiptir (Koban ve Keser, 2015). Türkiye yurtiçi taşımalarının dönemsel olarak yaklaşık %90 ı karayolu taşımacılığı ile gerçekleştirilmektedir. Diğer dünya ülkelerine bakıldığında da her ne kadar Türkiye kadar yüksek olmasa da özellikle yurt içi taşımalarda karayolu taşımalarının yoğun olarak kullanıldığı görülmektedir. Bunun önemli nedenleri altyapı yatırımlarının mevcut olması ve pazara giriş olanaklarının diğer taşıma modlarına göre nispeten mümkün olmasıdır (Korkmaz ve Alacahan, 2013). Karayolu taşımaları elleçleme maliyetlerini ortadan kaldırması, kapıdan kapıya teslim imkanına sahip olması nedeniyle diğer taşıma modlarına göre daha avantajlıdır. Uluslararası taşımalarda ise taşıma maliyetlerinin nispeten denizyolu ve demiryoluna göre yüksek olması, ülkelerden geçiş izinlerinin sınırlı olması, gümrüklerde bekleme sürelerinin yüksek olması gibi dezavantajları bulunmaktadır.

Havayolu Taşımacılığı

Taşıma sürecinde taşıma araçlarının kullanıldığı ve havayolu ile gerçekleştirilen taşımalar havayolu taşımacılığı olarak ifade edilmektedir. Dronlarla bir eşyanın taşınmasından ağır eşyaların uçaklarla taşınmasına kadar tüm taşımalar havayolu taşımacılığı kapsamında ele alınmaktadır (Atakan, 2018). Bu taşımacılık türünün diğer taşıma modlarına göre güvenilir ve hızlı olması tercih edilebilirliğini arttırmaktadır. Bu nedenle taşımacılık sektöründe önemli bir payı bulunmaktadır (Akça, 2020: 46). Havayou taşımacılığı diğer taşıma modalarına göre eşyaların daha hızlı taşınmasını sağlarken diğer taşıma modlarına göre taşıma maliyetlerinin yüksek olduğu taşıma modudur. Genellikle aciliyeti olan, değerli ve bozulabilir ürünlerin taşınmasında tercih edilmektedir (Mirza ve Dağdeviren, 2020). Bununla birlikte dünya ekonomisine önemli katkılar sağlayarak diğer sektörleri de etkileyebilmektedir (Akoğlu ve Fidan, 2020).

Demiryolu Taşımacılığı

Demiryolu taşımacılığı, büyük hacimli ve ağır yüklerin taşınmasında kullanılan maliyet açısından havayolu ve karayolu taşıma türlerine göre daha avantajlı bir taşıma modudur (Mirza ve Dağdeviren, 2020). Genellikle maden, kömür, demir, orman ve tarım ürünleri taşımalarında kullanılmaktadır. Fakat demiryolu alt yapısının sınırlı olması nedeniyle yaygın olarak kullanılma imkanı bulunmamaktadır (Zhou ve Du, 2018). Demiryolu istasyonları arasında taşıma imkanına sahip olması nedeniyle taşınan ürünlerin iki kez elleçlenmesini zorunlu kılmaktadır. Ayrıca demiryolu hatları üzerinde tünellerin ve köprülerin belirli sınırları nedeniyle gabari açısından sınırlılıkları bulunmaktadır (Suvacı, 2019). Türkiye demiryolu hatlarının uluslararası demiryolu hatları ile bağlantılarının olması uluslararası

taşımalarda da kullanılabilmesini mümkün kılmaktadır. Demiryolu taşımacılığı ile hem ulusal hem de uluslararası bazda eşya ve yolcu taşımacılığı yapılabilmektedir (Aksoy, 2016). Yatırım maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle Dünya'da genellikle kamu kurumları tarafından taşımalar gerçekleştirilmektedir. Türkiye'de 2013 yılında çıkarılan "6461 Türkiye Demiryolu Ulaştırmasının Serbestleştirilmesi Hakkında Kanun" ile özel sektöründe demiryolunu kullanabilme ve altyapı yatırımı yapabilme imkanı sağlanmıştır. Ancak hala istenilen düzeye ulaşılamamıştır.

Boru Hattı Taşımacılığı

Türkiye jeopolitik konumu nedeniyle boru hattı taşımacılığında önemli bir yere sahiptir. Boru hattı taşımaları düşük maliyetli ve güvenilir taşıma imkanına sahip olması nedeniyle genellikle petrol ve doğalgaz taşımalarında kullanılmaktadır. İlk yatırım maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle oluşturulan konsorsiyumlar tarafından yatırımı yapılmakta ve genellikle kamu kurumları tarafından işletilmektedir (Şahin, 2012). İşletme ve bakım maliyetlerinin düşük olması nedeniyle ve kesintisiz taşıma işleminin gerçekleştirilmesi nedeniyle yatırımların geri dönüşü kısa sürede gerçekleşmektedir (Tozar ve Güzel, 2011). Taşıma faaliyetinin tek yönlü gerçekleştirilebilmesi boru hattı taşımacılığının dezavantajıdır. Son yıllarda katı ürünlerin de demiryolu ile taşınmasına ilişkin çalışmalar devam etmektedir.

Taşıma Modlarının Karşılaştırılması

Taşıma modlarının güvenilirlik, hız, sıklık, elverişlilik, kapasite, ekonomik verimilik ve enerji verimliliği açısından birbirlerine karşı üstünlükleri bulunmaktadır.

Tablo 1: Taşıma Modları Karşılaştırma Tablosu

	Taşıma Modları				
Özellik	Demiryolu	Karayolu	Denizyolu	Boru Hattı	Havayolu
Güvenilirlik	3	2	4	1	5
Hız	3	2	4	5	1
Sıklık	3	1	4	5	2
Elverişlilik	2	1	4	5	3
Kapasite	2	3	1	5	4
Ekonomik Verimlilik	3	4	2	1	5
Enerji Verimliliği	3	4	2	1	5

Langford, J. W. (1995). *Logistics : principles and applications.* McGraw-Hill, New York.

Taşıma modları karşılaştırıldığında en güvenilir taşıma modunun boru hattı taşımacılığı olduğu, hız açısından birinci sırada yer alan taşıma modunun havayolu taşımacılığı olduğu görülmektedir. Taşıma sıklığı açısından neredeyse her zaman ulaşılabilecek taşıma modu karayolu taşımacılığıdır. Elverişlilik açısından her çeşit ürünün taşınmasına imkan sağlayan karayolu taşımacılığı birinci sırada yer almaktadır. Kapsasite bakımından denizyolu taşımacılığı birinci sırada yer almaktadır. Ekonomik verimlilik açısından en avantajlı taşıma modu boru hattı taşımacılığıdır. Enerji verimliliği açısından da boru hattı taşımacılığı birinci sırada yer almaktadır.

2. Yöntem

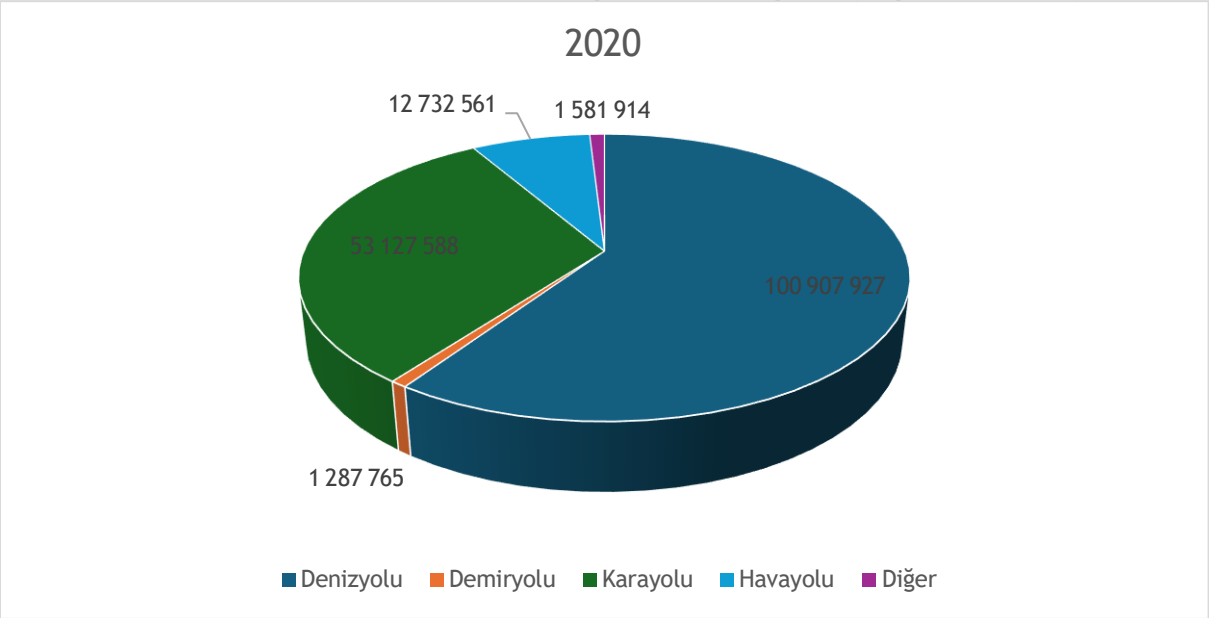
Türkiye jeopolitik konumu, zengin kaynaklara sahip olması, uluslararası ilişkilerinin güçlü olması nedeniyle birçok ülke ile ticari ilişkilere sahiptir. Uluslararası ticaretin gerçekleştirilebilmesi için de uluslararası taşımacılık faaliyetlerine ihtiyaç vardır. Türkiye'nin ihracatında kullanılan taşıma modlarının değer bazında dağılımını belirlemek amacıyla Türkiye İstatistik Kurumu'nun web sayfasındaki dış ticaret istatistiklerinden faydalanılmıştır. Yararlanılan istatistiki veriler grafiksel olarak sınıflandırılmış ve taşıma modlarının ihracatta taşınan ürünlere ilişkin değer bazında dağılımları arasındaki oranlar hesaplanarak tablolar halinde sunulmuştur. Ayrıca Türkiye'nin ihracatında kullanılan taşıma modlarının ağırlık bazında dağılımını belirlemek amacıyla Ticaret Bakanlığı'nın web sayfasında bulunan dış tcaret verilerinden faydalanılmıştır. Elde edilen veriler tablo halinde sunulmuştur. Daha sonra ihracatta kullanılan taşıma modlarının değer bazında dağılımı ile ağırlık bazında dağılımı karşılaştırmalı olarak incelenerek hangi taşıma modu ile değerli ürünlerin taşındığı, hangi taşıma modu ile değersiz ürünlerin taşındığı belirlenmiştir.

3. Bulgular

2020-2025 Yılları Arası Taşıma Modlarına Göre Türkiye'nin İthalatının Değer Bazında Dağılımı (Bin $)

Aşağıda Grafik 1 ve Tablo 2'de 2020 yılı ihracat verilerinin taşıma modlarına göre değer bazında dağılımı yer almaktadır.

Grafik 1: 2020 Yılı İhracatının Taşıma Modları Değer Bazında Dağılımı (Değer: Bin ABD $)



Tablo 2: 2020 Yılı Türkiye'nin İhracatının Taşıma Modlarına Göre Oransal Dağılımı

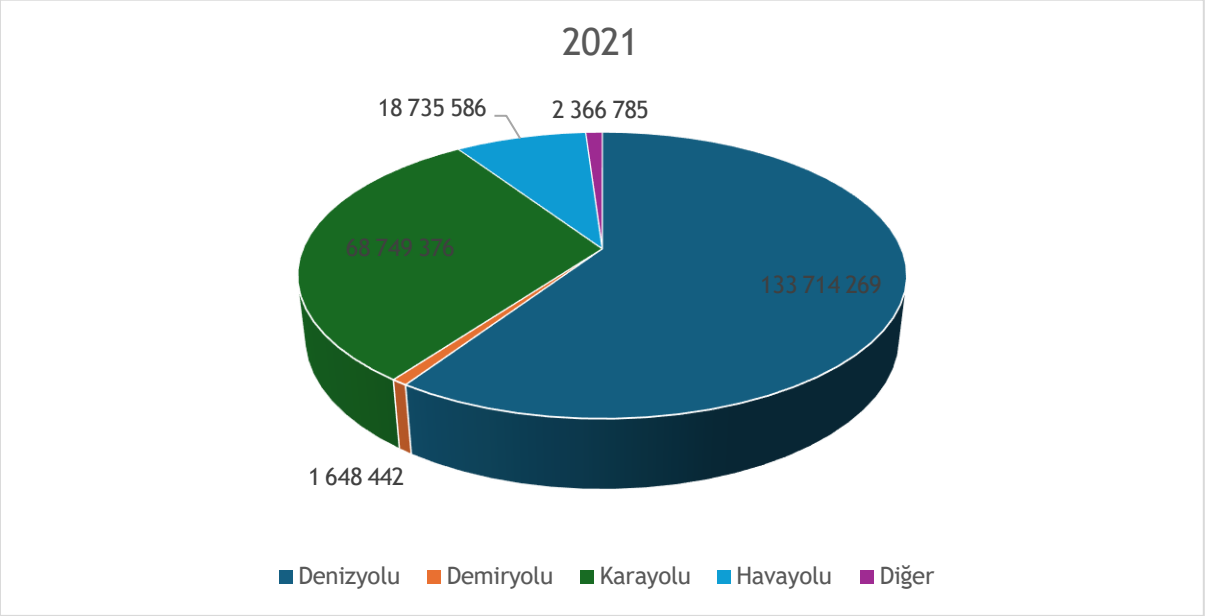
	Toplam	Denizyolu	Demiryolu	Karayolu	Havayolu	Diğer
2020	**169 637 755**	**100 907 927**	**1 287 765**	**53 127 588**	**12 732 561**	**1 581 914**
Genel içindeki payı (%)		**59,48%**	**0,76%**	**31,32%**	**7,51%**	**0,93%**

Grafik 1 ve Tablo 2 incelendiğinde, denizyolu taşımacılığı ile 100 milyar 907 milyon 927 bin dolar değerindeki ürünün taşındığı, bu tutarın tüm ihracatın %59,48' ini kapsadığı görülmektedir. Karayolu taşımalarının toplam değerinin 58 milyar 127 milyon 588 bin dolar olduğu ve toplam ihracatta

%31,32'lik paya sahip olduğu görülmektedir. Üçüncü sırada havayolu taşımacılığı yer almaktadır. 12 milyar 732 milyon 561 bin dolarla toplam ihracatta %7,51'lik paya sahip olduğu görülmektedir. Dördüncü sırada 1 milyar 581 milyon 914 bin dolar ile %0,93'lük paya sahip diğer taşımaların yer aldığı görülmektedir. Türkiye'nin ihracatında değer bazında en düşük taşıma payına sahip olan taşıma modunun ise %0,76 ile demiryolu taşımacılığının sahip olduğu ve toplam 1 milyar 287 milyon 765 bin dolar olduğu görülmektedir.

Aşağıda Grafik 2 ve Tablo 3'de 2021 yılı ihracat verilerinin taşıma modlarına göre değer bazında dağılımı yer almaktadır.

Grafik 2: 2021 Yılı İhracatının Taşıma Modları Değer Bazında Dağılımı (Değer: Bin ABD $)



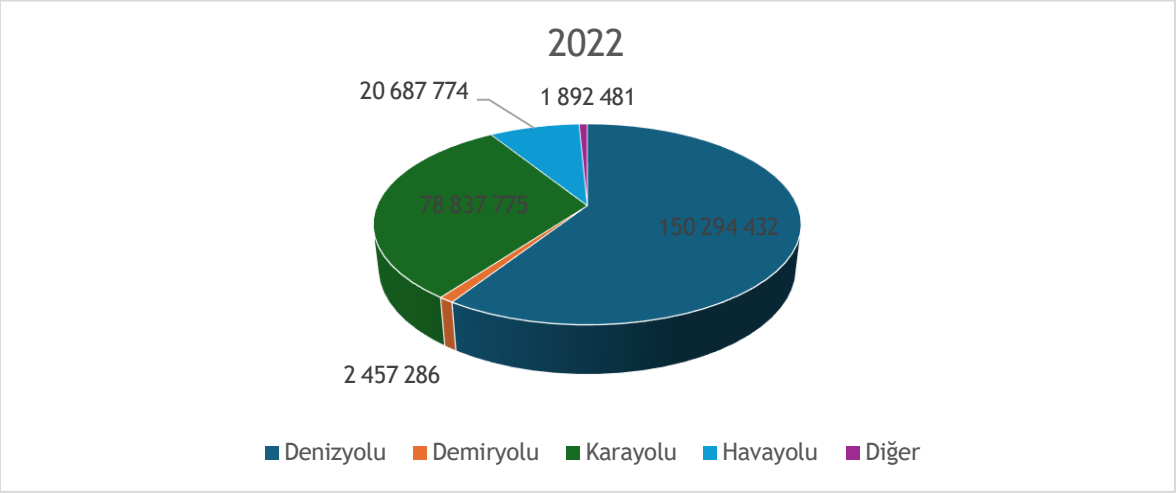
Tablo 3: 2021 Yılı Türkiye'nin İhracatının Taşıma Modlarına Göre Oransal Dağılımı

	Toplam	Denizyolu	Demiryolu	Karayolu	Havayolu	Diğer
2021	225 214 458	133 714 269	1 648 442	68 749 376	18 735 586	2 366 785
Genel içindeki payı (%)		**59,37%**	**0,73%**	**30,53%**	**8,32%**	**1,05%**

Grafik 2 ve Tablo 3 incelendiğinde, denizyolu taşımacılığı ile 133 milyar 714 milyon 269 bin dolar değerindeki ürünün taşındığı, bu tutarın tüm ihracatın %59,37' sini kapsadığı görülmektedir. Karayolu taşımalarının toplam değerinin 68 milyar 749 milyon 376 bin dolar olduğu ve toplam ihracatta %30,53'lük paya sahip olduğu görülmektedir. Üçüncü sırada havayolu taşımacılığı yer almaktadır. 18 milyar 735 milyon 586 bin dolarla toplam ihracatta %8,32'lik paya sahip olduğu görülmektedir. Dördüncü sırada 2 milyar 366 milyon 785 bin dolar ile %1,05'lik paya sahip diğer taşımaların yer aldığı görülmektedir. Türkiye'nin ihracatında değer bazında en düşük taşıma payına sahip olan taşıma modunun ise %0,73 ile demiryolu taşımacılığının sahip olduğu ve toplam 1 milyar 648 milyon 442 bin dolar olduğu görülmektedir.

Aşağıda Grafik 3 ve Tablo 4'de 2022 yılı ihracat verilerinin taşıma modlarına göre değer bazında dağılımı yer almaktadır.

Grafik 3: 2022 Yılı İhracatının Taşıma Modları Değer Bazında Dağılımı (Değer: Bin ABD $)



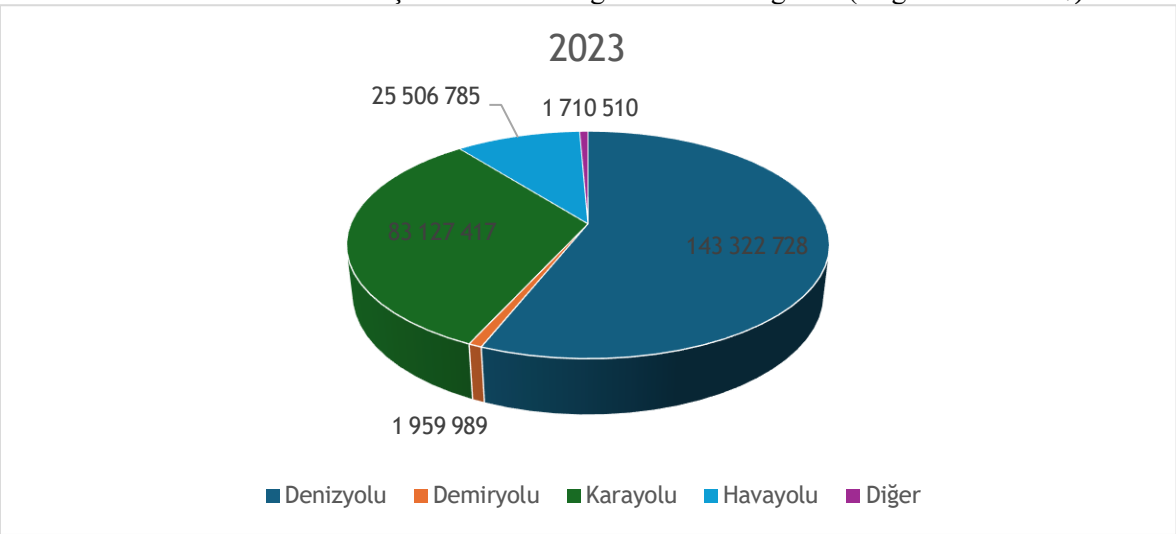
Tablo 4: 2022 Yılı Türkiye'nin İhracatının Taşıma Modlarına Göre Oransal Dağılımı

	Toplam	Denizyolu	Demiryolu	Karayolu	Havayolu	Diğer
2022	254 169 748	150 294 432	2 457 286	78 837 775	20 687 774	1 892 481
Genel içindeki payı (%)		59,13%	0,97%	31,02%	8,14%	0,74%

Grafik 3 ve Tablo 4 incelendiğinde, denizyolu taşımacılığı ile 150 milyar 294 milyon 432 bin dolar değerindeki ürünün taşındığı, bu tutarın tüm ihracatın %59,13' ünü kapsadığı görülmektedir. Karayolu taşımalarının toplam değerinin 78 milyar 837 milyon 775 bin dolar olduğu ve toplam ihracatta %31,02'lik paya sahip olduğu görülmektedir. Üçüncü sırada havayolu taşımacılığı yer almaktadır. 20 milyar 687 milyon 774 bin dolarla toplam ihracatta %8,14'lük paya sahip olduğu görülmektedir. Dördüncü sırada 2 milyar 457 milyon 286 bin dolar ile %0,97'lik paya sahip demiryolu taşımalarının yer aldığı görülmektedir. Türkiye'nin ihracatında değer bazında en düşük taşıma payına sahip olan taşıma modunun ise %0,74 ile diğer taşımacıların sahip olduğu ve toplam 1 milyar 892 milyon 481 bin dolar olduğu görülmektedir.

Aşağıda Grafik 4 ve Tablo 5'de 2023 yılı ihracat verilerinin taşıma modlarına göre değer bazında dağılımı yer almaktadır.

Grafik 4: 2023 Yılı İhracatının Taşıma Modları Değer Bazında Dağılımı (Değer: Bin ABD $)



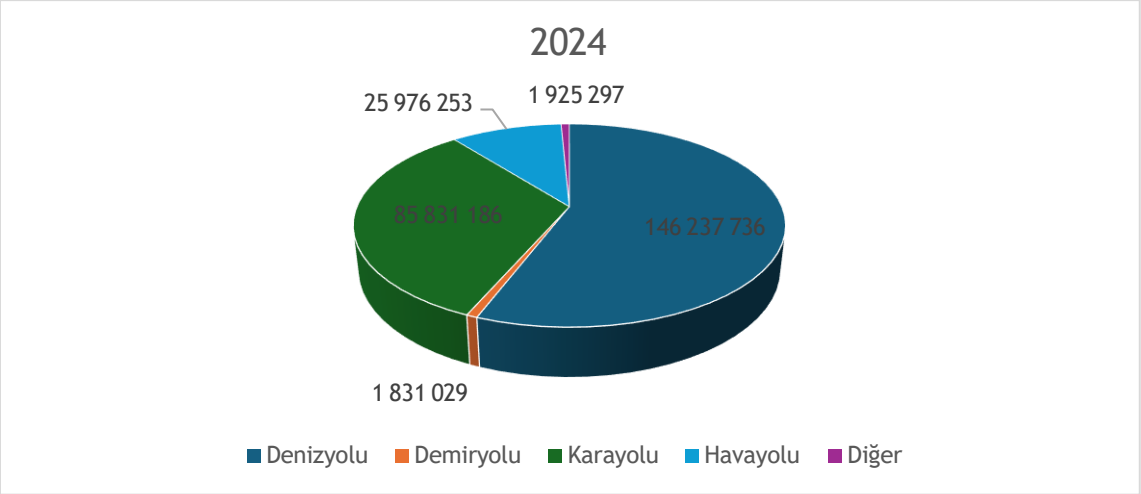
Tablo 5: 2023 Yılı Türkiye'nin İhracatının Taşıma Modlarına Göre Oransal Dağılımı

	Toplam	Denizyolu	Demiryolu	Karayolu	Havayolu	Diğer
2023	255 627 429	143 322 728	1 959 989	83 127 417	25 506 785	1 710 510
Genel içindeki payı (%)		56,07%	0,77%	32,52%	9,98%	0,67%

Grafik 4 ve Tablo 5 incelendiğinde, denizyolu taşımacılığı ile 143 milyar 332 milyon 728 bin dolar değerindeki ürünün taşındığı, bu tutarın tüm ihracatın %56,07' sini kapsadığı görülmektedir. Karayolu taşımalarının toplam değerinin 83 milyar 127 milyon 417 bin dolar olduğu ve toplam ihracatta %32,52'lik paya sahip olduğu görülmektedir. Üçüncü sırada havayolu taşımacılığı yer almaktadır. 25 milyar 506 milyon 785 bin dolarla toplam ihracatta %9,98'lik paya sahip olduğu görülmektedir. Dördüncü sırada 1 milyar 959 milyon 989 bin dolar ile %0,77'lik paya sahip demiryolu taşımalarının yer aldığı görülmektedir. Türkiye'nin ihracatında değer bazında en düşük taşıma payına sahip olan taşıma modunun ise %0,67 ile diğer taşımacıların sahip olduğu ve toplam 1 milyar 710 milyon 510 bin dolar olduğu görülmektedir.

Aşağıda Grafik 5 ve Tablo 6'da 2024 yılı ihracat verilerinin taşıma modlarına göre değer bazında dağılımı yer almaktadır.

Grafik 5: 2024 Yılı İhracatının Taşıma Modları Değer Bazında Dağılımı (Değer: Bin ABD $)



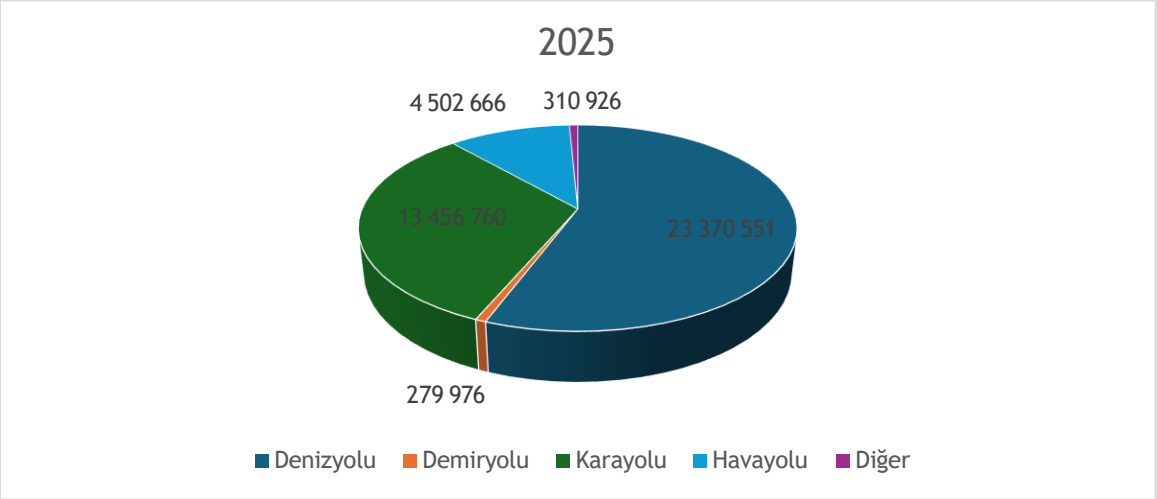
Tablo 6: 2024 Yılı Türkiye'nin İhracatının Taşıma Modlarına Göre Oransal Dağılımı

	Toplam	Denizyolu	Demiryolu	Karayolu	Havayolu	Diğer
2024(r)	261 801 501	146 237 736	1 831 029	85 831 186	25 976 253	1 925 297
Genel içindeki payı (%)		55,86%	0,70%	32,78%	9,92%	0,74%

Grafik 5 ve Tablo 6 incelendiğinde, denizyolu taşımacılığı ile 146 milyar 237 milyon 736 bin dolar değerindeki ürünün taşındığı, bu tutarın tüm ihracatın %55,86'sını kapsadığı görülmektedir. Karayolu taşımalarının toplam değerinin 85 milyar 831 milyon 186 bin dolar olduğu ve toplam ihracatta %32,78'lik paya sahip olduğu görülmektedir. Üçüncü sırada havayolu taşımacılığı yer almaktadır. 25 milyar 976 milyon 253 bin dolarla toplam ihracatta %9,92'lik paya sahip olduğu görülmektedir. Dördüncü sırada 1 milyar 925 milyon 297 bin dolar ile %0,74'lük paya sahip diğer taşımaların yer aldığı görülmektedir. Türkiye'nin ihracatında değer bazında en düşük taşıma payına sahip olan taşıma modunun ise %0,70 ile demiryolu taşımacılarının sahip olduğu ve toplam 1 milyar 831 milyon 29 bin dolar olduğu görülmektedir.

Aşağıda Grafik 6 ve Tablo 7'de 2025 yılı Ocak ve Şubat ayına ait ihracat verilerinin taşıma modlarına göre değer bazında dağılımı yer almaktadır.

Grafik 6: 2025 Yılı İhracatının Ocak ve Şubat Ayları Taşıma Modları Değer Bazında Dağılımı (Değer: Bin ABD $)



Tablo 7: 2025 Yılı Ocak ve Şubat Ayları Türkiye'nin İhracatının Taşıma Modlarına Göre Oransal Dağılımı

	Toplam	Denizyolu	Demiryolu	Karayolu	Havayolu	Diğer
2025(r)	41 920 878	23 370 551	279 976	13 456 760	4 502 666	310 926
Genel içindeki payı (%)		**55,75%**	**0,67%**	**32,10%**	**10,74%**	**0,74%**

Grafik 6 ve Tablo 7 incelendiğinde 2025 Ocak ve Şubat aylarında, denizyolu taşımacılığı ile 23 milyar 370 milyon 551 bin dolar değerindeki ürünün taşındığı, bu tutarın tüm ihracatın %55,75'ini kapsadığı görülmektedir. Karayolu taşımalarının toplam değerinin 13 milyar 456 milyon 760 bin dolar olduğu ve toplam ihracatta %32,10'luk paya sahip olduğu görülmektedir. Üçüncü sırada havayolu taşımacılığı yer almaktadır. 4 milyar 502 milyon 666 bin dolarla toplam ihracatta %10,74'lük paya sahip olduğu görülmektedir. Dördüncü sırada 310 milyon 926 bin dolar ile %0,74'lük paya sahip diğer taşımaların yer aldığı görülmektedir. Türkiye'nin ihracatında değer bazında en düşük taşıma payına sahip olan taşıma modunun ise %0,67 ile demiryolu taşımacılarının sahip olduğu ve toplam 279 milyon 976 bin dolar olduğu görülmektedir.

2021-2023 Yılları Arası Taşıma Modlarına Göre Türkiye'nin İhracatının Ağırlık Bazında Dağılımı (Miktar-Ton)

Aşağıdaki Tablo 8'de 2021-2023 yılları arasında Türkiye'nin ihracatının ağırlık bazında taşıma modlarına göre dağılımı yer almaktadır.

Tablo 8: 2021-2023 Yılları Arası İhracatın Taşıma Modları Ağırlık Bazında Dağılımı (Değer: Ton)

	İhracat (Miktar-Ton)		
Taşıma Şekli	2021	2022	2023
Karayolu ($)	31.810	32.164	31.405
Genel İçindeki Payı (%)	17,70%	18,20%	19,30%
Denizyolu ($)	144.882	140.931	128.231
Genel İçindeki Payı (%)	80,80%	79,91%	78,80%
Demiryolu ($)	1.381	1.651	1382
Genel İçindeki Payı (%)	0,70%	0,90%	0,80%
Havayolu ($)	913	1234	1513
Genel İçindeki Payı (%)	0,50%	0,70%	0,90%
Diğer ($)	240	174	174
Genel İçindeki Payı (%)	0,13%	0,10%	0,11%
TOPLAM	179.228	176.056	162.707

Kaynak: Ticaret Bakanlığı, 19/03/2025. Değer: Bin Ton

Boru hattı, posta ile yapılan taşımalar, elektrik enerjisi iletimi ve kendinden hareketli araçları kapsamaktadır

Tablo 8 incelendiğinde 2021-2023 yılları arasında Türkiye'nin ihracatının taşıma modlarına göre ağırlık bazında dağılımda en yüksek payı denizyolu taşımacılığının aldığı görülmektedir. İkinci sırada karayolu taşımacılığı yer alırken, üçüncü sırada demiryolu taşımacılığı, dördüncü sırada havayolu taşımacılığı en son sırada ise diğer taşımaların yer aldığı görülmektedir.

4. Sonuç ve Tartışma

Uluslararası taşımacılıkta taşıma modu seçimi yapılırken taşınacak eşyanın özelliklerine göre değişkenlik göstermektedir. Hacim ve ağırlık olarak yüksek değerde ürünlerin taşınmasında genellikle denizyolu taşımacılığı tercih edilirken, değerli ürünlerin taşınmasında havayolu taşımacılığı tercih edilmektedir. Taşıma aracına ulaşımın kolaylığı açısından ise karayolu taşımacılığı tercih edilmektedir. Kapıdan kapıya teslim imkanına sahip olması nedeniyle ve hizmete ulaşım imkânı nedeniyle karayolu taşımacılığı diğer taşıma modlarına göre avantajlıdır.

2021-2023 yılları arasında Türkiye'nin ihracat verileri incelendiğinde değer bazında sırasıyla toplam ihracatın %59,37, %59,13 ve %56,07'si denizyolu taşımacılığı ile gerçekleştirilirken, ağırlık bazında bu oran sırasıyla %80,80, %79,91 ve %78,80 olarak gerçekleşmiştir. Bu verilere göre denizyolu taşımacılığında ihracatta taşınan ürünlerin görece değersiz ürünler olduğu söylenebilir.

2021-2023 yılları arasında Türkiye'nin ihracat verileri incelendiğinde değer bazında sırasıyla toplam ihracatın %30,53, %31,02 ve %32,52'si karayolu taşımacılığı ile gerçekleştirilirken, ağırlık bazında bu oran sırasıyla %17,70, %18,20 ve %19,30 olarak gerçekleşmiştir. Bu verilere göre karayolu taşımacılığında ihracatta taşınan ürünlerin görece değerli ürünler olduğu söylenebilir.

2021-2023 yılları arasında Türkiye'nin ihracat verileri incelendiğinde değer bazında sırasıyla toplam ihracatın %8,32, %8,14 ve %9,98'i havayolu taşımacılığı ile gerçekleştirilirken, ağırlık bazında bu oran sırasıyla %0,50, %0,70 ve %0,90 olarak gerçekleşmiştir. Bu verilere göre havayolu taşımacılığında ihracatta taşınan ürünlerin en değerli ürünler olduğu söylenebilir.

2021-2023 yılları arasında Türkiye'nin ihracat verileri incelendiğinde değer bazında sırasıyla toplam ihracatın %0,73, %0,97 ve %0,77'i demiryolu taşımacılığı ile gerçekleştirilirken, ağırlık bazında bu oran sırasıyla %0,70, %0,90 ve %0,80 olarak gerçekleşmiştir. Bu verilere göre demiryolu taşımacılığında ihracatta taşınan ürünlerin denizyolu taşımacılığına göre değerli ancak havayolu, karayolu ve diğer taşımalarına göre değersiz ürünler olduğu söylenebilir.

2021-2023 yılları arasında Türkiye'nin ihracat verileri incelendiğinde değer bazında sırasıyla toplam ihracatın %1,05, %0,74 ve %0,67'si diğer taşıma modları ile gerçekleştirilirken, ağırlık bazında bu oran sırasıyla %0,13, %0,10 ve %0,11 olarak gerçekleşmiştir. Bu verilere göre diğer taşıma modları ile ihracatta taşınan ürünlerin değerli denizyolu, karayolu ve demiryolu taşımalarına göre daha değerli ancak havayolu taşımalarına göre değersiz ürünler olduğu söylenebilir.

Bu verilere dayanarak Türkiye'nin ihracat süreçlerinde kullanılan taşıma modlarında en değerli ürünlerin havayolu taşımacılığı ile ve diğer taşıma modları ile taşındığı söylenebilir. Üçüncü sırada değerli ürünler karayolu taşımacılığı ile taşınırken, dördüncü sırada demiryolu en son sırada ise denizyolu taşımacılığı ile taşındığı söylenebilir.

Taşıma modları içerisinde karbon ayak izi bakımında çevreye en fazla zarar veren taşıma modu havayolu taşımacılığıdır. İkinci sırada karayolu taşımacılığı gelmektedir. Üçüncü sırada denizyolu taşımacılığı, dördüncü sırada demiryolu taşımacılığı son olarak ise diğer taşımalar yer almaktadır. Karbon ayak izinin azaltılması bakımından demiryolu taşımacılığının ve diğer taşımaların toplam taşımalar içerisindeki payının arttırılması faydalı olabilecektir. Demiryolu ağının genişletilerek havayolu taşımacılığı yerine elektrikli hızlı trenlerle uluslararası taşımalar yapılabilir. Uluslararası karayolu taşımalarında da Ro-Ro ve Ro-La hizmetlerinden faydalanılarak kombine taşımacılığın arttırılması ile karbon ayak izi azaltılabilir.

KAYNAKÇA

Akça, M. (2020). COVID-19'un Havacılık Sektörüne Etkisi, *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 7(5),* 45-64.

Akoğlu, B. ve Fidan Y. (2020), Dünyada Hava Kargo Taşımacılığı Pazarı ve Türkiye'nin Yeri, Ekonomi, *İşletme ve Yönetim Dergisi, Cilt:4,* Sayı:1, 30-51.

Aksoy, S. (2016). *Kapitalizmin Lokomotifi Demiryolları*, İstanbul: Sosyal Araştırmalar Vakfı İşletme Yayınları.

Aras, H. (2016). Deniz ve Su Yolu Taşımacılığı. *Ulaştırma Sistemleri* (pp.106-129), Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.

Atakan, D. M. (2018). *Hava Yolu Taşımacılığı*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi Yayını.

Bakan, İ. ve Şekkeli, Z. H., (2017). *Lojistik Yönetimi*, Beta Basım: İstanbul.

Canıtez, M. (2011). *İhracat Kavramı ve İhracatın Temel Esasları*. Canıtez, M. (Ed.), Uygulamalı İhracat-İthalat İşlemler ve Dokümantasyon. İçinde (p. 1-54). Ankara: Gazi Kitabevi.

Çıtak, N. ve Kurt, F. (2020). İhracat Firmalarında Riskten Korunma Aracı Olarak Türev Ürünlerin Kullanımı. *Muhasebe Enstitüsü Dergisi, Cilt 62, ss*. 11-22.

Erdoğan, A. (2016). Türkiye'nin İhracatını Etkileyen Faktörler: Çoklu Regresyon Analiz. *Social Sciences Research Journal, Cilt 5, Sayı* 2, ss. 1-8.

Erdönmez, ES., İncaz, S. (2016). 2018 Yılına Kadar AB Denizyolu Taşımacılığının Stratejik Hedefleri ve Önerilerinin Türkiye'ye Yansıması, *Journal of Emerging Economics and Policy*, 1:111-125.

Langford, J. W. (1995). *Logistics : principles and applications.* McGraw-Hill, New York.

İhracat Yönetmeliği, 06.06.2006 tarih ve 26190 sayılı Resmi Gazete https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2006/06/20060606-10.htm

Koban E. & Keser Y.H. (2015). *Dış Ticarette Lojistik*. Bursa.

Korkmaz, M. ve Alacahan, D.N., (2013). Karayolu Yolcu Taşımacılığı Katma Değer Tahmininin Detaylı Analizi, *Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi,* 1 (20), s.85-101.

Mirza, Ş., ve Dağdeviren, İ. E., (2020). *Türkiye'de Havayolu Taşımacılığının Lojistik Faaliyetleri İçerisindeki Durumu ve Havayolu Taşımacılığının Gelişimi*. 12. Uluslararası Çin'den Adriyatik'e Sosyal Bilimler Kongresi. (pp.496).

Mirza, Ş., ve Dağdeviren, İ. E., (2020). Demiryolu Yük Taşımacılığının Lojistik Modları İçerisindeki Yerinin İthalat ve İhracat Verileri Bağlamında Değerlendirilmesi. 12. Uluslararası Çin'den Adriyatik'e Sosyal Bilimler Kongresi, Afganistan

Suvacı, B. (2019). *Tedarik Zincirinde Temel Kavramlar*, (Ed. Mehmet Necdet Timur ve Gülsen Serap Çekerkol), Tedarik Zinciri içinde (2-23). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.

Şahin, G. (2012). *Ulaştırma Sistemleri*, Bülent Çatay ve Gürkan Öztürk (Ed.), Uluslararası Lojistik içinde (2-21). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.

Ticaret Bakanlığı, Uluslararası Hizmet Ticareti Genel Müdürlüğü, *Dış Ticaret Lojistiği* (Nisan 2024) https://ticaret.gov.tr/data/5b87bf9113b8761160fa1258/D%C4%B1%C5%9F%20Ticaret%20Lojisti%C4%9Fi%202024.pdf (Ulaşım Tarihi: 19.03.2025)

Tozar, B. ve Güzel E. (2011). Enerji Lojistiği Perspektifinde Hazar Petrollerinin Türk Boğazlarına Etkileri, *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi, Cilt: 3* Sayı: 2, 1-14.

Tunalı, H., Akarçay, N. (2018). Deniz Taşımacılığı İle Sanayi Üretimi İlişkisinin Analizi:

Türkiye İstatistik Kurumu, *Dış Ticaret İstatistikler* (Şubat 2025) https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Dis-Ticaret-Istatistikleri-Subat-2025-53909 (Ulaşım Tarihi: 05.04.2025)

Türkiye Örneği, *İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi*, 3(6):111-122.

Zhou, X. and Du, J. (2018). Research on Optimization of Logistics Transportation Model Based on Multimodal Transportation. *Advances in Economics, Business and Management Research, 56,* 320-322.

TÜRKİYE İTHALATININ TAŞIMA MODLARINA GÖRE ANALİZİ

İbrahim Ethem DAĞDEVİREN

Özet

Eşyaların bir noktadan diğer bir noktaya ulaştırılmasına ilişkin faaliyetler taşımacılık faaliyetleri olarak ifade edilmektedir. Taşımacılık faaliyetleri insanoğlunun varoluşundan beri gerçekleştirilmekte ve her geçen gün önemi artmaktadır. Tarihsel süreç içerisinde, tekerleğin icadı ile gelişimi hız kazanmış ve özellikle 21. yy daki teknolojideki hızlı değişimlerle beraber insansız hava araçları ile de gerçekleştirilebilen ve gelişimini her geçen gün daha da hızlı sürdüren bir yapıya sahip olmuştur. Taşımacılık faaliyetleri yıllardır maliyet, hız, güvenilirlik, kapasite gibi farklı kriterler bakımından birbirlerine karşı birtakım avantaj ve dezavantajları bulunan beş farklı moddan faydalanılarak gerçekleştirilmektedir. Tarihsel süreçleri bakımından bu taşıma modları incelendiğinde, yaşanan değişimlerle beraber Türkiye dahil olmak üzere birçok farklı ülkede taşıma modlarının kullanım oranları ve önemleri farklılık göstermiştir. Aynı zamanda ulusal ve uluslararası taşımacılık faaliyetlerinde bu taşıma modlarının kullanım oranları farklılaştığı gibi ithalat ve ihracatta kullanımında da farklılıklar söz konusu olabilmektedir. Bu doğrultuda çalışmada Türkiye ithalatının taşıma modlarına göre dağılımının nasıl değişiklik gösterdiğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç çerçevesinde Türkiye İstatistik Kurumundan veriler alınarak, ithalatın 2020 yılından itibaren değer bazındaki değişimleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda, Türkiye ithalatında değer bazında en yaygın olarak denizyolunun daha sonra karayolunun kullanıldığı belirlenmiştir. Araştırma sonuçları doğrultusunda işletmelere, çevresel sürdürülebilirlik ve rekabet edebilirlik açısından denizyolu taşımacılığının kullanım oranının % 50 seviyelerinden dünya ortalaması olan % 80 lik seviyelere çıkarılması, karayolunun ağırlığının düşürülmesi önerilmektedir

Anahtar Kelimeler: Taşıma modları, İthalat, Denizyolu, Karayolu, Demiryolu, Havayolu

Öğr. Gör. Dr., Uşak Üniversitesi Eşme MYO, ethem.dagdeviren@usak.edu.tr, ORCID:0000-0003-2317-6407

1. GİRİŞ

Taşımacılığın başlangıcı, insanlık tarihinin başlangıcına dayanmakla birlikte önemi her geçen gün daha da artmaktadır. Bunda özellikle teknolojide yaşanan gelişmelerin ve Dünya'nın global bir pazar haline gelerek ticaret hacminde yaşanan büyük artışların doğrudan bir etkisi bulunmaktadır. İnsanlık tarihinde büyük bir etkiye sahip olan bu taşımacılık faaliyetleri, genel olarak denizyolu, karayolu, havayolu, demiryolu ve boru hattı taşımacılığı olmak üzere beş modda sınıflandırılabilmektedir. Kullanıcılar ulusal ve uluslararası taşımalarda taşıma modunun seçimini yaparken bu modların sağladığı avantajları ve dezavantajları karşılaştırarak karar vermektedirler. Bu kararlarda da birçok faktörün etkisiyle birlikte yıllar itibariyle taşıma modlarının zaman zaman kullanım oranlarında ve ticaretteki önemlerinde farklılıklar yaşanmıştır. Çünkü taşımacılık faaliyetleri ülke ekonomilerine doğrudan ve dolaylı olarak birçok katkı sağlamaktadır. Taşımacılık faaliyetleri sayesinde bölgeler arasındaki dengesizlikler giderilmekte, ülkelerin ekonomik hedeflerine ulaşmada büyük katkılar sağlanabilmektedir Dolayısıyla ülkeler ulaştırma politikalarını ekonomik kalkınma aracı olarak da kullanabilmektedirler. Bu yüzden taşımacılık türleri üretici ve tüketiciyi buluşturan bir köprü görevi üstlenerek ülkelerin ekonomik anlamda kalkınmalarında büyük bir görev üstlenmektedirler. Küresel ticarette taşıma modlarının etkin kullanımı sayesinde de ülkeler arsındaki ticari bağlar güçlenebilmekte ve ticari faaliyetlerin kolaylaşması sayesinde ticaret hacmi artırılabilmektedir (Yaman vd., 2021)

Taşımacılık modları ülke ekonomilerini etkilediği gibi, dünyada yaşanan birçok gelişme de taşımacılık sektörünü etkilemektedir. Yaşanan afetler, ekonomik krizler, salgınlar gibi birçok faktör küresel bazda etki yaratarak ülkelerin ekonomilerinde dalgalanmalara neden olabilmektedirler. Bu dalgalanmalar da ülkelerin üretiminde azalmaya neden olarak, taşımacılık faaliyetlerinin olumsuz etkilenmesine ve uluslararası ticaretin azalmasına neden olabilmektedir. Bu çerçevede çalışmada koronavirüs pandemisinin başlangıcından sonra Türkiye ithalatının taşıma modlarına göre dağılımının değer bazında nasıl değişiklik gösterdiğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda araştırmanın ana problem cümlesi de "Türkiye ithalatı üzerinde en önemli taşıma modu hangidir ve bu taşıma modunda yıllar itibariyle nasıl bir değişim yaşanmıştır? şeklinde belirlenmiştir. Yapılan araştırma ile Covid döneminden sonra işletmeler açısından hangi taşıma modunun daha önemli olduğu ve yaygın kullanıldığı belirlenecektir. Ayrıca bu taşıma modunun kullanımında ve öneminde yıllar itibariyle değişiklik olup olmadığı saptanacaktır. Böylece ithalat hedefi olan diğer işletmelerin de bu taşıma modundan faydalanmalarına katkı sağlanabilecektir. Çalışmada öncelikle taşıma modları hakkında bilgi verildikten sonra Türkiye ithalatının değer bazında taşıma modlarına göre dağılımları incelenmiştir. Daha sonra da araştırmanın teori ve pratiğe katkıları, sınırlılıkları ve gelecek çalışmalar için önerileri içeren sonuç bölümü ile araştırma tamamlanmıştır.

2. TAŞIMA MODLARI

Taşıma türleri olarak da ifade edilen taşıma modları denizyolu, karayolu, havayolu, demiryolu ve boru hattı taşımacılığı olmak üzere beşli sınıflandırmaya tabi tutulabilmektedir.

2.1 Denizyolu Taşımacılığı

Yelkenli gemilerin kullanımı ile başlayan denizyolu taşımacılığı, Sanayi Devrimi sonrasında büyük gelişme göstererek bugün işletmelerin ticaret filolarının temelini oluşturmaktadır (İncekara, 2021). Karadan taşımaların tehlikeli ve zor olduğu eski çağlarda bile denizyolu taşımacılığı tek seçenek olarak kullanılmıştır (Long, 2016). Hacim ve tonaj olarak fazla yüklerin uzun mesafelerde taşınması için kullanılabilecek en düşük maliyetli taşıma modu denizyolu taşımacılığıdır. Uluslararası taşımacılıkta en çok kullanılan ve en düşük maliyetle taşıma faaliyetlerinin gerçekleştirilmesini sağlayan taşıma modu

deniz yolu taşımacılığı (Emeç, 2021) dünya ticaretinde önemli bir yere sahiptir (Tunalı & Akarçay, 2022). Dünya ticaretinin yaklaşık %90' lık kısmı denizler ve okyanuslar üzerinden gerçekleştirildiği için denizyolu taşımacılığı küresel tedarik zincirinin ve başarılı bir dünya ticaretinin vazgeçilemez bir parçasıdır (UNCTAD, Review of Maritime Transport, 2021). Limanlarda yapılacak olan planlamalar ve başarılı lojistik süreçler sayesinde tedarik zincirinde süreklilik sağlanmakta ve mal akışı kesintisiz bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca Karbon ayak izini azaltma, çevresel sürdürülebilirlik, atık yönetimi ve enerji verimliliği gibi konuların artan önemiyle birlikte denizyolu taşımacılığı sürdürülebilir hedefler açısından da ön plana çıkmaktadır (Psaaraftis, 2021).

2.2. Karayolu Taşımacılığı

Karayolu taşımacılığı, geniş ve yaygın ulaştırma altyapısına sahip olması ve dünyada transit yolların bulunması nedeniyle denizyolu taşımacılığından sonra uluslararası taşımacılıkta en yaygın kullanılan taşıma modudur (Çancı ve Erdal, 2003). Kapıdan kapıya teslim imkanına sahip olması tercih nedenidir (Saygılı, 2014). Yatırım maliyetlerinin düşük olması ve pazara giriş engellerinin olmaması da bunu tetiklemektedir (Korkmaz ve Dilbaz Alacahan, 2013). Uzun mesafelerde uluslararası veya ulusal taşımalar diğer taşıma modları ile gerçekleştirilse bile yüklerin dağıtımı ve teslim süreçlerinde tamamlayıcı olarak karayolu taşımacılığına ihtiyaç duyulmaktadır (Fulser, 2015).Ayrıca karayolu taşımacılığı ülkelerin dış ticaret hacimlerinin büyümesine, refah seviyesinin yükselmesine ve sanayilerinin gelişmesine de katkı sağlayan bir taşıma modudur (Yıldız, 2024). Karayolu taşımacılığının en yaygın kullanıldığı ülkelerden birisi olan Türkiye' de karayolu taşımacılığı özellikle iç suyolu taşımacılığının ve demiryolu taşımacılığının gelişmemiş olmasından dolayı yurt içi eşya taşımalarında % 90 seviyelerinde kullanılmaktadır (Mirza ve Dağdeviren, 2020a).

2.3. Demiryolu Taşımacılığı

Demiryolu taşımacılığı genellikle istasyonlar arası taşımanın yapıldığı, bazı limanlar ve lojistik merkezler dışında kapıdan kapıya teslim imkânı bulunmayan taşıma şeklidir. Bu taşıma modunda ürünler yaygın olarak yük kalkış istasyonuna ve varış istasyonundan teslim noktasına kadar karayolu ile taşınmaktadır Yatırım maliyetlerinin ve bakım onarım maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle genellikle demiryolu taşımacılığı kamu kurumları tarafından gerçekleştirilmektedir (Çancı ve Erdal, 2003). Türkiye'de yaygın olarak maden, tarım ve orman ürünleri gibi hammadde taşımalarında demiryolu taşımacılığı tercih edilmektedir (Mirza ve Dağdeviren, 2020). Türkiye'de alt yapısının yetersiz olması ve genellikle tek yönlü olması gibi temel nedenler başta olmak üzere faklı sebeplerle demiryolu taşımacılığı yaygın kullanılamamaktadır. Özellikle 1950-2003 yılları arasında çok düşük oranlarda yatırımların yapılması da demiryolu taşımacılığının gelişmemesine neden olmuştur.

2.4. Havayolu Taşımacılığı

Havayolu taşımacılığı savaş dönemlerinde daha çok savunma amaçlı askeri alanda kullanılmıştır (Aydın, 2022). Savaş sonrası dönemde ise yolcu ve eşya taşımacılığı alanında kullanılmaya başlanmıştır. Taşıma modları içerisinde en hızlı ancak en pahalı taşıma şeklidir. Bu nedenle acil yüklerin taşınmasında, hafif ancak değerli yüklerin taşınmasında ve çiçek gibi çabuk bozulabilir ürünlerin taşınmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Öztürk, 2014; Koçer, 2018). Uzun mesafelere kısa sürede taşıma imkanı sağlaması havayolu sektörünün kısa sürede hızla büyümesini sağlamıştır. Bu büyüme dünya ekonomisine önemli katkılar sağlamış ve diğer sektörleri de olumlu etkilemiştir (Akoğlu ve Fidan, 2020). Fakat havayolu atmosfere yakın olmasından dolayı ve yaydığı zararlı gazlar dolayısıyla hava kirliliğine en fazla neden olan taşıma modlarından birisidir (Mirza ve Dağdeviren, 2020a)

2.5. Boru Hattı Taşımacılığı

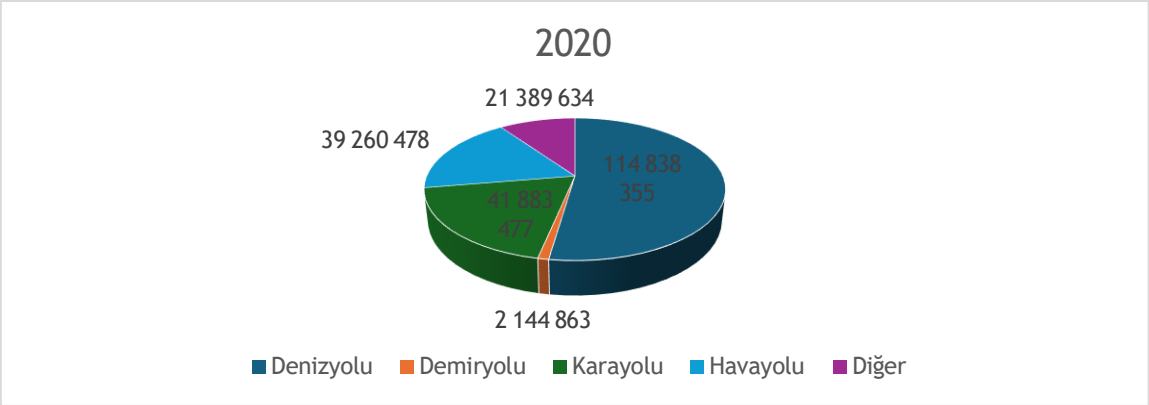
Boru hattı taşımacılığı uygarlığın ilk dönemlerinde tahta ve kurşun borular ile su taşımacılığında kullanılmıştır. Petrolün bulunması ile boru hattı taşımacılığının önemi artmıştır (Akpınar, 2005). En yaygın kullanım alanı enerji taşımalarıdır. Su, petrol doğalgaz gibi sıvı ürünler konvansiyonel boru hatları ile taşınırken; maden cevherleri bulamaçlı boru hatları; fındık, çay, buğday gibi ürünler ise kapsül boru hatları ile taşınabilmektedir. Birim bazında taşıma maliyetlerinin düşük olması, dış etkenlerden etkilenmemesi, işletim maliyetlerinin düşük olması ve çevreye duyarlı olması tercih nedenidir (Keskin, 2015; Öztürk, 2014). Ancak diğer taşıma modlarına göre yatırım maliyetleri oldukça yüksektir (Aydemir, 2016).

3. ARAŞTIRMAYA İLİŞKİN VERİLER

3.1. 2020-2025 Yılları Arası Taşıma Modlarına Göre Türkiye'nin İthalatının Değer Bazında Dağılımı (Bin $)

Tablo 1'de ve Şekil 1' de 2020 yılı ithalat verilerinin taşıma modlarına göre değer bazında dağılımları yer almaktadır.

Şekil 1. 2020 Yılı İthalat Verilerinin Taşıma Modlarına Göre Değer Bazında Dağılımı

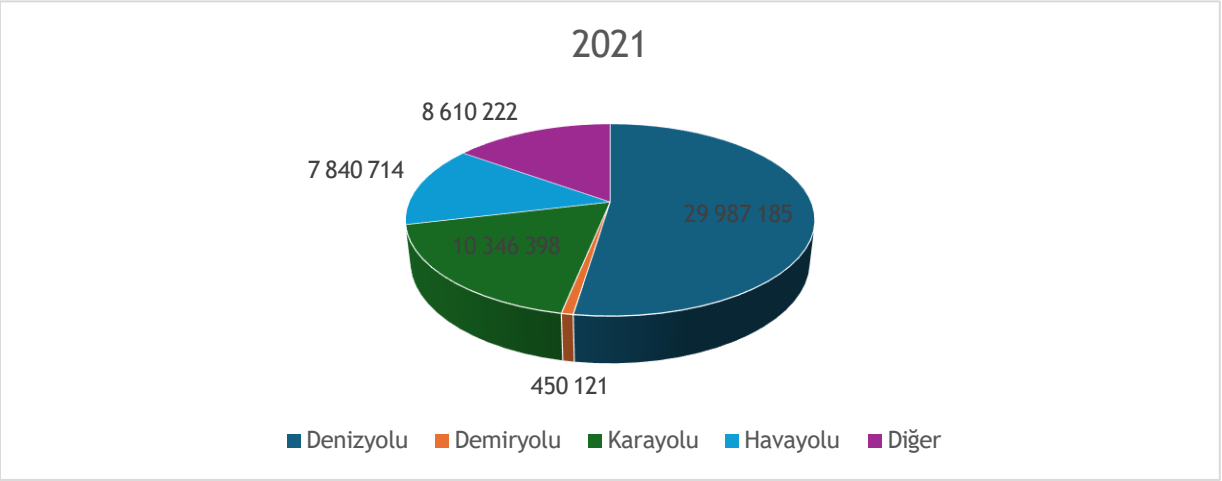


Tablo 1. 2020 Yılı İthalat Verilerinin Taşıma Modlarına Göre Değer Bazında Dağılımı

	Toplam	Denizyolu	Demiryolu	Karayolu	Havayolu	Diğer
2020	**219 516 807**	**114 838 355**	**2 144 863**	**41 883 477**	**39 260 478**	**21 389 634**
		0,52	0,01	0,19	0,18	0,10

2020 yılında Türkiye'ye yapılan ithalatların taşıma modlarına göre değer bazında dağılımı incelendiğinde, tüm ithalatların değer bazında %52' sinin denizyolu taşımacılığı ile yapıldığı, bunu % 19' luk pay ile karayolunun takip ettiği görülmektedir. Üçüncü sırada %18 ile havayolu taşımacılığı dördüncü sırada %10 ile diğer taşımalar yer almaktadır. Türkiye ithalatında değer bazında en düşük taşıma payına sahip olan taşıma modu ise demiryolu taşımacılığını olmuştur.

Şekil 2. 2021 Yılı İthalat Verilerinin Taşıma Modlarına Göre Değer Bazında Dağılımı

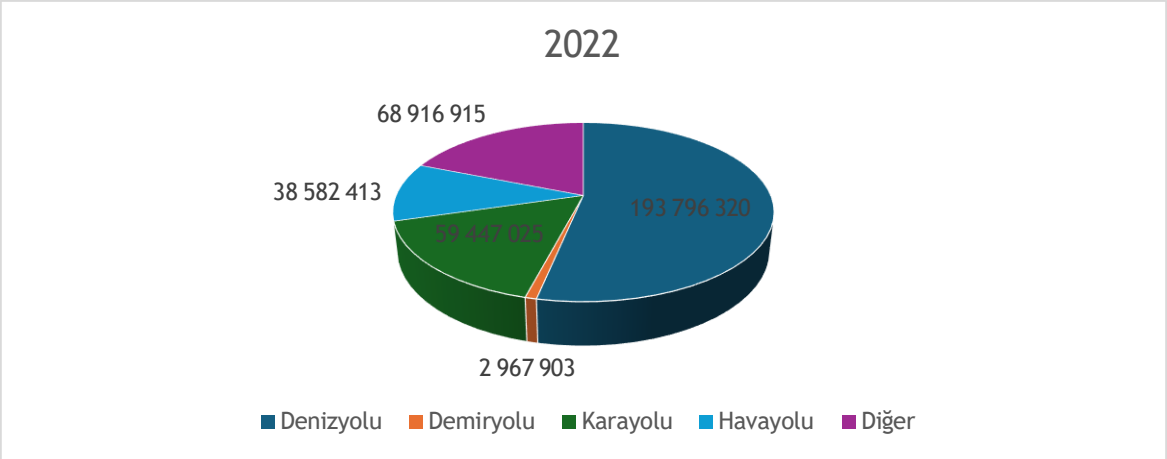


Tablo 2. 2021 Yılı İthalat Verilerinin Taşıma Modlarına Göre Değer Bazında Dağılımı

	Toplam	Denizyolu	Demiryolu	Karayolu	Havayolu	Diğer
2021	**271 425 553**	**157 390 931**	**2 891 134**	**48 896 681**	**26 057 025**	**36 189 782**
		0,58	0,01	0,18	0,10	0,13

2021 yılında Türkiye'ye yapılan ithalatların taşıma modlarına göre değer bazında dağılımı incelendiğinde ise, tüm ithalatın değer bazında %58' inin denizyolu taşımacılığı ile yapıldığı, ikinci sırada karayolu taşımacılığının %18'lik paya sahip olduğu görülmektedir. Üçüncü sırada %13 ile diğer taşıma modları yer alırken, dördüncü sırada %10 ile havayolu taşımacılığı yer almıştır. Türkiye'nin ithalatında değer bazında en düşük taşıma payına ise %1 ile yine demiryolu taşımacılığını sahip olmuştur.

Şekil 3. 2022 Yılı İthalat Verilerinin Taşıma Modlarına Göre Değer Bazında Dağılımı

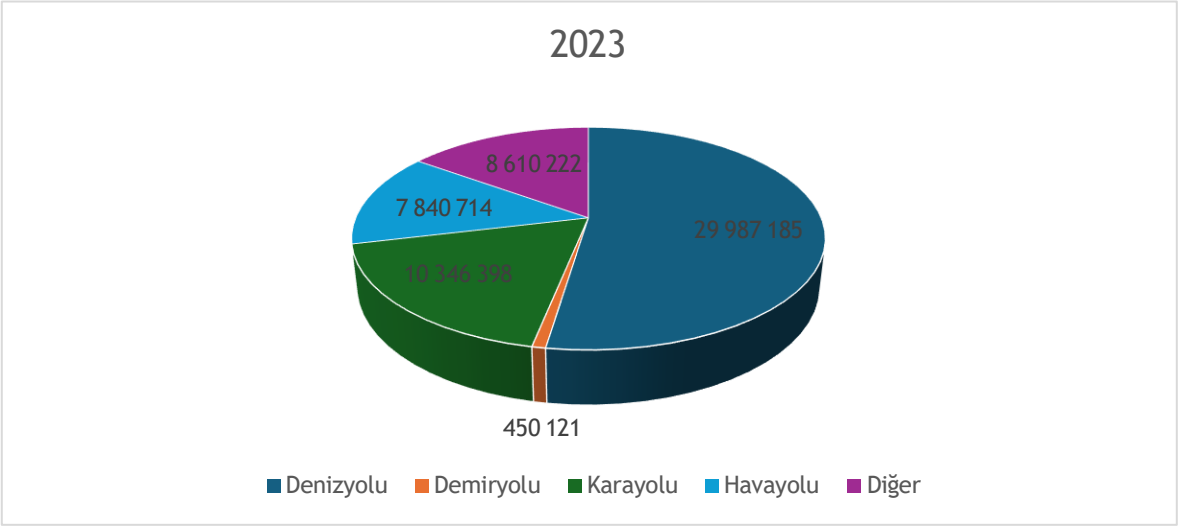


Tablo 3. 2022 Yılı İthalat Verilerinin Taşıma Modlarına Göre Değer Bazında Dağılımı

	Toplam	Denizyolu	Demiryolu	Karayolu	Havayolu	Diğer
2022	**363 710 575**	**193 796 320**	**2 967 903**	**59 447 025**	**38 582 413**	**68 916 915**
		0,53	0,01	0,16	0,11	0,19

2022 yılında Türkiye'ye yapılan ithalatların taşıma modlarına göre değer bazında dağılımı incelendiğinde, tüm ithalatların değer bazında %53' ünün denizyolu taşımacılığı ile yapıldığı, ikinci sırada ise %19'luk pay ile diğer taşıma modlarının yer aldığı görülmektedir. Üçüncü sırada %16 ile karayolu taşımacılığı yer alırken, dördüncü sırada %11 ile havayolu taşımacılığı yer almıştır. Son sırada ise % 1'lik pay ile demiryolu taşımacılığı yer almaktadır.

Şekil 4. 2023 Yılı İthalat Verilerinin Taşıma Modlarına Göre Değer Bazında Dağılımı

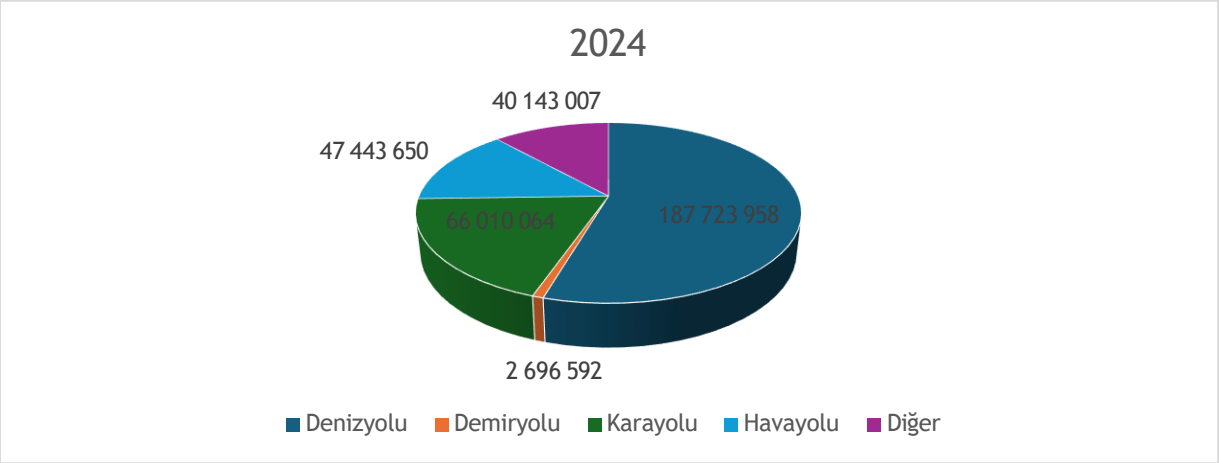


Tablo 4. 2023 Yılı İthalat Verilerinin Taşıma Modlarına Göre Değer Bazında Dağılımı

	Toplam	Denizyolu	Demiryolu	Karayolu	Havayolu	Diğer
2023	**361 966 913**	**195 353 282**	**1 996 592**	**66 955 460**	**53 840 510**	**43 821 069**
		0,54	0,01	0,18	0,15	0,12

2023 yılında Türkiye'ye yapılan ithalatların taşıma modlarına göre değer bazında dağılımı incelendiğinde, tüm ithalatların değer bazında %54' ünün denizyolu taşımacılığı ile taşındığı, % 18'lik kısmının karayolu taşımacılığı ile taşındığı görülmektedir. Üçüncü sırada %15 ile havayolu taşımacılığı, dördüncü sırada %12 ile diğer taşıma modları, son sırada % 1 ile demiryolu taşımacılığı yer almıştır.

Şekil 5. 2024 Yılı İthalat Verilerinin Taşıma Modlarına Göre Değer Bazında Dağılımı

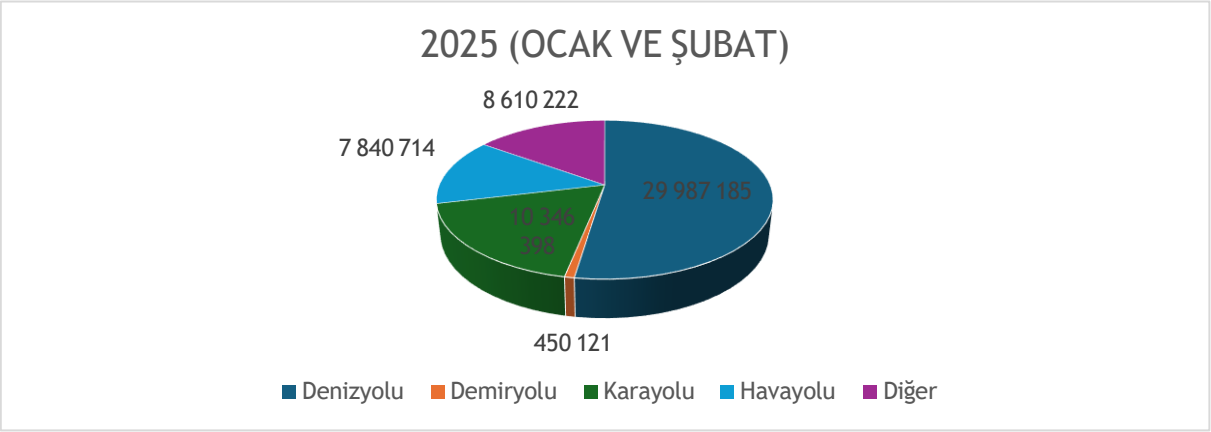


Tablo 5. 2024 Yılı İthalat Verilerinin Taşıma Modlarına Göre Değer Bazında Dağılımı

	Toplam	Denizyolu	Demiryolu	Karayolu	Havayolu	Diğer
2024	**344 017 272**	**187 723 958**	**2 696 592**	**66 010 064**	**47 443 650**	**40 143 007**
		0,55	0,01	0,19	0,14	0,12

2024 yılında Türkiye'ye yapılan ithalatların taşıma modlarına göre değer bazında dağılımı incelendiğinde ise, tüm ithalatların değer bazında %55' ünün denizyolu taşımacılığı ile yapıldığı, ikinci sırada ise % 19'luk pay ile karayolu taşımacılığının yer aldığı görülmektedir. Üçüncü sırada %14 ile havayolu taşımacılığı, dördüncü sırada %12 ile diğer taşıma modları, son sırada % 1 ile demiryolu taşımacılığı yer almıştır.

Şekil 6. 2025 Yılı İthalat Verilerinin Taşıma Modlarına Göre Değer Bazında Dağılımı (Ocak/Şubat)



Tablo 6. 2025 Yılı İthalat Verilerinin Taşıma Modlarına Göre Değer Bazında Dağılımı (Ocak/Şubat)

	Toplam	Denizyolu	Demiryolu	Karayolu	Havayolu	Diğer
2025 (OCAK VE ŞUBAT)	**57 234 640**	**29 987 185**	**450 121**	**10 346 398**	**7 840 714**	**8 610 222**
		0,52	0,01	0,18	0,14	0,15

2025 yılı Ocak ve Şubat aylarında Türkiye'ye yapılan ithalatların taşıma modlarına göre değer bazında dağılımı incelendiğinde, tüm ithalatların değer bazında %52' sinin denizyolu taşımacılığı ile yapıldığı,

ikinci sırada karayolu taşımacılığının %18'lik paya sahip olduğu görülmektedir. Üçüncü sırada %15 ile diğer taşıma modları yer alırken, dördüncü sırada %14 ile havayolu taşımacılığı yer almıştır. Son sırada da yine % 1'lik pay ile demiryolu yer almıştır.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Uluslararası taşımacılıkta taşıma modunun seçiminde taşınacak eşyanın özellikleri etkili olmaktadır. Hacim ve ağırlık olarak yüksek değerde ürünlerin taşınmasında genellikle denizyolu taşımacılığı tercih edilirken, değerli ürünlerin taşınmasında havayolu taşımacılığı tercih edilmektedir. Taşıma aracına ulaşımın kolaylığı ve kapıdan kapıya teslimat imkanı açısından ise karayolu taşımacılığı daha yaygın kullanılmaktadır. Fakat taşıma modlarının seçiminde çok daha farklı kriterler de etkili olabilmektedir. Bu sebeple ulusal ve uluslararası taşımaların yanı sıra ithalatta ve ihracatta da taşıma modlarının kullanım oranları farklılaşabilmektedir. Çalışmada da Türkiye ithalatının taşıma modlarına göre dağılımının nasıl değişiklik gösterdiğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç çerçevesinde Türkiye İstatistik Kurumundan veriler alınarak, 2020-2025 dönemleri arasındaki ithalatın değer bazındaki değişimleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda, Türkiye ithalatının değer bazında belirtilen yıllar itibariyle sırasıyla toplam ithalatının %52, %58, %53, %54, %55 ve % 52'sinin denizyolu taşımacılığı ile gerçekleştirildiği belirlenmiştir. Tüm bu belirtilen yıllarda hep denizyolu taşımacılığı diğer modlara göre daha yaygın kullanılmıştır. Bu taşımalarda daha çok daha değersiz ürünler taşınmıştır. İthalatta en yaygın kullanılan ikinci taşıma modunun ise karayolunun olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Karayolu sırasıyla % 19, %18, % 16, % 18, % 19 ve % 18 oranında ithalatta kullanılmıştır. Karayolunda ise daha çok değerli ürünlerin taşınmasında kullanılmıştır. Havayolu ise yıllar itibariyle % 18, % 10, % 11, % 15, % 14 ve % 14 oranlarında kullanılmış ve en değerli ürünlerin taşınmasında tercih edilmiştir. Demiryolu taşımacılığı ise hep % 1 seviyelerinde kullanılmıştır. Bu taşımacılık modunda da kısmen değerli ürünler taşınmıştır.

Araştırma sonuçları genel itibariyle değerlendirildiğinde, her ne kadar taşıma modları arasında en fazla denizyolu taşımacılığı kullanılmış olsa da bu oranın dünya ortalamasının altında kaldığı görülmektedir. Dünya genelinde denizyolu taşımacılığı ortalama % 80 lerin üzerinde kullanılmaktadır. Denizyolunun kullanımındaki artışın ülke ekonomisinde de artışa katkı sağlayacağı beklentisiyle işletmelerin denizyolu taşımacılığını daha yaygın kullanmalarının faydalı olacağı düşünülmektedir. Küresel ticarette maliyetlerin rekabette en önemli bir kıstas olduğu düşünüldüğünde de en düşük maliyetli taşıma modu olan denizyolunun daha fazla kullanılması işletmelere küresel rekabette avantaj sağlayabilecektir. Ayrıca ülke yatırımlarında da denizyolu taşımacılığına ilişkin yatırımlara önem verilmesi, diğer taşıma modlarına entegrasyonun artırılması ve denizyolu taşımacılığının oranının en azından dünya ortalamasının üzerine çıkarılması beklenmektedir. Denizyolu taşımacılığının çevre dostu bir taşımacılık modu olması da bu modun oranının artırılmasının en önemli nedenlerinden birisi olarak kabul edilebilir. Denizyolu taşımacılığı ton-kilometre başına düşen karbon emisyonları açısından daha elverişli bir taşıma modudur (Olteanu & Stinga, 2018). Bu yüzden denizyolu taşımacılığının maliyetin yanı sıra çevresel sürdürülebilirlik açısından da daha yaygın kullanılması işletmelere tavsiye edilmektedir.

Karayolu taşımacılığı ise yine diğer ülkelere oranla Türkiye' de daha yaygın kullanılmaktadır. Hem maliyet hemde çevreye verdiği zararlar ele alındığında da karayolu taşımacılığının ilerleyen yıllarda işletmeler tarafından daha az tercih edilmesinde fayda vardır. Havayolu taşımacılığı önceki yıllara kıyasla yük taşımacılığında yaygın kullanılmaya başlanmıştır. Her ne kadar atmosfere daha fazla zarar versede zamanın en önemli kaynak olduğu günümüz dünyasında öneminin her geçen gün daha da artması beklenmektedir. Maliyetlerin düşmesi, havaalanı sayısının sayısının artması, rekabetin artması gibi unsurlar havayolunun daha yaygın kullanılmasını sağlayacaktır. Özellikle alt yapı yetersizliğinden dolayı istenilen düzeyde gelişme gösteremeyen demiryolu taşımacılığı ise her ne kadar çevre dostu bir

taşımacılık modu olsa da kullanımı henüz istenilen bir seviyeye ulaşamamıştır. Demiryolu taşımacılığının önündeki engellerin kaldırılmasıyla taşıma modları içerisindeki payının artırılması sonucunda da Türkiye'ye ve işletmelere rekabet açısından büyük avantajlar sağlaması beklenmektedir.

Çalışmada bazı sınırlılıklar da söz konusudur. Araştırmada taşıma modlarına göre 2020-2025 ithalat verileri kullanılmıştır. Daha fazla yılı esas alan araştırmaların yapılarak karşılaştırmaların yapılması literatürün zenginleşmesine katkı sağlayacaktır. Her geçen gün dahada fazla tercih edilen Multi modal taşımacılık da çalışmanın kapsamı dışında tutulmuştur. Ayrıca Denizyolu taşımacılığın kullanımının dünya ortalamasının altında kalmasının nedenlerine ilişkin araştırmaların yapılması da araştırmacılara önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Akoğlu, B., & Fidan, Y. (2020). Dünyada hava kargo taşımacılığı ve Türkiye'nin yeri. *Ekonomi İşletme ve Yönetim Dergisi*, *4*(1), 30-51.

Akpınar, E. (2005). Bakü Tiflis Ceyhan BTC ham petrol boru hattı ve Türkiye jeopolitiğine etkileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *25*(2), 229-248.

Aydemir, H. (2016). Türkiye'de boru hattı ulaştırması: genel durumu, uluslararası karşılaştırmalar ve hedef ile politikalara yönelik öneriler. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, *18*(54), 399-408.

Aydın, A. (2022). Türkiye havayolu taşımacılığı sektörünün yapısal analizi. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, *10*(2), 55-69.

Çancı, M., & Erdal, M. (2003). *Lojistik yönetimi: Freight forwarder el kitabı 1*. UTİKAD.

Emeç, A. S. (2021). Türkiye'nin denizyolu ihracatını etkileyen faktörler. *Tarsus Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi*, *1*(2), 1-14.

Fulser, B. (2015). Kombine Taşımacılık ve Türkiye Uygulamaları, İstanbul Teknik Üniversitesi. *Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul*.

İncekara, B. (2021). Denizyolu taşımacılığı ve uluslararası ticaret. *International Journal of Commerce, Industry and Entrepreneurship Studies.* Cilt 1, Sayı 2 (111-123).

Keskin, M. H. (2015). *Kavramlar, prensipler, uygulamalar Lojistik el kitabı: Küresel aktörlerin lojistik pratikleri*. Nobel.

Koçer Y. Ö., (2018). *Uluslararası Ticarette Riskler, Taşımacılıkta Ortaya Çıkan Örnekler ve Alınması Gereken Tedbirler*. Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.

Korkmaz, M., Alacahan, N. D., & Ataseven, Y. (2013). Karayolu Yolcu Taşımacılığı Katma Değer Tahmininin Detaylı Analizi. *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi*, (41).

Long, D. (2016). *Uluslararası Lojistik: Küresel Tedarik Zinciri Yönetimi*. (Çeviren Mehmet Tanyaş ve Murat Düzgün), 2. Baskı, Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık, Springer.

Mirza, Ş., & Dağdeviren, İ. E. (2020). Demiryolu yük taşımacılığının lojistik modları içerisindeki yerinin ithalat ve ihracat verileri bağlamında değerlendirilmesi. Presented at the 12. Uluslararası Çin'den Adriyatik'e Sosyal Bilimler Kongresi .

Mirza, Ş., & Dağdeviren, İ. E. (2020a). Türkiye'de havayolu taşımacılığının lojistik faaliyetleri içerisindeki durumu ve havayolu taşımacılığının gelişimi. Presented at the 12. Uluslararası Çin'xxden Adriyatik'xxe Sosyal Bilimler Kongresi .

Olteanu, A., & Stinga, V. (2018). The Economic Impact of the Blue Economy. Communicative Action & Transdisciplinarity in the Ethical Society, (s. 190-203). Targoviste, Romania.

Öztürk, S., (2014). *Üretim Yönetimi ve Pazarlama Bilim Dalı Türkiye Lojistik Sektöründeki Tedarikçi Şirketlerin Sorunları ve Çözüm Önerilerinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.

Psaaraftis, H. N. (2021). International encyclopedia of transportation; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands. The Future of Maritime Transport, s. 535-539.

Saygılı, M. S. (2014). Intermodal taşımacılığın maliyet avantajları: karayolu-denizyolu entegrasyonu üzerine bir araştırma. *Öneri Dergisi*, *11*(41), 203-214.

T.C. Ticaret Bakanlığı Uluslararası Hizmet Ticareti Genel Müdürlüğü, Dış Ticaret Lojistiği 2024 https://ticaret.gov.tr/data/5b87bf9113b8761160fa1258/D%C4%B1%C5%9F%20Ticaret%20Lojisti%C4%9Fi%202024.pdf

Tunalı, H., & Akarçay, N. (2022). Konteyner yük taşımacılığı, liman alt yapı yatırımları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin analizi: OECD ülkeleri örneği. *Ekonomi ve Finansal Araştırmalar Dergisi*, *4*(1), 102- 118.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Taşıma şekillerine göre ithalat verileri https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Dis-Ticaret-Istatistikleri-Subat-2025-53909

UNCTAD. (2021). Review of maritime transport.

Yaman, S., Demir, B., Batırlık, S. N., & Zeren, F. (2021). Lojistik sektörü ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin incelemesi: G20 ülkeleri üzerine bir araştırma. The Journal of International Scientific Researches, 6(1), 1-9.

Yıldız, R. (2024). Uluslararası karayolu taşımacılığının işletme büyüklüğüne göre madencilik üretimi ve dış ticaret arasındaki ilişkiler. *Sosyal Bilimlerde Teorik Ve Ampirik Araştırmalar-III*, 91.

HURDA ARAÇLARIN GERİ DÖNÜŞÜMÜNÜN SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK KAPSAMINDA İNCELENMESİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Aysel Kolçak Kavasoğulları

Özet

Günümüzde kaynakların verimli kullanımı ve atık yönetimi, sürdürülebilir mimarinin temel taşlarından biridir. Bu çalışma, hurda araçların geri dönüşüm süreçlerinin sürdürülebilir mimarlıkla ilişkisini Türkiye özelinde incelemeyi amaçlamaktadır. Ulaşım araçlarının yarattığı atık metallerin, yapı malzemelerine dönüştürülerek yeniden kullanımı, hem çevresel etkileri azaltmakta hem de enerji tasarrufu sağlamaktadır. Sürdürülebilir, çevre dostu, ekolojik bina tasarım anlayışıyla inşa edilerek binaların tasarım aşaması-yapım aşaması-kullanım aşaması ve yıkım aşamasında sürdürülebilir mimarlık anlayışına uyması, bu kriterlere uygun strateji ve tekniklerin geliştiriliyor olması önem arz etmektedir.

Bu çalışmada Türkiye'nin çeşitli illerinde yer alan ve mimari yapı olarak kullanılan geri dönüştürülmüş hurda araçların sürdürülebilir mimarlık kapsamında incelenmesi gerçekleştirilmiştir. Sunulan çalışmada, Hatay (Altınözü Vagon Kafe), Konya (Uçak Kafe ve Restoran), Konya (Tramvay Kafe), Sivas (Vagon Kafe), Tekirdağ (Uçak Restoran), Kayseri (Airbus Kafe ve Restoran), Balıkesir (Burhaniye Uçak Kafe ve Restoran), İzmir (Şoför Kafe), Sakarya (Uçak Kıraathanesi), Kastamonu (Uçak Kafe), Afyon (Vagon Kafe) ve Samsun (Vagon Kafe) olmak üzere on iki adet örnek belirlenmiş ve seçilen örnekler mimaride sürdürülebilirlik açısından ele alınmıştır. Seçilen örnekler sürdürülebilir mimarlık bina tasarım ilkelerinden kaynak korunumu, yaşam döngüsü tasarımı ve insan merkezli tasarım açısından değerlendirilmiştir. Ele alınan örneklerde de görüldüğü üzere hurda araçların kafe, restoran gibi yeme-içme alanı olarak yeniden kullanımı tasarımcıların hurda araçları tasarımlarına katması Türkiye'de cazip hale gelmiş ve çevresel değişimde olumlu etkiye sahip olduğu görülmektedir. Bu çalışmanın amacı; incelenen örneklerde, sürdürülebilir mimarlığın sağlanıp sağlanmamasının araştırılması ve bu anlamda oluşabilecek problemlere farkındalık oluşturulmasıdır. Bununla birlikte çalışma, hurda araçların geri dönüşüm ile mimaride kullanımı, sürdürülebilir mimarlık konularına ilgi duyan mimar, mühendis, akademisyen ve ilgi duyan herkese faydalı olacak kaynaklar sunmayı hedeflemiştir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, mimarlık, hurda araç, geri dönüşüm, Türkiye

Abstract

Today, efficient use of resources and waste management are one of the cornerstones of sustainable architecture. This study aims to examine the relationship between recycling processes of scrap vehicles and sustainable architecture in Türkiye. Reuse of waste metals created by transportation vehicles by converting them into building materials both reduces environmental impacts and provides energy savings. It is important that buildings are built with a sustainable, environmentally friendly, ecological building design approach and comply with the sustainable architecture approach in the design phase, construction phase, usage phase and demolition phase, and that strategies and techniques in line with these criteria are developed.

In this study, recycled scrap vehicles used as architectural structures in various provinces of Türkiye were examined within the scope of sustainable architecture. In the presented study, twelve examples were determined, namely Hatay (Altınözü Wagon Cafe), Konya (Aircraft Cafe and Restaurant), Konya (Tram Cafe), Sivas (Wagon Cafe), Tekirdağ (Aircraft Restaurant), Kayseri (Airbus Cafe and Restaurant), Balıkesir (Burhaniye Aircraft Cafe and Restaurant), İzmir (Şoför Cafe), Sakarya (Aircraft Coffee House), Kastamonu (Aircraft Cafe), Afyon (Wagon Cafe) and Samsun (Wagon Cafe), and the selected examples were discussed in terms of sustainability in architecture. The selected examples were evaluated in terms of sustainable architecture building design principles such as resource conservation, life cycle design and human-centered design. As can be seen in the examples discussed, the reuse of scrap vehicles as food and beverage areas such as cafes and restaurants has become attractive for designers to include scrap vehicles in their designs in Türkiye and it is seen that it has a positive effect on environmental change. The purpose of this study is to investigate whether sustainable architecture is achieved in the examined examples and to raise awareness of the problems that may arise in this sense. In addition, the study aims to provide useful resources for architects, engineers, academics and anyone interested in the recycling and use of scrap vehicles in architecture and sustainable architecture.

Keywords: Sustainability, architecture, scrap vehicle, recycling, Türkiye

Aysel Kolçak Kavasoğulları, Öğr. Gör., Yozgat Bozok Üniversitesi, aysel.kavasogullari@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0218-3790

1. Giriş

Günümüzde doğal kaynakların hızla tükenmesi, enerji ihtiyacının artması ve çevresel sorunların büyümesi, sürdürülebilir mimarlık yaklaşımlarının önemini artırmaktadır. Bu bağlamda, kaynakların verimli kullanımı ve atık yönetimi, sürdürülebilir mimarlığın temel taşları arasında yer almaktadır. Küresel ölçekte yaşanan iklim değişikliği, hava kirliliği, enerji krizi ve biyolojik çeşitlilik kaybı gibi sorunlar, çevreyle daha uyumlu, sürdürülebilir bir yaşam modeli geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır (UNEP, 2020). Bu kapsamda, mimarlık disiplini de üretim süreçlerini yeniden gözden geçirmekte ve çevresel etkileri minimize eden tasarım yaklaşımlarına yönelmektedir. Özellikle yapı sektöründe kullanılan malzemelerin üretiminden kaynaklanan çevresel etkiler göz önüne alındığında, alternatif ve çevre dostu malzeme kullanımı, sürdürülebilir bina tasarımında kritik bir rol oynamaktadır.

Özellikle yapı sektörü, dünya genelinde enerji tüketiminin yaklaşık %36'sından ve karbon salımının %39'undan sorumlu olması nedeniyle çevresel sürdürülebilirlik açısından kritik bir konumdadır (IEA, 2019). Yapıların tasarımı, inşası, kullanımı ve yıkımı süreçleri boyunca harcanan enerji miktarı, kullanılan malzemelerin türü ve yaşam döngüleri, doğrudan çevresel etkilere neden olmaktadır. Bu bağlamda sürdürülebilir mimarlık, yalnızca estetik ve işlevsel değil, aynı zamanda çevresel ve toplumsal sorumluluk içeren bir tasarım anlayışı olarak öne çıkmaktadır (Kibert, 2016).

Sürdürülebilir mimarlık yaklaşımları, kaynakların etkin ve verimli kullanımını esas alırken, çevresel etkileri azaltmak amacıyla alternatif malzeme kullanımı, enerji verimliliği, atık yönetimi ve kullanıcı konforu gibi kriterleri dikkate alır (Edwards, 2005). Günümüzde, yapı malzemelerinin üretimi sırasında açığa çıkan sera gazı emisyonları ve enerji tüketimi, yapı sektörünün karbon ayak izini önemli ölçüde artırmaktadır. Bu nedenle, geri dönüştürülmüş, yeniden kullanılmış ya da çevre dostu malzemelerin tercih edilmesi, sürdürülebilir tasarımın vazgeçilmez bir unsuru hâline gelmiştir (Gorgolewski, 2008).

Bu kapsamda hurda taşıt araçlarının (örneğin; uçak, vagon, tramvay, otobüs) mimari yapılara dönüştürülmesi, hem malzeme geri kazanımı hem de yaratıcı tasarım açısından dikkat çeken bir yöntem olarak değerlendirilmektedir. Bu tür yapılar, sadece atık miktarını azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda enerji ve malzeme tasarrufu sağlamakta; çevreye duyarlı ve deneyim odaklı kamusal alanların oluşmasına katkı sunmaktadır (Bullen & Love, 2011). Bu yaklaşım, hem döngüsel ekonomi ilkeleriyle uyumlu, hem de toplumsal fayda üreten bir mimari çözüm olarak önem kazanmaktadır. Sürdürülebilir mimarlık, sadece teknik bir tasarım disiplini değil; aynı zamanda çevre, ekonomi ve toplum arasındaki dengeyi gözeten etik bir yaklaşımdır. Geri dönüşüm odaklı projeler, bu yaklaşımın somut yansımalarını oluşturmakta; atığın kaynak, eskinin potansiyel olarak görüldüğü yeni bir mimarlık anlayışına zemin hazırlamaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı, incelenen örneklerde sürdürülebilir mimarlık ilkelerinin ne ölçüde uygulandığını değerlendirmek ve bu kapsamda ortaya çıkabilecek eksikliklere yönelik farkındalık oluşturmaktır. Ayrıca, hurda araçların mimaride yeniden kullanımı sürecine ışık tutarak, sürdürülebilirlik alanında çalışan mimar, mühendis, akademisyen ve uygulayıcılar için katkı sağlayacak nitelikte bir kaynak oluşturmayı hedeflemektedir.

2. Kuramsal Çerçeve

2.1. Sürdürülebilir Mimarlık

Sürdürülebilir mimarlık, çevresel, ekonomik ve toplumsal gereklilikleri gözeten; doğal kaynakları koruyarak, enerji verimliliğini artırarak ve kullanıcı refahını önceliklendirerek yapıların tasarlanmasını hedefleyen bütüncül bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, özellikle 1970'li yıllarda yaşanan enerji krizlerinin ardından gündeme gelmiş ve mimarlık disiplininde çevresel duyarlılığı önceleyen bir tasarım anlayışı olarak gelişmiştir (Vale & Vale, 1991).

Birleşmiş Milletler'in 1987 tarihli Brundtland Raporu'nda tanımlanan sürdürülebilir kalkınma ilkeleri, sürdürülebilir mimarlığın kavramsal temelini oluşturur. Buna göre sürdürülebilirlik, "bugünün ihtiyaçlarını, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden karşılamak" olarak tanımlanmıştır (WCED, 1987). Bu çerçevede, mimarlıkta sürdürülebilirlik yalnızca enerji tüketimiyle sınırlı kalmaz; yapıların yaşam döngüsü, malzeme seçimi, çevresel etki, kullanıcı sağlığı ve sosyal bütünlük gibi çok yönlü faktörleri kapsar (Guy & Farmer, 2001).

Sürdürülebilir mimarlık uygulamaları genellikle üç temel boyutta incelenir: çevresel sürdürülebilirlik, ekonomik sürdürülebilirlik ve sosyal sürdürülebilirlik (Edwards, 2005). Çevresel boyut, yapıların doğayla uyumlu olması ve karbon ayak izini azaltması üzerine odaklanırken; ekonomik sürdürülebilirlik, yapıların maliyet etkinliği ve uzun vadeli dayanıklılığı ile ilgilidir. Sosyal sürdürülebilirlik ise kullanıcı konforu, sağlığı, güvenliği ve toplumla bütünleşik kullanım senaryolarını içermektedir (Dempsey et al., 2011).

Bu çalışmada üç temel sürdürülebilirlik ilkesi çerçevesinde değerlendirme yapılmıştır:

- **Kaynak Korunumu:** Doğal kaynakların en az seviyede tüketilmesi. Yenilenemeyen doğal kaynakların kullanımının sınırlandırılması ve geri dönüştürülebilir malzemelerin tercih edilmesi (Kibert, 2016).

- **Yaşam Döngüsü Tasarımı:** Yapının tüm yaşam süreci boyunca tasarım, inşaat, kullanım ve yıkım süreçlerini kapsayan bütüncül bir çevresel etki analizinin yapılması (Yudelson, 2008).

- **İnsan Merkezli Tasarım**: Kullanıcı sağlığı, konforu ve mekânsal deneyimi gözeten, sosyal fayda üreten tasarım kararlarının alınması (Steemers, 2003).

Bununla birlikte, mimarlıkta sürdürülebilirlik yalnızca teknik kriterlerle sınırlı değildir. Kültürel bağlam, yerel ihtiyaçlar ve toplumsal katılım da sürdürülebilir tasarımın ayrılmaz bir parçası hâline gelmiştir (Rapoport, 2005). Özellikle yeniden kullanım ve adaptif dönüşüm gibi yaklaşımlar, mevcut yapısal ya da endüstriyel elemanların tekrar değerlendirilmesi yoluyla kaynak israfını önlerken, tarihî ve kültürel mirasın da korunmasına katkı sunar (Bullen & Love, 2011).

Sonuç olarak, sürdürülebilir mimarlık, yalnızca doğaya duyarlı bir tasarım biçimi değil; aynı zamanda ekonomik etkinlik ve sosyal adaleti gözeten çok boyutlu bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir. Bu bağlamda, yapı üretiminde kullanılan her karar, yalnızca fiziksel çevreyi değil, toplumsal yaşamı da doğrudan etkilemektedir.

2.2. Geri Dönüşüm ve Hurda Araçlar

Geri dönüşüm, atık malzemelerin yeniden işlenerek tekrar kullanılmasını ifade eder. Hurda araçlar ise ekonomik ömrünü tamamlamış ve kullanım dışı kalmış taşıtlardır. Bu araçlar demir, çelik, cam, plastik ve kauçuk gibi geri dönüştürülebilir bileşenler içerir. Mimari açıdan değerlendirildiğinde, bu malzemeler alternatif yapı bileşenleri olarak kullanılabilir.

Geri dönüşüm, çevresel sürdürülebilirliğin temel stratejilerinden biri olarak; atık malzemelerin yeniden işlenmesi ve tekrar kullanılabilir hâle getirilmesini ifade eder. Bu süreç, yalnızca atık miktarını azaltmakla kalmaz, aynı zamanda doğal kaynakların korunmasına ve enerji tasarrufuna katkı sağlar (UNEP, 2011). Yapı sektöründe geri dönüşüm uygulamaları; yapı malzemelerinin yeniden değerlendirilmesinden, terk edilmiş endüstriyel yapıların yeniden işlevlendirilmesine kadar geniş bir yelpazeyi kapsar (Chini, 2007).

Son yıllarda hurda araçların mimari yapılarda yeniden işlevlendirilmesi, geri dönüşüm kavramının yaratıcı bir yansıması olarak öne çıkmaktadır. Uçak, tren vagonu, otobüs ve tramvay gibi kullanım dışı kalmış taşıtlar, taşıyıcı yapısal elemanları, dayanıklı gövdeleri ve özgün biçimleri sayesinde yeniden değerlendirmeye uygun birer potansiyel yapı kabuğu sunmaktadır. Bu tür taşıtların mimari yapılara dönüştürülmesi, yapı üretiminde kaynak kullanımını azaltmakta, karbon salımını düşürmekte ve döngüsel ekonomiye katkı sağlamaktadır (Gorgolewski, 2008).

Adaptif yeniden kullanım (adaptive reuse) kavramı, mevcut bir yapının ya da strüktürün yeni bir işleve uygun biçimde dönüştürülmesini ifade eder ve sürdürülebilir mimarlıkla doğrudan ilişkilidir. Hurda araçların bu bağlamda mimari yapılara entegre edilmesi, yalnızca fiziksel dönüşüm değil; aynı zamanda toplumsal hafıza ve kültürel yeniden yorumlama süreçlerini de içermektedir (Plevoets & Van Cleempoel, 2011).

Bu yaklaşımlar, özellikle döngüsel tasarım (circular design) ilkeleriyle örtüşmektedir. Döngüsel tasarım, ürünlerin ya da yapıların yaşam döngüsünün sonunda atık olarak değil, bir başka sistemin girdisi olarak yeniden kullanılmasını hedefler (Ellen MacArthur Foundation, 2015). Hurda taşıtlar bu bağlamda "ikinci bir hayat" kazanarak, hem fiziksel çevrenin dönüşümüne katkı sağlar hem de kullanıcılar için deneyimsel ve estetik değer yaratır.

Ayrıca, taşıtların mimari yapılara dönüştürülmesi, maddi kültürün yeniden değerlendirilmesi açısından da önemlidir. Özellikle ulaşım araçlarının dönüştürülmesi, toplumların teknolojik belleğine ve mobilite tarihine bir gönderme niteliği taşır (Forty, 2004). Bu bağlamda, otobüslerin kafeye, vagonların kütüphaneye ya da uçakların restorana dönüştürülmesi, yalnızca ekonomik ve çevresel kazanç sağlamaz; aynı zamanda mekâna kültürel anlamlar yükleyerek sosyal sürdürülebilirliği de destekler.

3. Yöntem

Bu araştırma, nitel araştırma yöntemiyle yapılandırılmıştır. Türkiye'de farklı şehirlerde bulunan ve hurda araçların mimari yapılara dönüştürülmesiyle oluşturulmuş on iki örnek yapı seçilmiştir. Bu yapılar, görsel belgeler ve çevrimiçi kaynaklar aracılığıyla analiz edilmiştir. Her bir yapı, sürdürülebilir mimarlık tasarım ilkeleri doğrultusunda üç ana kategori (kaynak korunumu, yaşam döngüsü, insan merkezli tasarım) altında değerlendirilmiştir.

3.1. Örneklem

İncelenen yapılar şunlardır:

- Hatay (Altınözü Vagon Kafe)

Hatay'da yer alan Vagon Kafe, hurda bir vagonun yeniden işlevlendirilmesiyle kaynak tasarrufu sağlayan bir uygulama örneğidir. Kırsal alanda konumlandırılan bu yapı, dayanıklı malzemelerle desteklenmiş olup açık hava koşullarına uygun olarak uzun ömürlü tasarlanmıştır. Aynı zamanda, kırsal bölgede bir sosyalleşme mekânı oluşturarak toplumsal etkileşimi artırmaktadır (Şekil 1).

Şekil 1: Hatay-Altınözü Vagon Kafe (URL1)

- Konya (Uçak Kafe ve Restoran)

Konya'daki Uçak Kafe & Restoran, kullanımı sona ermiş bir yolcu uçağının dönüştürülmesiyle oluşturulmuş özgün bir kamusal mekândır. Uçağın strüktürel bütünlüğü korunarak uzun süreli kullanıma olanak tanınmış; tasarımıyla ziyaretçilerin ilgisini çekerek sosyal etkileşimi teşvik eden bir deneyim alanı sunulmuştur (Şekil 2).

Şekil 2: Konya-Uçak Kafe ve Restoran (URL2)

- Konya (Tramvay Kafe)

Eski bir tramvay gövdesinin kafe olarak yeniden kullanılması, Konya'daki Tramvay Kafe örneğinde kaynak verimliliği sağlamaktadır. Yapının taşınabilirliği, farklı mekânlara entegre edilebilme potansiyeliyle esneklik kazandırırken; nostaljik teması, toplu taşıma kültürünü hatırlatarak kullanıcı bağlılığı oluşturmaktadır (Şekil 3).

Şekil 3:Konya-Tramvay Kafe (URL3)

- Sivas (Vagon Kafe)

Sivas'ta yer alan Vagon Kafe de kullanılan eski vagon, malzeme tasarrufu sağlamış; yapı, sürdürülebilir malzeme tercihleriyle uzun ömürlü kılınmıştır. Şehir merkezinde konumlanan bu mekân, yeni bir buluşma noktası olarak sosyal katkı sunmaktadır (Şekil 4).

Şekil 4: Sivas-Vagon Kafe (URL4)

- Tekirdağ (Uçak Restoran)

Tekirdağ'daki Uçak Restoran, kullanım dışı bir uçağın yeniden değerlendirilmesiyle oluşturulmuş ve atık azaltımı sağlanmıştır. Açık alana uyarlanarak uzun süreli dış mekân kullanımı hedeflenmiş; özellikle aileler ve çocuklar için ilgi çekici bir deneyim alanı olarak planlanmıştır (Şekil 5).

Şekil 5: Tekirdağ Uçak Restoran (URL5)

- Kayseri (Airbus Kafe ve Restoran)

Kayseri'deki Uçak Kafe ve Restoran, büyük gövdeli bir Airbus uçağının dönüşümüyle hayata geçirilmiş ve önemli ölçüde kaynak tasarrufu sağlanmıştır. Yapının bütünlüğü korunarak sürdürülebilir kullanım sağlanmış, modern ve erişilebilir tasarımıyla kullanıcı memnuniyeti ön planda tutulmuştur (Şekil 6).

Şekil 6: Kayseri- Airbus Kafe ve Restoran (URL6)

- Balıkesir (Burhaniye Uçak Kafe ve Restoran)

Balıkesir'de kıyı bölgesine konumlandırılmış Uçak Kafe ve Restoran, hurda bir uçağın yeniden değerlendirilmesiyle hem doğal alanlara müdahaleyi azaltmakta hem de turistik cazibe merkezi olarak hizmet sunmaktadır. Korozyona dayanıklı malzeme düzenlemeleriyle yapı ömrü uzatılmıştır (Şekil 7).

Şekil 7: Balıkesir-Burhaniye Uçak Kafe ve Restoran (URL7)

- İzmir (Şoför Kafe)

İzmir'de kent içi ulaşım geçmişine gönderme yapan Otobüs Kafe, atıl durumdaki bir otobüsün geri kazanımıyla oluşturulmuştur. Yapının taşınabilir olması uzun vadeli kullanım imkânı sağlarken, nostaljik deneyimle kent kültürüne duygusal bir katkı sunmaktadır (Şekil 8).

Şekil 8: İzmir-Şoför Kafe (URL8)

- Sakarya (Uçak Kıraathanesi)

Sakarya'daki Uçak Kıraathanesi, uçak gövdesinin iç mekân olarak yeniden işlevlendirilmesiyle yeni yapı malzemesi ihtiyacını azaltmıştır. Yerel iklim koşullarına uygun iç düzenlemeler sayesinde konfor sağlanırken, okuma ve sosyalleşme alanı olarak toplumsal fayda üretmektedir (Şekil 9).

Şekil 9: Sakarya-Uçak Kıraathanesi (URL9)

- Kastamonu (Uçak Kafe)

Kastamonu'da kırsal bölgede konumlandırılan Uçak Kafe, kullanılmayan bir uçağın yeniden işlevlendirilmesiyle yapı atıklarını azaltmış ve sosyal etkileşimi artıran bir kültürel mekân olarak planlanmıştır. Strüktürel özellikleri korunan yapı, sürdürülebilirlik açısından olumlu bir örnektir (Şekil 10).

Şekil 10: Katamonu-Uçak Kafe (URL10)

- Afyon (Vagon Kafe)

Afyonkarahisar'da bulunan Vagon Kafe, eski bir tren vagonunun yeniden kullanımıyla kaynak tüketimini azaltmış ve demiryolu altyapısına uyumlu, dayanıklı bir yapı ortaya koymuştur. Yerel halk için buluşma ve dinlenme alanı olarak işlev görmekte, sosyal yaşamı desteklemektedir (Şekil 11).

Şekil 11: Afyon-Vagon Kafe(URL11)

- Samsun (Vagon Kafe)

Samsun'daki Vagon Kafe, hurda bir vagonun dönüştürülmesiyle sürdürülebilir malzeme kullanımına örnek oluşturmaktadır. İç mekân tasarımı, uzun süreli ve rahat kullanım gözetilerek yapılmıştır. Gençler ve aileler için planlanan bu alan, sosyal etkileşimi ve kent içi yaşam kalitesini artırmayı hedeflemektedir (Şekil 12).

Şekil 12: Samsun-Vagon Kafe (URL12)

4. Bulgular ve Tartışma

Araştırmada Türkiye'nin farklı illerinde hurda taşıt araçlarının (uçak, vagon, tramvay, otobüs vb.) mimari yapılara dönüştürülmesiyle oluşturulmuş on iki yapı, üç temel sürdürülebilirlik ilkesi çerçevesinde değerlendirilmiştir: kaynak korunumu, yaşam döngüsü tasarımı ve insan merkezli tasarım. İncelenen tüm yapılar, bu üç ilke bağlamında belirli ölçütleri sağladığı gözlemlenmiştir.

Kaynak korunumu açısından, tüm örnek yapılar atıl durumda bulunan taşıtların yeniden işlevlendirilmesi yoluyla yeni yapı malzemesi ihtiyacını azaltmakta ve doğal kaynak tüketimini minimuma indirmektedir. Örneğin, Kayseri'deki Airbus Kafe ve Konya'daki Uçak Kafe gibi büyük

ölçekli taşıtların dönüşümü, özellikle yüksek hacimli malzeme tasarrufu sağlayarak dikkat çekmektedir. Benzer şekilde, Altınözü Vagon Kafe (Hatay) ve Vagon Kafeler (Sivas, Afyonkarahisar, Samsun) demiryolu vagonlarının yeniden değerlendirilmesiyle geri kazanımı ön plana çıkaran örneklerdir.

Yaşam döngüsü tasarımı yönünden değerlendirildiğinde, yapıların büyük çoğunluğunun uzun ömürlü ve dayanıklı malzemeler kullanılarak yeniden işlevlendirildiği, bazı yapılarda ise taşınabilirlik ve çevresel uyum gibi sürdürülebilirlik unsurlarına odaklanıldığı tespit edilmiştir. Özellikle Konya Tramvay Kafe ve İzmir Şoför Kafe gibi taşınabilir yapılarda bu özelliğin öne çıktığı görülmektedir.

İnsan merkezli tasarım kapsamında ise yapılar, kentli bireylerin sosyal etkileşimlerini destekleyen, erişilebilir ve kullanıcı dostu alanlar olarak yeniden tasarlanmıştır. Sakarya Uçak Kıraathanesi ve Kastamonu Uçak Kafe gibi örnekler, kırsal veya yarı kentsel bölgelerde sosyalleşme ihtiyacını karşılamaktadır. Öte yandan, Tekirdağ Uçak Restoran ve Balıkesir Burhaniye Uçak Kafe gibi kıyı ve turistik bölgelerde yer alan yapılar, hem ziyaretçiye deneyimsel değer sunmakta hem de yerel ekonomiyi desteklemektedir (Tablo1).

Şehir	**Yapı Türü/İsmi**	**Kaynak Korunumu**	**Yaşam Döngüsü Tasarımı**	**İnsan Merkezli Tasarım**
Hatay	Vagon Kafe	Hurda vagonun yeniden işlevlendirilmesi kaynak tasarrufu sağlar.	Dış mekân uyumu ve dayanıklı malzemeler uzun ömür sağlar.	Kırsal alanda sosyalleşme alanı oluşturarak toplumsal katkı sunar.
Konya	Uçak Kafe & Restoran	Hurda uçağın yeniden kullanımı ile yapı malzemesi ihtiyacı azalır.	Strüktürel sağlamlığı sayesinde uzun süreli kullanım mümkündür.	Ziyaretçilerin ilgisini çeken özgün tasarım ile sosyal etkileşim teşvik edilir.
Konya	Tramvay Kafe	Eski tramvay gövdesinin yeniden kullanımı kaynak verimliliği sağlar.	Yapının taşınabilirliği esneklik ve sürdürülebilirlik kazandırır.	Toplu taşıma kültürünü nostaljik biçimde yansıtarak kullanıcı bağlılığı oluşturur.
Sivas	Vagon Kafe	Demiryolu aracının yeniden değerlendirilmesi doğal kaynak ihtiyacını azaltır.	Uzun ömürlü malzemelerin tercihi ile sürdürülebilirlik sağlanır.	Şehir merkezinde yeni buluşma alanı oluşturmuştur.
Tekirdağ	Uçak Restoran	Kullanım dışı uçak yeniden değerlendirilerek atık azaltılmıştır.	Açık alana uyarlanarak uzun süreli dış mekân kullanımı sağlanmıştır.	Çocuklar ve aileler için ilgi çekici deneyim alanı sunar.
Kayseri	Uçak Kafe & Restoran	Airbus tipi büyük uçağın yeniden işlevlendirilmesi önemli kaynak tasarrufu sağlar.	Yapının yapısal bütünlüğü korunarak sürdürülebilir biçimde kullanılır.	Modern tasarımı ve erişilebilirliği ile kullanıcı memnuniyeti yüksektir.

Balıkesir	Uçak Kafe & Restoran	Hurda uçağın kıyı bölgesinde değerlendirilmesi doğal alanlara müdahaleyi azaltır.	Korozyona dayanıklı düzenlemeler ile yapı ömrü uzatılmıştır.	Turistik bölgede cazibe merkezi olarak sosyal fayda üretir.
İzmir	Otobüs Kafe	Kentsel atık olan otobüs değerlendirilerek geri kazanım sağlanmıştır.	Yapının taşınabilirliği uzun dönemli kullanım olanağı sunar.	Kent içi ulaşım geçmişine gönderme yaparak nostaljik deneyim sunar.
Sakarya	Uçak Kıraathanesi	Uçak gövdesi yeniden işlevlendirilerek yeni malzeme ihtiyacı azaltılmıştır.	Yapının iç mekânı yerel iklim koşullarına uygun şekilde düzenlenmiştir.	Okuma ve sosyalleşme alanı olarak toplumsal katkı sağlar.
Kastamonu	Uçak Kafe	Kullanılmayan uçağın dönüştürülmesi ile yapı atıkları azaltılmıştır.	Strüktürel özellikleri korunduğu için sürdürülebilirlik desteklenir.	Kırsal bölgede kültürel ve sosyal etkileşimi artırır.
Afyonkarahisar	Vagon Kafe	Eski vagonun işlev kazanması kaynak kullanımını minimize eder.	Demiryolu altyapısına uyum sağlayarak uzun ömürlü bir yapı sunar.	Yerel halk için buluşma ve dinlenme alanı olarak planlanmıştır.
Samsun	Vagon Kafe	Hurda vagonun dönüştürülmesi ile sürdürülebilir malzeme kullanımı sağlanmıştır.	İç mekân tasarımı ile uzun süreli kullanıma olanak sağlar.	Gençlerin ve ailelerin kullanımı için sosyal alan oluşturur.

Tablo 1: Türkiye de Seçilen Hurda Araçların Geri Dönüşümlerinin Sürdürülebilir Mimarlık İlkeleriyle İlişkisi

Elde edilen bulgular, hurda taşıtların mimari yapılara dönüştürülmesinin sürdürülebilir mimarlık ilkeleriyle güçlü biçimde örtüştüğünü ortaya koymaktadır. Literatürde yeniden kullanım ve adaptif yeniden işlevlendirme (adaptive reuse) uygulamaları genellikle endüstriyel yapılar veya tarihi binalar üzerinden tartışılmakta iken, bu çalışmada taşıt araçlarının mimari unsurlar hâline gelmesi farklı bir boyut sunmaktadır.

Kaynak korunumu kapsamında, her bir yapının birincil yapı malzemelerinin geri dönüşüm yolu ile sağlanması, karbon ayak izinin azaltılmasına doğrudan katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda, taşıtların "yapı kabuğu" olarak kullanılması, atık yönetimi ile birlikte sürdürülebilir yapı malzeme politikalarının bir parçası hâline gelmektedir.

Yaşam döngüsü tasarımı bağlamında, yapıların çoğunun statik ve rijit strüktürlere sahip olması, dayanıklılığı ve uzun ömürlülüğü artırmakta; bazı örneklerde ise iklime ve çevresel koşullara uygun düzenlemeler yapılmasıyla sürdürülebilirlik kriterlerine daha yüksek düzeyde katkı sağlandığı görülmektedir. Özellikle açık alana uygun şekilde dönüştürülen yapılar, bakım-onarım maliyetlerini azaltmakta ve kullanıcı konforunu artırmaktadır.

İnsan merkezli tasarım açısından ise, yapılar yalnızca birer tüketim mekânı olmanın ötesinde; toplulukların bir araya geldiği, kent belleğini canlandıran, estetik ve deneyimsel değer yaratan alanlar

olarak işlev görmektedir. Bu tür uygulamaların çocuklar, gençler ve yaşlı bireyler gibi farklı yaş grupları üzerinde pozitif etkiler oluşturduğu, dolayısıyla sosyal sürdürülebilirliğe de katkı sunduğu değerlendirilmektedir. Hurda araçların mimari yapılar olarak yeniden işlevlendirilmesi, çevresel, ekonomik ve toplumsal boyutlarıyla sürdürülebilirliğe çok yönlü katkı sağlayan yenilikçi uygulamalardır. Bu tür projelerin yaygınlaştırılması, mimarlık disiplininde döngüsel tasarım ve yaratıcı yeniden kullanım yaklaşımlarının gelişimini destekleyecektir.

5. Sonuç ve Öneriler

Bu araştırma, Türkiye'nin farklı bölgelerinde hurda taşıt araçlarının (uçak, vagon, tramvay, otobüs) yeniden işlevlendirilerek mimari yapılara dönüştürüldüğü örnekler üzerinden, sürdürülebilir mimarlık ilkelerinin pratikte nasıl uygulanabileceğine dair önemli bulgular ortaya koymuştur. İncelenen on iki yapı kapsamında yapılan analizler, bu tür dönüşümlerin yalnızca estetik ve işlevsel çözümler sunmakla kalmayıp, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliğe ve toplumsal faydaya da katkı sağladığını göstermektedir.

Kaynak korunumu açısından değerlendirildiğinde, hurda taşıtların yeniden kullanımı, yeni malzeme ihtiyacını en aza indirerek doğal kaynakların korunmasına doğrudan katkı sağlamaktadır. Yaşam döngüsü tasarımı bağlamında, bu yapıların strüktürel sağlamlıkları ve uzun ömürlü kullanıma elverişlilikleri sürdürülebilirlik kriterleriyle uyumludur. İnsan merkezli tasarım ilkesi doğrultusunda ise, bu yapılar sosyal etkileşimi teşvik eden, kültürel belleğe referans veren ve kullanıcı deneyimini önceleyen mekânlar olarak öne çıkmaktadır.

Elde edilen sonuçlar, alternatif yapı üretim yöntemlerinin mimarlık disiplininde nasıl yenilikçi ve çevreci çözümler sunabileceğini göstermekte; özellikle döngüsel ekonomi ilkelerine dayalı tasarım yaklaşımlarının, gelecekteki mimari üretim süreçlerinin yeniden yapılandırılmasında etkili bir araç olabileceğini ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda, hurda taşıtların mimari tasarıma entegre edilmesi, sürdürülebilirliğe yönelik yaratıcı uygulamalar için güçlü bir örnek teşkil etmektedir. Benzer uygulamaların desteklenmesi ve yaygınlaştırılması, mimarlık, şehircilik ve çevre politikalarının dönüşümünde çevreci bir paradigma değişimine öncülük edebilecek potansiyele sahiptir.

Öneriler:

- Hurda araçların mimaride kullanımına ilişkin yasal altyapı ve teşvik sistemleri geliştirilmelidir.
- Mimar ve mühendisler, sürdürülebilirlik eğitimlerinde geri dönüşüm odaklı tasarım çözümlerine yönlendirilmelidir.
- Yerel yönetimlerin geri dönüştürülmüş yapılara ilişkin projelere fon ve izin kolaylıkları sağlaması teşvik edilmelidir.

6. Kaynakça

Bullen, P. A., & Love, P. E. D. (2011). Adaptive reuse of heritage buildings. *Structural Survey, 29*(5), 411–421.

Chini, A. R. (2007). *Deconstruction and materials reuse: Technology, economic, and policy*. CIB Publication.

Dempsey, N., Bramley, G., Power, S., & Brown, C. (2011). The social dimension of sustainable development: Defining urban social sustainability. *Sustainable Development, 19*(5), 289–300.

Edwards, B. (2005). *Rough guide to sustainability* (2nd ed.). RIBA Publications.

Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition*.

Forty, A. (2004). *Words and buildings: A vocabulary of modern architecture*. Thames & Hudson.

Gorgolewski, M. (2008). Designing with reused building components: Some challenges. *Building Research & Information*, *36*(2), 175–188.

Guy, S., & Farmer, G. (2001). Reinterpreting sustainable architecture: The place of technology. *Journal of Architectural Education*, *54*(3), 140–148.

International Energy Agency. (2019). *2019 global status report for buildings and construction*.

Kibert, C. J. (2016). *Sustainable construction: Green building design and delivery* (4th ed.). John Wiley & Sons.

Plevoets, B., & Van Cleempoel, K. (2011). Adaptive reuse as a strategy towards conservation of cultural heritage: A literature review. In *Structural Studies, Repairs and Maintenance of Heritage Architecture XII* (Vol. 118, pp. 155–164). WIT Press.

Rapoport, A. (2005). *Culture, architecture, and design*. Locke Science Publishing.

Steemers, K. (2003). Energy and the city: Density, buildings and transport. *Energy and Buildings*, *35*(1), 3–14.

United Nations Environment Programme. (2011). *Recycling rates of metals – A status report*.

United Nations Environment Programme. (2020). *2020 global status report for buildings and construction*. construction

Vale, B., & Vale, R. (1991). *Green architecture: Design for a sustainable future*. Thames & Hudson.

World Commission on Environment and Development. (1987). *Our common future*. Oxford University Press.

Yudelson, J. (2008). *The green building revolution*. Island Press.

URL1- https://altinozu.bel.tr/proje/altinozu-vagon-cafe/17

URL2-https://www.yenimeram.com.tr/konya-da-ucak-restoran-ve-kafe-hizmete-girdi-217188.htm

URL3-https://www.konya.bel.tr/proje/nostaljik-tramvay-kafe

URL4-https://www.sivasirade.com/haber/vagonu-kafeye-cevirdi-17511.html

URL5-https://www.apron24.com/ucak-kofteciye-donustu/

URL6-https://www.haber3.com/guncel/kayseri039de-ucak-restoran-haberi-3407053

URL7-https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/balikesirde-restoran-ucak-hizmete-acildi/584295

URL8-https://www.izmir.bel.tr/tr/Haberler/izmirin-eski-otobusleri-hurda-degil-kafe-oluyor/45516/156

URL9-https://www.sakarya.bel.tr/tr/Haber/buyuksehir-ucak-kiraathanesi-sehrin-hatira-merkezi-olacak/18677

URL10- https://cnghaber.com/haber/25008534/kastamonu-ucak-kafe-nerede-ucak-kafeye-nasil-gidilir

URL11- https://www.gazete3.com.tr/afyon/vagon-afyon-kafede-sona-dogru/

URL12- https://www.kizilirmakgazetesi.com/samsunda-eski-kafe-vagonu-vatman-dinlenme-tesisine-donusturuldu

SİGORTA SEKTÖRÜNDE OTİZM SPEKTRUM BOZUKLUĞU OLAN BİREYLERE İLİŞKİN İŞVEREN YAKLAŞIMLARI VE BEKLENTİLERİ ÜZERİNE AMPİRİK BİR ÇALIŞMA*

Uğur DAGTEKİN[1]
Cihan KILIÇ[2]

Özet

Engelli bireyler çalışma hayatına girerken birçok zorlukla karşılaşmaktadır. Bu zorlukların aşılmasında en temel güçlük işverenlerin negatif tutumu olmaktadır. Bu çalışma, sigorta sektöründe faaliyet gösteren acentelerde Otizm Spektrum Bozukluğu (OSB) olan bireylerin istihdamına yönelik işverenlerin tutumlarını incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma, Ankara ilinde faaliyet gösteren sigorta acenteleri evreninden, basit rastgele örnekleme yöntemiyle seçilen 16 acente temsilcisi ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, nitel araştırma yaklaşımı doğrultusunda yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilerek, veriler elde edilmiştir. Verilerin analizinde içerik analizi yaklaşımı benimsenmiş, bu süreçte MAXQDA nitel analiz yazılımından yararlanılmıştır. Kodlama sürecinde veri seti, önce iki aşamalı durak kelime (stopwords) temizliğinden geçirilmiş, ardından tematik kodlar oluşturularak beş ana tema altında sınıflandırılmıştır. Görüşmecilerin cevaplarından çıkarım sağlanan temalar bilgi ve farkındalık, istihdam edilebilirlik, iş ortamı ve uyum, kurumsal destek ve devlet politikası ile toplumsal ve etik sorumluluk olarak belirlenmiştir. Ayrıca, metin madenciliği kapsamında kelime bulutu ve kelime frekans analizi yapılmış; *"bilgi"*, *"destek"*, *"çalışabilir"*, *"gerekir"*, *"devlet"* ve *"uyum"* gibi en sık tekrar eden anlamlı sözcükler belirlenmiştir.

Araştırma sonucunda elde edilen bulgular, işverenlerin OSB'li bireylerin istihdamına yönelik temel olarak olumlu fakat koşullu bir yaklaşım sergilediklerini göstermektedir. Bilgi eksikliği, sosyal uyum kaygısı ve destek mekanizmalarının yetersizliği, istihdamı kısıtlayan unsurlar olarak öne çıkmaktadır. Öte yandan, bireysel uyum ve performansa dayalı değerlendirme anlayışı ile etik sorumluluk duygusunun varlığı da dikkat çekicidir. Çalışma, sigorta sektörü özelinde OSB'li bireylerin istihdam edilme potansiyelinin anlaşılmasına katkı sunacağı ve uygulayıcılara ve araştırmacılara rehberlik edeceği düşünülmektedir. Son olarak çalışmanın en önemli unsuru araştırma süreçlerine katılan öğrenci yazarın OSB'li bir birey olmasıdır.

Anahtar Kelime: Otizm Spektrum Bozukluğu, Çalışan Beklentisi, İşveren Tutumu, Nitel Analiz

*TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında desteklenmiştir.
[1]Uğur DAGTEKİN (SY), Öğr. Gör., Yozgat Bozok Üniversitesi, ugur.dagtekin@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7298-2723
[2]Öğrenci, Cihan KILIÇ, Yozgat Bozok Üniversitesi/Bankacılık ve Sigortacılık Programı, 36107123041@ogr.bozok.edu.tr, ORCID: 0009-0005-2389-4275

Giriş

Otizm Spektrum Bozukluğu (OSB), bireylerin sosyal etkileşim, iletişim ve davranışsal gelişimlerinde belirgin farklılıklar gösteren, yaşam boyu süren nörogelişimsel bir bozukluktur (Kanner, 1968). Bireyden bireye büyük farklılıklar gösteren semptom profili nedeniyle, bu durum bir "spektrum" olarak tanımlanmakta ve geniş bir klinik yelpazeyi kapsamaktadır. Mental Bozuklukların Tanısal ve İstatistiksel el kitabının (DSM-5) 5. baskısında ifade edildiği gibi OSB, "sosyal iletişimde belirgin zorluklar, sınırlı ve tekrarlayıcı davranış örüntüleri ile karakterize edilen nörogelişimsel bir bozukluktur" denilmektedir (American Psychiatric Association, 2013). Bu bozukluk genellikle çocukluk çağında fark edilmekle birlikte, etkileri yaşam boyu devam edebilmektedir. Bozukluğun belirtileri ve davranışsal özellikleri arasında sosyal iletişim zorlukları (Lovas, 1987), konuşma ve dil gelişimi, tekrarlayıcı davranışlar ve sınırlı ilgi alanları (Baron-Cohen ve Wheelwright, 2004), duyusal hassasiyetler, öğrenme farklılıkları yer almaktadır (Shiva Dalili ve Bahman Zohuri, 2023). OSB, sınırlı ilgi alanları, tekrarlayıcı davranışlar ve sosyal iletişimde güçlüklerle karakterize olup bireyin günlük yaşamını ve işlevselliğini önemli ölçüde etkileyebilmektedir (Hıdıroğlu vd., 2022).

Günümüzde Otizm Spektrum Bozukluğu (OSB) olan bireylerin iş yaşamına katılımı, yalnızca bireysel gelişim açısından değil, aynı zamanda toplumsal kapsayıcılık ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri bakımından da stratejik bir öneme sahiptir. Bu bağlamda, OSB'li bireylerin istihdam süreçlerine dahil edilmesi yalnızca bireysel yeterliliklerine değil, aynı zamanda işverenlerin bilgi düzeyine, önyargılarına ve işe alım politikalarının kapsayıcılığına doğrudan bağlıdır. Bu kapsamda işverenlerin OSB'li bireylere yönelik tutumları, bu bireylerin iş gücüne aktif olarak katılımını belirleyen en temel etmenlerden biri olarak öne çıkmaktadır. İstihdam sürecinin başarısı, yalnızca bireyin yeterliliklerine değil, aynı zamanda işverenin farkındalık düzeyi ve kapsayıcı istihdam anlayışının gelişmişliğine de bağlıdır. İş yerindeki sosyal etkileşimlerin kalitesi, işverenin farkındalık düzeyi, önyargıların varlığı ve destek mekanizmalarının yeterliliği ile yakından ilişkilidir (Arslan, 2023; Arisoy, 2022). Araştırmalar, otizm konusunda toplum genelinde bilgi ve farkındalık düzeyinin artmasının işverenlerin tutumlarını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir (Arslan, 2023). Özellikle sosyal hizmetle ilgili eğitim almış bireylerin engelli bireylere yönelik tutumlarının daha pozitif olduğu tespit edilmiştir (Arisoy, 2022). Bu durum, OSB'li bireylerin iş ortamında daha destekleyici ve kapsayıcı bir atmosferde çalışmasını olanaklı kılmaktadır.

İşverenler, OSB'li bireylerin güçlü yönlerini tanıdıklarında ve uygun iş ortamları sunduklarında bu bireylerin yüksek motivasyonla çalışabileceği görülmektedir (Arisoy, 2022; Kaldık, 2022). Ancak, bazı işverenler otizmli bireylerin iş yerinde uyum sağlamaları konusunda bilgi eksikliği nedeniyle olumsuz önyargılar geliştirebilmektedir. Bu durum, bireylerin potansiyellerini gerçekleştirmesini engelleyebildiği gibi, işverenin toplumsal sorumluluğunu da zedelemektedir. Bu bağlamda, eğitim ve farkındalık programları hem çalışanlar hem de yöneticiler nezdinde kapsayıcı iş ortamlarının geliştirilmesine katkı sağlamaktadır (Kaldık, 2022).

Literatürde OSB'li bireylerin istihdamına ilişkin birçok çalışma bulunsa da, bunların büyük bir kısmı bireylerin veya ailelerinin deneyimlerine odaklanmakta; işveren bakış açısını doğrudan ele alan çalışmalar ise oldukça sınırlı kalmaktadır (Efeoğlu ve Kılınçarslan, 2021). Özellikle müşteri ilişkilerinin yoğun olduğu sektörlerde —örneğin sigorta sektöründe— OSB'li bireylerin işe alım süreçlerinde karşılaşılan engellerin yeterince anlaşılmasına engel teşkil etmektedir. İlik ve Anıl (2022) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise engelli bireylerin işveren ve iş ortamına yönelik tutumları incelenmiştir. Bu araştırmalar, işverenlerin tutumlarının istihdam süreçlerini ne ölçüde şekillendirdiğini göstermesi açısından önemlidir. Ayrıca toplumsal sorumluluk bilinciyle hareket eden ve OSB'li bireyleri istihdam eden bazı öncü uygulamalara da literatürde rastlanmaktadır (*Otizmli Bireyler İş Gücünde*). Ancak bu

örneklerin sayısı oldukça sınırlı kalmakta ve sistematik analizlere dayalı akademik çalışmalara hâlâ ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışma, sigorta sektöründe faaliyet gösteren işverenlerin OSB'li bireylere yönelik tutumlarını, beklentilerini ve bu bireylerle çalışma konusundaki yaklaşımlarını derinlemesine incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın temel amacı, işverenlerin OSB'li bireyleri nasıl algıladıklarını, hangi koşullarda bu bireyleri istihdam etmeye istekli olduklarını ve iş yaşamında ne tür desteklerin gerekli görüldüğünü ortaya koymaktır. Bu doğrultuda araştırmanın yanıtlamayı hedeflediği temel sorular şunlardır:

- Sigorta sektöründe faaliyet gösteren işverenler, OSB'li bireylerin çalışma yaşamına katılımına dair nasıl bir algıya sahiptir?
- İşverenlerin bakış açısından, OSB'li bireylerin istihdamı hangi potansiyel fırsatlar ve güçlükleri beraberinde getirmektedir?
- OSB'li bireylerden iş ortamında beklenen özellikler nelerdir ve bu beklentiler hangi kişisel ya da çevresel faktörlerden etkilenmektedir?
- Eğitim, farkındalık ve destek mekanizmaları, işveren tutumlarını şekillendirmede nasıl bir rol oynamalıdır?

Bu çalışma, yalnızca literatürdeki boşlukları doldurmayı değil, aynı zamanda sosyal politika yapıcılar, işverenler ve insan kaynakları uzmanları için kapsayıcı istihdam politikaları geliştirmede pratik öneriler sunmayı da hedeflemektedir.

Yöntem

Araştırma Tasarımı ve Metodoloji

Bu araştırma, sigorta sektöründe faaliyet gösteren işverenlerin Otizm Spektrum Bozukluğu (OSB) olan bireylere yönelik tutumlarını ve işe alım süreçlerindeki yaklaşımlarını derinlemesine incelemek amacıyla nitel araştırma yöntemine dayalı olarak yürütülmüştür. Nitel araştırma yöntemi, bireylerin deneyimlerini, algılarını ve tutumlarını anlamaya yönelik betimleyici ve keşfedici bir yaklaşım sunmaktadır (Tunçalp, 2021; Baltacı, 2019). Çalışma, fenomenolojik desen çerçevesinde kurgulanmış olup, bireylerin yaşadıkları deneyimlerin özünü anlamayı hedeflemektedir. Bu bağlamda, katılımcıların OSB'li bireylerle çalışma konusundaki düşünce ve tutumlarını anlamaya yönelik yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Veri Toplama Yöntemleri

Veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Görüşme formu, otizm spektrum bozukluğu, engelli bireylerin istihdamı ve işveren tutumlarına ilişkin güncel literatür incelenerek oluşturulmuştur. Görüşme soruları, açık uçlu olacak şekilde yapılandırılmış ve katılımcıların serbestçe düşüncelerini ifade edebileceği bir ortam sağlanmıştır. Görüşmeler ses kayıt cihazı aracılığıyla kaydedilmiş, daha sonra metne dökülerek analiz edilmiştir. Araştırma öncesinde etik onay alınmış ve katılımcılara gönüllülük esasına dayalı bilgilendirilmiş onam formu sunulmuştur.

Görüşme Formunun Geliştirilmesi

Bu araştırmada kullanılan yarı yapılandırılmış görüşme formu, sigorta sektöründe faaliyet gösteren işverenlerin Otizm Spektrum Bozukluğu (OSB) olan bireylerin istihdamına yönelik tutumlarını çok boyutlu biçimde anlamaya yönelik olarak hazırlanmıştır. Formun bölümleri ve soruları, alanyazındaki temel modeller ve ampirik bulgular temel alınarak yapılandırılmıştır.

1) **Demografik Bilgiler:** Katılımcıların cinsiyet, yaş, eğitim durumu ve sektörel deneyimleri gibi demografik verileri, işveren tutumlarını etkileyebilecek temel faktörler arasında yer almaktadır. Demografik yapı, engelli bireylerin örgütlerde nasıl değerlendirildiğini anlamada önemli bir çerçeve sunar (Stone ve Colella, 1996; Lindsay vd., 2018).

2) **OSB Hakkında Bilgi ve Deneyim:** Bu bölümde, katılımcıların OSB'ye dair bilgi düzeyleri ve geçmiş deneyimleri sorgulanmıştır. Literatürde, engellilikle ilgili bilgi sahibi işverenlerin istihdama daha olumlu yaklaştıkları gösterilmiştir (Hernandez vd., 2000).

3) **OSB'li Bireylerin İşe Alımına Yönelik Görüşler:** Bu kısım, işverenlerin OSB'li bireyleri işe alma konusundaki düşüncelerini ve olası çekincelerini ortaya koymaya yöneliktir. Engelli bireylerin iş ortamına uyum sağlayamayacağına yönelik önyargılar, işe alım kararlarını doğrudan etkilemektedir (Kocman ve Weber, 2018).

4) **OSB'li Bireylere Yönelik Tutumlar:** Bu bölüm, Ajzen'in Planlı Davranış Teorisi (1991) çerçevesinde bilişsel, duygusal ve davranışsal tutum boyutlarını ele alır. Katılımcıların otizme yönelik inançları, duygusal tepkileri ve işe alma eğilimleri, istihdam kararlarının psikososyal temellerini anlamak açısından önemlidir (Ajzen, 1991).

5) **Farkındalık ve Politikalar:** Son bölümde, işverenlerin otizm farkındalığına ve kapsayıcı istihdam politikalarına ilişkin tutumları değerlendirilmiştir. Literatür, farkındalık düzeyinin artmasının işyerlerinde daha kapsayıcı yaklaşımların benimsenmesine katkı sağladığını göstermektedir (Hedley vd., 2017).

Araştırma Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini, Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği'ne (TOBB) bağlı Sigorta Acenteleri Levha kayıt sistemine göre, Ankara ilinde faaliyet gösteren toplam 338 gerçek kişi sigorta acentesi oluşturmuştur. Örneklem seçiminde basit rastgele örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu doğrultuda, farklı müşteri profillerine ve kurumsal yapılarına sahip 16 sigorta acentesi belirlenmiş ve bu acentelerde görev yapan yöneticiler ya da karar verici nitelikteki işveren temsilcileri ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem sayesinde, katılımcıların OSB'li bireylerle ilgili düşüncelerinin farklı koşullarda nasıl değiştiği veya benzerlik gösterdiği gözlemlenmiştir (Patton, 2014).

Kullanılan Araçlar ve Analiz Teknikleri

Verilerin analizinde, nitel veri analiz tekniklerinden içerik ve tematik analiz yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Görüşme kayıtları yazıya döküldükten sonra, veriler MAXQDA nitel analiz yazılımı aracılığıyla sistematik biçimde kodlanmıştır. İlk olarak, katılımcı ifadeleri dikkatlice incelenmiş; tekrar eden söylemler, anlamlı kavramlar ve ilişkilendirilebilir örüntüler tespit edilerek açık kodlara dönüştürülmüştür. Bu kodlar daha sonra kavramsal benzerliklerine göre tematik kümeler altında birleştirilmiş ve beş ana tema etrafında yapılandırılmıştır.

Kodlama sürecinde analiz güvenilirliğini sağlamak amacıyla, iki araştırmacı tarafından bağımsız kodlama yapılmış; elde edilen kodlar karşılaştırılarak uzlaşı yoluyla sonlandırılmıştır. Bulgular, her tema altında doğrudan katılımcı alıntıları ile desteklenmiş; yorumlar araştırmacının nitel analiz sürecinde elde ettiği çıkarımlara dayalı olarak ifade edilmiştir. MAXQDA'nın görsel ve tematik analiz araçları, verinin düzenlenmesi ve temalar arası ilişki örüntülerinin ortaya konmasında etkili biçimde kullanılmıştır.

Bulgular

Araştırma kapsamında elde edilen bulgular hem görüşme yapılan katılımcıların demografik profili, hem de bu görüşmelerden elde edilen tematik ve sözcük temelli içerik analizlerine dayalı olarak sunulmaktadır. Çalışmanın güvenilirliği analiz sürecinde uygulanan sistematik kodlama ve araştırmacılar arası kontrol yoluyla sağlanmıştır. Kodlama işlemleri birinci araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiş, ardından ikinci bir araştırmacı tarafından yapılan bağımsız kodlamalarla karşılaştırılmış ve uzlaşı yoluyla kodlayıcılar arası güvenilirlik sağlanmıştır (Lincoln ve Guba, 1985; Nowell vd., 2017). Geçerlilik açısından, analiz edilen veriler doğrudan katılımcı ifadeleriyle desteklenmiş ve araştırmacı yorumları açık kodlama sürecine dayandırılmıştır. Ayrıca içerik analizine destek sağlamak amacıyla kelime frekansı ve kelime bulutu gibi metin madenciliği tekniklerinden de yararlanılmış, böylece veri kaynakları arasında üçgenleme yapılmıştır (Patton, 1999). Öte yandan, 16 görüşme sonunda tematik tekrarların gözlemlenmesi, çalışmada veri doygunluğuna ulaşıldığını göstermekte ve bu durum geçerliliği güçlendirmektedir (Guest vd., 2006; Morse, 2000). Nitel araştırmalarda geçerliliğin temeli, veri içerisindeki anlamın tutarlı şekilde yakalanması ve tekrarlayan örüntülerin net biçimde ortaya konmasıyla sağlanmaktadır (Morse, 2000).

Demografik Bulgular

Katılımcıların cinsiyet dağılımı incelendiğinde, %75'i (12 kişi) erkek, %25'i (4 kişi) kadındır. Bu dağılım, sigorta sektöründe erkek işveren temsilcilerinin daha fazla temsil edildiğini göstermektedir.

Tablo 4 Cinsiyet Dağılım Tablosu

Kategori	Frekans (n)	Yüzde (%)
Erkek	12	75
Kadın	4	25
Toplam	**16**	**100**

Katılımcıların yaşları 20 ile 55 arasında değişmekte olup, ortalama yaş yaklaşık 40'tır; en yoğun yaş grubu 31–40 aralığındadır (%43.75).

Tablo 5 Yaş Aralığı Tablosu

Kategori	Frekans (n)	Yüzde (%)
20-30	3	18,75
31-40	7	43,75
41-50	4	25
51-60	2	12,5
Toplam	**16**	**100**

Acentelerde görüşmecilerin eğitim düzeyleri bakımdan incelendiğin bakımından çoğunluk lisans (%68.75) ve lisansüstü (%18.75) mezunudur. Bu durumda katılımcıların %87,5'inin lisans ve üzeri eğitime sahip olduğunu ortaya koymakta, bu durum sektörde eğitimli işveren profilinin baskın olduğunu göstermektedir.

Tablo 6 Eğitim Durumu Tablosu

Kategori	Frekans (n)	Yüzde (%)
Lise	2	12,5
Ön Lisans	0	0
Lisans	11	68,75
Lisansüstü	3	18,75
Toplam	**16**	**100**

Araştırmaya dahil olan işletmelerin çalışan sayısı bağlamında büyüklüğüne bakıldığında sektör içerisinde oluşan istihdam sayısı ile orantılı olduğu gözlenmiştir. Katılımcı acentelerin çalışan sayısı incelendiğinde, yarısının 6–10 çalışanla faaliyet gösterdiği ve bunun sektörde orta ölçekli işletmelerin yaygın olduğunu işaret ettiği düşünülmektedir.

Tablo 7 Acente Çalışan Sayısı Tablosu

Kategori	Frekans (n)	Yüzde (%)
1-2 kişi	5	31,25
3-5 kişi	2	12,5
6-10 kişi	8	50
11 ve üzeri	1	6,25
Toplam	**16**	**100**

Bu demografik yapının eğitim düzeyi, tecrübesi ve yaş ortalaması verilerine göre araştırmanın bilgi temelli tutumları analiz etme potansiyelini güçlendirmektedir.

Tematik İçerik Analizi Bulguları

Verilerin içerik analizi sonucunda beş ana tema ve bu temalara bağlı kod kümeleri tanımlanmıştır. Kodlama işlemi sırasında önce sık tekrar eden anahtar kelimeler belirlenmiş, ardından bu kelimelerin içerik bağlamları değerlendirilerek aşağıdaki tematik yapıya ulaşılmıştır:

- Bilgi ve Farkındalık: Katılımcıların çoğu OSB konusunda yeterince bilgi sahibi olmadığını belirtmiştir. Bu bilgi eksikliği istihdam kararlarını doğrudan etkilemektedir. "Bilmiyorum", "hiç duymadım", "eğitim gerek" gibi ifadeler bu temayı desteklemektedir.

- İstihdam Edilebilirlik: Görüşmelerde sıkça "çalışabilir", "performansa bağlı", "uygunsa neden olmasın" gibi yapılar öne çıkmıştır. İşverenler çoğu zaman bireysel uyumluluğa göre karar verdiklerini vurgulamaktadır.

- İş Ortamı ve Uyum: Sosyal iletişim zorlukları, müşteriyle doğrudan temas gerektiren işler ve ortamın uygunluğu en sık dile getirilen çekincelerdir. İşverenler iş yerinin OSB'li bireylere uygun hâle getirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

- Kurumsal Destek ve Devlet Politikası: "Devlet desteklerse olur", "teşvik olursa neden olmasın" gibi ifadeler, istihdamı mümkün kılan en büyük etkenin kurumsal politika ve destek mekanizmaları olduğunu göstermektedir.

- Toplumsal ve Etik Sorumluluk: Bazı işverenler etik bir perspektifle konuyu ele alarak "toplumun parçası", "eşit haklar", "sorumluluk hissediyorum" gibi ifadelerle sosyal kapsayıcılığa vurgu yapmıştır.

Bu temaların frekans dağılımı aşağıdaki tabloya yansıtılmıştır:

Tablo 8 Temalara Göre Kod-Frekans Dağılımı

Tema	**Kod Frekansı (n)**	**Temsili Katılımcı Söylemi**
Bilgi ve Farkındalık	7	'Otizm hakkında açıkçası çok bilgim yok, daha önce hiç denk gelmedim.'
Kurumsal Destek	12	'Devlet desteği ya da özel kurum desteği olursa daha kolay olur.'
İş Ortamı ve Uyum	4	'Müşteriyle birebir iletişim kurması zor olabilir, uyum sorunları yaşanabilir.'
İstihdam Edilebilirlik	6	'İşe uygunsa, işi yapabiliyorsa neden çalışmasın ki?'
Toplumsal ve Etik Sorumluluk	4	'İnsan olarak bakmak lazım, sonuçta herkesin çalışma hakkı var.'

Ayrıca, her temaya ait örnek ifadeler, farklı acentelerden alıntılarla birlikte dosya ve paragraf referanslarıyla hazırlanmış ve analiz bütünlüğünü güçlendirmiştir. Bu örnekler, temaların sadece teorik değil, katılımcı gerçekliğine dayalı olarak kurulduğunu göstermektedir.

Tablo 9 Temalara Dayalı Anlam Birimleri ve Yorum Tablosu

Tema Adı	**Katılımcı İfadesi (Alıntı)**	**Yorum**
Bilgi ve Farkındalık	"Otizmle ilgili çok fazla bilgim yok. Ancak çevremden duyduğum kadarıyla bazı işleri yapabiliyorlar."	İşverenlerde genel bir farkındalık eksikliği var; bu durum istihdam kararlarını etkileyebilir. Bilgilendirme programlarına ihtiyaç duyulmaktadır.
Bilgi ve Farkındalık	"Toplumda bu konularda bilinç eksikliği var. Eğitimle desteklenirse neden olmasın?"	Bilgi eksikliği yalnızca işverenlere değil, genel toplumsal kültüre bağlanmakta. Bilinç düzeyi artarsa istihdama sıcak bakılıyor.
İstihdam Edilebilirlik	"Bana göre herkesin çalışabilirliği farklıdır. Otizmli bireyleri de bireysel değerlendirmek gerekir."	Katılımcıların çoğu OSB'li bireyleri homojen bir grup olarak değil, bireysel kapasiteleri üzerinden değerlendiriyor. Bu olumlu bir farkındalık işaretidir.
İstihdam Edilebilirlik	"Eğer işini düzgün yapacaksa neden olmasın?"	İş performansına odaklı nötr bir tutum var. OSB'li bireylerin işe uygunluğu çoğunlukla sonuç odaklı düşünülüyor.

İş Ortamı ve Uyum	"Sosyal ilişkiler konusunda zorlanabilirler ama arka planda çalışacaklarsa olabilir."	İşverenler OSB'li bireylerin sosyal yönü yerine teknik becerilere uygunluğu üzerinde durmakta. Müşteriyle doğrudan temas gerektiren görevlerde çekinceler var.
İş Ortamı ve Uyum	"Ortamın da onlara göre düzenlenmesi gerekir."	Fiziksel ve sosyal ortamın uygunluğu önemli görülmekte; bu farkındalık bazı işverenlerde oluşmuş durumda.
Kurumsal Destek ve Devlet Politikası	"Devlet destek verirse değerlendiririz."	Teşvik ve düzenleyici politika beklentisi oldukça yüksek. İstihdam yalnızca iyi niyetle değil, yapısal destekle mümkün görülmekte.
Kurumsal Destek ve Devlet Politikası	"Yasal bir yönlendirme olursa tabi ki düşünürüz."	Karar verme sürecinde kurumsal düzenlemelere uyum ve mevzuat etkisi büyük.
Toplumsal ve Etik Sorumluluk	"Sonuçta bu bireyler de toplumun bir parçası. Onlara da alan açılmalı."	Kapsayıcı istihdama yönelik etik bir duruş sergilenmekte. Bu ifadeler, sosyal sorumluluk bilincinin varlığına işaret ediyor.
Toplumsal ve Etik Sorumluluk	"İş yerinde çeşitliliğin olması gerektiğini düşünüyorum."	Kapsayıcılık ve çeşitlilik konusunda bilinçli bir yaklaşım görülebiliyor; bu tutumun yaygınlaştırılması için görünürlük önemli.

Kelime Bulutu ve Frekans Analizi Bulguları

Tematik analiz sürecini desteklemek amacıyla görüşme metinleri üzerinde kelime frekansı analizi ve kelime bulutu oluşturma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte katılımcıların verdiği cevaplar görüşme formundan çıkarılmış, ardından Türkçe durak kelimeler (stopwords) temizlenmiştir. Ayrıca, anlam açısından içerik zayıflığı taşıyan "evet", "hayır", "yok", "bilgim yok" gibi sözcükler de çıkarılmıştır. Analiz sonucunda en sık geçen ve tematik olarak anlam taşıyan kelimeler arasında "düşünüyorum", "gerekir", "devlet", "çalışabilir", "bilgi", "eğitim", "uyum" ve "destek" gibi sözcükler yer almıştır. Bu bulgu, tematik yapı ile doğrudan örtüşmekte ve nitel analizle elde edilen çıkarımları sözcük düzeyinde de teyit etmektedir.

Şekil 3 Kelime Bulutu

Yapılan kelime frekans analizine göre özellikle "bilgi" kelimesinin en yüksek frekansa sahip olması, işverenlerin OSB'li bireylerin istihdamıyla ilgili kararlarında bilgi eksikliğini ortaya koymaktadır. "Destek", "devlet", "uyum" ve "eğitim" gibi kelimelerin yüksek frekansları ise işverenlerin sürece dair kurumsal destek beklentilerini ve sosyal uyum kaygılarını yansıtmaktadır. Bu sonuçlar, işveren tutumlarının şekillenmesinde hem bireysel farkındalık hem de dışsal destek mekanizmalarının belirleyici olduğunu göstermektedir.

Tablo 10 İlk 10 Anlamlı Kelimenin Frekans Tablosu

Kelime	**Frekans (n)**	**Temsili Katılımcı Söylemi**
bilgi	12	"Otizm hakkında açıkçası çok fazla **bilgi**m yok."
destek	10	"Eğer devlet **destek** sağlarsa biz de istihdam edebiliriz."
çalışabilir	9	"Uygun ortam sağlanırsa **bence çalışabilir**."
gerekir	7	"Belli şartların sağlanması **gerekir**."
devlet	6	"**Devlet** bu konuda teşvik sunmalı."
uyum	6	"İş ortamına **uyum** sağlayamayabilir."
farkındalık	5	"Toplumda bu konuda yeterince **farkındalık** yok."
eğitim	4	"Öncelikle bir **eğitim**den geçmeleri gerektiğini düşünüyorum."
istihdam	4	"Otizmli bireylerin **istihdam**ına sıcak bakıyorum."
olumlu	3	"Ben bu konuda **olumlu** düşünüyorum."

Tartışma

Bu bölümde bulgular, mevcut literatür ışığında yorumlanmakta ve çalışmanın bilimsel ve pratik katkıları değerlendirilerek tartışılmaktadır. Çalışmanın en dikkat çekici bulgularından biri, OSB'li bireylerin istihdamına dair genel bir "potansiyel kabul" bulunduğudur; ancak bu kabul, çoğu zaman bilgi eksikliği, yetersiz yönlendirme ve sistemsel desteklerin yoksunluğu ile gölgelenmektedir. Arslan (2023)

tarafından yürütülen çalışmada da benzer şekilde, otizmli bireylerin toplum tarafından kabulünün artmasına rağmen, işverenlerin konuyla ilgili bilgi ve tecrübe düzeylerinin yetersiz kaldığı vurgulanmıştır. Bu araştırmanın katılımcıları da OSB hakkında genel farkındalıklarının sınırlı olduğunu, ancak bilgilendirme ve rehberlik sunulması halinde istihdamın mümkün olabileceğini belirtmiştir. Bu yönüyle çalışmamız, işverenlerin bilgi düzeyi ile istihdama yönelik niyetleri arasında güçlü bir bağ olduğunu teyit etmektedir.

Araştırmada sıkça dile getirilen bir diğer tema, istihdam kararlarının bireysel performans odaklı verilmesi gerektiğidir. "Çalışabilir ama duruma göre değerlendirmek gerekir" ifadesi, işverenlerin OSB'li bireyleri homojen bir grup olarak değil, bireysel yetkinlikleri temelinde ele aldığını göstermektedir. Bu bulgu, Efeoğlu ve Kılınçarslan'ın (2021) aileler ve bireylerle yaptığı çalışmalarda elde edilen, "her OSB'li bireyin farklı kapasite ve destek ihtiyacına sahip olduğu" yönündeki sonuçlarla paralellik göstermektedir. Nitekim bizim çalışmamızda da istihdamın ancak bireysel uyum, iş ortamı ve görev tanımı çerçevesinde değerlendirilebileceği vurgulanmıştır.

İş ortamına ilişkin bulgularda, sosyal etkileşimde zorluk, müşteri ilişkilerinin hassasiyeti ve kurum içi adaptasyon süreçleri öne çıkmaktadır. İşverenlerin önemli bir kısmı, OSB'li bireylerin doğrudan müşteriyle temas halinde olmaları yerine arka planda görev almalarının daha uygun olacağını belirtmiştir. Bu bulgu, Hıdıroğlu ve arkadaşlarının (2022) çalışmasında otizmli bireylerin sosyal etkileşim alanlarında zorlanma yaşadığını gösteren sonuçları desteklemektedir. Buna karşılık, bazı işverenler iş ortamlarının bireyin ihtiyaçlarına göre düzenlenebileceğini, bunun sosyal ve etik bir sorumluluk olduğunu vurgulamıştır.

En sık tekrar edilen anahtar kavramlardan biri olan "destek" kelimesi, yalnızca bireysel değil, kurumsal ve yapısal düzeyde de ihtiyaç duyulan bir bileşeni temsil etmektedir. Katılımcılar, devlet teşvikleri, sosyal güvenlik düzenlemeleri ve rehberlik mekanizmaları sağlandığında OSB'li bireylerin istihdamının daha yaygın hale gelebileceğini ifade etmiştir. Bu bulgu, Arisoy'un (2022) engelli bireylere yönelik olumlu tutumların eğitim ve destekle geliştirilebileceğini belirttiği sonuçlarla örtüşmektedir.

Bu çalışmanın literatüre katkısı, sigorta sektörü gibi genellikle "yüksek müşteri ilişkisi" gerektiren bir alanda, OSB'li bireylerin istihdam potansiyelinin işveren perspektifiyle analiz edilmesidir. Ayrıca, tematik analizle desteklenen kelime bulutu ve frekans analizlerinin birlikte kullanılması, verilerin hem içeriksel hem de yapısal düzeyde anlamlandırılmasına imkân tanımıştır. Uygulama açısından çalışmamız, sigorta ve benzeri hizmet sektörlerinde insan kaynakları politikalarının gözden geçirilmesi, özel destek programlarının geliştirilmesi ve OSB'li bireylerin toplumsal yaşama katılımını artıracak rehber dokümanların hazırlanması yönünde önemli sonuçlar ortaya koymaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Bu araştırma, sigorta sektöründe faaliyet gösteren işverenlerin Otizm Spektrum Bozukluğu (OSB) olan bireylerin istihdamına yönelik tutumlarını anlamaya yönelik nitel bir çalışma olarak tasarlanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular OSB'li bireylerin istihdamına ilişkin önemli çıkarımlar yapılmasına olanak sağlamıştır.

İlk olarak, işverenlerin OSB'li bireylerin çalışma yaşamına katılımına dair algıları, temelde olumlu bir eğilim taşısa da çoğunlukla koşullu bir kabule dayanmaktadır. İşverenlerin büyük bir kısmı, OSB'li bireylerin iş ortamında yer alabileceğini düşünmekte ancak bu durumun bireyin yetkinliklerine, pozisyona uygunluğuna ve destek mekanizmalarının mevcudiyetine bağlı olduğunu belirtmektedir.

İkinci olarak, istihdam sürecinde algılanan fırsatlar ve güçlükler oldukça çeşitlilik göstermektedir. Bazı katılımcılar OSB'li bireylerin detaycılık, sistemli çalışma ve özveri gibi niteliklerini potansiyel avantajlar olarak görürken; önemli bir kısmı ise iletişim sorunları, sosyal uyum zorlukları ve müşteriyle etkileşimde yaşanabilecek problemleri istihdam önünde engel olarak değerlendirmiştir. Bu durum, işverenler açısında istihdam kararlarını güçleştirdiği kanısına varılmaktadır.

Üçüncü olarak, işverenlerin OSB'li bireylerden beklentilerinin, büyük ölçüde genel çalışan profiline benzer şekilde konumlandığı ancak işin yapılabilirliği açısında bazı beklentilerin olduğu anlaşılmaktadır. Bu beklentiler arasında iş disiplinine sahip olma, temel görevleri yerine getirme ve kurumsal ortama uyum sağlama gibi kriterler öne çıkarken; bu beklentilerin şekillenmesinde bireysel deneyimler, bilgi düzeyi ve sosyal çevre etkili olmaktadır.

Son olarak, araştırmada işverenlerin büyük kısmı, eğitim, farkındalık çalışmaları ve dışsal destek mekanizmalarının önemini kabul etmekte, ancak bu unsurların çoğunlukla eksik veya yetersiz olduğunu ifade etmektedir. Katılımcılar, işe alım sürecinde rehberlik sağlayacak uzman desteği, mevzuat yönlendirmeleri ve işyeri içi eğitim programlarının, OSB'li bireylerin istihdamına yönelik olumlu tutumların gelişmesini destekleyeceğini belirtmiştir. Bu bağlamda, eğitim ve destek sistemlerinin geliştirilmesinin, kapsayıcı işe alım politikalarının oluşturulmasında belirleyici bir rol oynaması gerektiği açıkça ortaya çıkmaktadır.

Araştırmanın sınırlılıkları bağlamında bakıldığında çalışmanın bulguları, nitel veri toplama yönteminin doğası gereği genellenebilirlik amacı taşımamakta, ancak belirli bir sektörel bağlam içinde anlamlı içgörüler sağlamaktadır. Görüşmeler yalnızca Ankara iliyle sınırlıdır ve katılımcı sayısı 16'dır. Ayrıca, bazı katılımcıların OSB kavramına dair bilgi düzeyleri oldukça düşük olduğundan, görüşme sırasında verilen cevapların içerik derinliği sınırlı düzeyde kaldığı görülmektedir.

Bu araştırma ışığında gelecekte yapılacak çalışmalarda deneyimsel temelli vaka çalışmaları geliştirilmelidir. Gerçekten OSB'li birey istihdam eden acentelerin deneyimlerinin yer aldığı vaka analizleri, sektörel politika ve uygulama açısından örnek oluşturabilir. Eğitim müdahalelerinin etkisi ölçülebilir. İşverenlere yönelik kısa süreli farkındalık eğitimlerinin, istihdama yönelik tutum ve kararlar üzerindeki etkisi deneysel ya da karma yöntemli bir tasarımla araştırılabilir. Nitel analizlere sayısal ölçeklerle destek verilebilir. Tutum, kaygı ve beklentileri ölçmeye yönelik yapılandırılmış ölçeklerin kullanımı, betimsel bulgulara analitik derinlik katabilir.

Kaynakça

Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. Organizational Behavior and Human Decision Processes, 50(2), 179–211.

American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.). American Psychiatric Publishing.

Arisoy, A. (2022). Sosyal hizmetle ilgili eğitim alma durumuna göre gençlerin engelli bireylere yönelik tutumları. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Dergisi, 6(2), 294–308. https://doi.org/10.31200/makuubd.1141151

Arslan, K. (2023). Otizmli bireylere yönelik toplumsal farkındalık düzeyinin incelenmesi. Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi, 11(34), 28–47. https://doi.org/10.33692/ avrasyad.1167352

Baltacı, A. (2019). Nitel araştırma süreci: nitel bir araştırma nasıl yapılır? Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 5(2), 368–388. https://doi.org/10.31592/aeusbed.598299

Baron-Cohen, S., ve Wheelwright, S. (2004). The empathy quotient: An investigation of adults with Asperger syndrome or high functioning autism, and normal sex differences. Journal of Autism

and Developmental Disorders, 34(2), 163–175. https://doi.org/10.1023/B:JADD.0000022607.19833.00

Guest, G., Bunce, A., ve Johnson, L. (2006). How many interviews are enough? Field Methods, 18(1), 59–82. https://doi.org/10.1177/1525822X05279903

Hedley, D., Cai, R., Uljarevic, M., Wilmot, M., Spoor, J., Richdale, A., ve Dissanayake, C. (2017). Employment programs and interventions targeting adults with autism spectrum disorder: A systematic review of the literature. Autism, 21(8), 929–941.

Hernandez, B., Keys, C., ve Balcazar, F. (2000). Employer attitudes toward workers with disabilities and their ADA employment rights: A literature review. Journal of Rehabilitation, 66(4), 4–16.

Hıdıroğlu, S., Peker, Ş., Karavuş, M., Tepe, P., Akçabey, S., Kaya, A., ... ve Save, D. (2022). Otizmde spor etkinliklerinin davranış ve sosyalleşme üzerindeki olası etkilerini değerlendiren niteliksel bir çalışma. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Tıp Dergisi, 9(3), 277–284. https://doi.org/10.47572/muskutd.997979

Kaldık, B. (2022). Üniversitedeki Z kuşağının engelli bireylere yönelik tutumları üzerine bir araştırma. Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi(23), 39–53. https://doi.org/10.29029/busbed.1029744

Kanner, L. (1968). Autistic disturbances of affective contact. Acta Paedopsychiatrica, 35(4), 100–136. http://www.th-hoffmann.eu/archiv/kanner/kanner.1943.pdf

Kocman, A., ve Weber, G. (2018). Job satisfaction, quality of work life, and work motivation in employees with intellectual disabilities. Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities, 31(1), 1–22.

Lincoln, Y. S., ve Guba, E. G. (1985). Naturalistic inquiry. Sage Publications.

Lindsay, S., Cagliostro, E., Albarico, M., Mortaji, N., ve Karon, L. (2018). Employers' perspectives of including young people with disabilities in the workforce. Disability and Rehabilitation, 41(24), 2910–2920.

Lovaas, O. I. (1987). Behavioral treatment and normal educational and intellectual functioning in young autistic children. Journal of Consulting and Clinical Psychology, 55(1), 3–9.

Maya, R. (2020). Understanding autism and its management: Strategies for improvement. Autism Spectrum Review, 6(3), 14–25.

Miles, M. B., ve Huberman, A. M. (1994). Qualitative data analysis: An expanded sourcebook (2nd ed.). Sage Publications.

Morse, J. M. (2000). Determining sample size. Qualitative Health Research, 10(1), 3–5. https://doi.org/10.1177/104973200129118183

Nowell, L. S., Norris, J. M., White, D. E., ve Moules, N. J. (2017). Thematic analysis: Striving to meet the trustworthiness criteria. International Journal of Qualitative Methods, 16(1), 1–13. https://doi.org/10.1177/1609406917733847

Patton, M. Q. (1999). Enhancing the quality and credibility of qualitative analysis. Health Services Research, 34(5 Pt 2), 1189–1208.

Shiva Dalili, ve Bahman Zohuri. (2023). Understanding autism spectrum disorder (ASD): Unraveling the mysteries (A short review). Management Studies, 11(5). https://doi.org/ 10.17265/ 2328-2185/2023.05.004

Stone, D. L., ve Colella, A. (1996). A model of factors affecting the treatment of disabled individuals in organizations. Academy of Management Review, 21(2), 352–401.

Tunçalp, D. (2021). Nitel araştırmalarda paradigmalar, yöntembilimleri ve araştırma titizliği. Yönetim ve Organizasyon Araştırmaları Dergisi. https://doi.org/10.15659/yoad.6.2.001

Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği. (2024). Levhaya kayıtlı sigorta acenteleri listesi. https://www.tobb.org.tr/SigortacilikMudurlugu/SigortaAcenteleri/Sayfalar/Levhaya-Kayitli-Acente-Sorgu-Sayfasi.php

KENT KONSEYLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR KENTLERİN OLUŞUMUNDAKİ ROLÜ: YEREL YÖNETİŞİM VE KATILIMIN ÖNEMİ

Gözde KESTELLİOĞLU

Özet

Günümüz literatüründe küreselleşme ve yerelleşme birlikte ele alınırken, kentler hem sorunların kaynağı hem de çözümlerin merkezî aktörleri olarak tanımlanmaktadır. Bu bağlamda sürdürülebilir kent; doğal kaynakların taşıma kapasitesini aşmadan, hem bugünkü hem de gelecek kuşakların ihtiyaçlarını karşılayabilen kent olarak ifade edilebilir. 1992 BM Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda vurgulanan yerelleşme anlayışıyla birlikte ortaya çıkan Yerel Gündem 21 programı kapsamında, kent konseyleri sürdürülebilir kalkınmanın —özellikle 2016'da yürürlüğe giren Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) ışığında— yerel düzeyde uygulanmasında önemli yönetişim mekanizmaları olarak değerlendirilmektedir.

Bu çalışma, Türkiye'de kent konseylerinin sürdürülebilir kentleşme politikaları içindeki rolünü analiz etmeyi ve bu yapıların katılımcı yerel yönetişim açısından işlevselliğini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. SKA'lar doğrultusunda kentlerin sosyal, çevresel ve ekonomik boyutlarda dönüşüm geçirmesi gerektiği vurgulanmakta; bu dönüşümün başarısı ise yerel düzeyde katılım mekanizmalarının güçlendirilmesiyle ilişkilendirilmektedir. Bu çerçevede, kent konseyleri; sivil toplumun, meslek odalarının, akademik çevrelerin ve bireylerin yerel karar alma süreçlerine dâhil olduğu demokratik platformlar olarak değerlendirilmektedir.

Araştırma, nitel bir yöntemle yapılandırılmış ve belge taramasına dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. 5393 sayılı Belediye Kanunu ve Kent Konseyi Yönetmeliği gibi birincil yasal belgelerin yanı sıra, stratejik planlar, faaliyet raporları ve akademik literatür analiz edilmiştir. Çalışmada elde edilen veriler, betimsel analiz yöntemiyle değerlendirilmiş ve "yasal yapı", "sürdürülebilirlik katkısı", "uygulama sınırlılıkları" ve "iyi örnekler" başlıkları altında bulgulara ulaşılmıştır.

Bulgular, kent konseylerinin çevresel farkındalık, toplumsal kapsayıcılık ve yerel dayanışma alanlarında sürdürülebilirlik politikalarına katkı potansiyeli taşıdığını; ancak uygulamada katılımın çoğunlukla sembolik düzeyde kaldığını ortaya koymuştur. Bağımsız bütçe eksikliği, siyasi etki, süreklilik sorunları ve gönüllülüğe dayalı yapının zayıflığı, konseylerin işlevselliğini sınırlayan temel unsurlar olarak belirlenmiştir. Antalya, Ankara, İzmir gibi bazı kentlerde çevresel ve sosyal konularda başarılı uygulamalar gözlemlenmiş olsa da, bu başarıların genelleştirilebilir olmadığı ifade edilmiştir.

Sonuç olarak, kent konseylerinin sürdürülebilir kentleşme hedeflerine katkı sağlayabilmesi için yasal statülerinin güçlendirilmesi, belediye karar süreçlerine daha etkin biçimde dâhil edilmeleri ve toplumsal kapsayıcılık temelinde daha işlevsel yapılar hâline getirilmeleri gerektiği önerilmektedir. Bu yapılar, yalnızca öneri sunan değil; aynı zamanda dönüşüm yaratan katılımcı aktörlere dönüştürülmelidir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Kalkınma, Sürdürülebilir Kentler, Kent Konseyleri, Yönetişim, Katılım

Gözde Kestellioğlu, Arş. Gör. Dr., Erciyes Üniversitesi, gkestellioglu@erciyes.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5388-0054

Abstract

In the contemporary literature where globalization and localization are addressed simultaneously, cities are identified as both the sources of various challenges and central actors of potential solutions. Within this context, a sustainable city refers to an urban environment that meets the needs of present and future generations without exceeding the carrying capacity of natural resources. Emphasizing the importance of local mechanisms, the 1992 UN Conference on Environment and Development laid the foundation for the Local Agenda 21 program, which highlighted city councils (Kent Konseyleri) as crucial local governance structures for implementing sustainable development—particularly in alignment with the Sustainable Development Goals (SDGs) introduced in 2016.

This study aims to analyze the role of city councils in Turkey within the framework of sustainable urban policies and to evaluate their effectiveness as participatory local governance mechanisms. In line with the SDGs, cities are expected to undergo transformations across social, environmental, and economic dimensions, with the success of these transformations heavily dependent on the strengthening of participatory mechanisms at the local level. Accordingly, city councils are conceptualized as democratic platforms that engage civil society organizations, professional chambers, academics, and individuals in local decision-making processes.

Methodologically, the study adopts a qualitative design based on document analysis. Key legal texts such as the Municipal Law No. 5393 and the Regulation on City Councils, along with strategic plans, municipal activity reports, and academic literature, have been examined. The data were analyzed through descriptive analysis, and the findings are presented under four categories: legal framework, contributions to sustainability, implementation limitations, and best practices.

The findings indicate that city councils have the potential to contribute to sustainability policies in areas such as environmental awareness, social inclusion, and local solidarity. However, in practice, participation often remains symbolic. The lack of independent budgets, political interference, continuity issues, and the weakness of volunteer-based structures are identified as major obstacles limiting their effectiveness. While successful practices are observed in some metropolitan municipalities such as Antalya, Ankara, and İzmir, these cases are not broadly representative.

In conclusion, the study suggests that to enhance the contribution of city councils to sustainable urbanization goals, their legal status should be strengthened, their integration into municipal decision-making processes should be increased, and more functional and inclusive governance structures should be promoted. These councils must be transformed from advisory entities into active agents of local transformation.

Keywords: Sustainable Development, Sustainable Cities, City Councils, Governance, Participation

1. GİRİŞ

Kentler, insanlığın tarihsel gelişim süreci içinde ekonomik, sosyal, kültürel ve siyasal faaliyetlerin merkezi hâline gelmiştir. Ancak 21. yüzyılda karşı karşıya kalınan hızlı kentleşme, nüfus artışı, doğal kaynakların tükenmesi ve çevresel bozulmalar gibi sorunlar, kent yönetimlerinin sürdürülebilirlik temelinde yeniden yapılandırılmasını zorunlu kılmaktadır (Bulkeley & Betsill, 2005). Bu bağlamda, sürdürülebilir kentleşme; yalnızca çevresel dengelerin korunmasını değil, aynı zamanda sosyal adaletin sağlandığı, ekonomik kalkınmanın sürdürülebilir hâle getirildiği ve yönetişim ilkelerinin etkin bir biçimde uygulandığı şehir modellerini içermektedir (Jabareen, 2006).

Sürdürülebilir kentlerin oluşturulması, Birleşmiş Milletler'in 2015 yılında uzlaştığı ve 2016 yılında yürürlüğe giren Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) içinde doğrudan ve dolaylı olarak birçok hedefle ilişkilidir. Özellikle SKA 11 olan "Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar" hedefi, bu dönüşüm sürecinin küresel ölçekte önceliklendirildiğini göstermektedir (UNDP, 2015). Türkiye gibi hızlı kentleşen ülkelerde ise bu hedeflerin yerel düzeyde başarılabilmesi, katılımcı mekanizmaların güçlendirilmesi ve demokratik yönetişim uygulamalarının yaygınlaştırılmasıyla doğrudan ilişkilidir (Tunçer, 2016).

Bu çerçevede, kent konseyleri; sivil toplumun, meslek odalarının, akademik kurumların ve vatandaşların yerel karar alma süreçlerine katılımını sağlayan, kapsayıcı ve demokratik bir platform olarak öne çıkmaktadır. 5393 sayılı Belediye Kanunu'nun 76. maddesi ve Kent Konseyi Yönetmeliği ile yasal zemine kavuşturulan bu yapılar, Türkiye'de yerel demokrasinin güçlendirilmesi ve sürdürülebilirlik politikalarının tabana yayılması için önemli bir araç olarak kabul edilmektedir (Resmî Gazete, 2005; İçişleri Bakanlığı, 2006; Taştekin, 2017).

Ancak kent konseylerinin bu potansiyelini ne ölçüde gerçekleştirebildiği konusu, literatürde tartışma konusudur. Pek çok çalışma, konseylerin teorik olarak kapsayıcı yapılar olmasına karşın pratikte çeşitli sınırlılıklarla karşılaştığını ortaya koymaktadır. Katılımın sembolik düzeyde kalması, belediyelerle iş birliğinin yetersizliği, kaynak ve yetki eksikliği gibi sorunlar, kent konseylerinin etkinliğini sınırlamaktadır. Bununla birlikte, bazı başarılı uygulamalar; özellikle çevre, kadın hakları ve çocuk dostu şehirler gibi alanlarda, kent konseylerinin yerel düzeyde fark yaratabildiğini göstermektedir (Atvur, 2009; Kestellioğlu, 2020).

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de kent konseylerinin sürdürülebilir kentlerin oluşturulmasındaki rolünü analiz etmek, katılımcı yerel yönetişim açısından işlevselliğini sorgulamak ve mevcut zorlukları değerlendirmektir. Bu kapsamda aşağıdaki araştırma soruları belirlenmiştir:

- Türkiye'de kent konseylerinin sürdürülebilirlik politikalarına katkı düzeyi nedir?
- Katılımcı yerel yönetişim anlayışı kent konseyleri aracılığıyla ne ölçüde uygulanmaktadır?
- Kent konseylerinin etkinliğini artırmak için ne tür kurumsal ve yapısal düzenlemeler gereklidir?

Bu araştırma, Türkiye'deki kent konseylerini sürdürülebilirlik ekseninde değerlendiren sınırlı sayıdaki çalışmalardan biri olmayı hedeflemektedir. Literatürde daha çok yönetişim, sivil toplum ve katılım kavramları bağlamında ele alınan kent konseylerinin, sürdürülebilirlik politikaları üzerindeki etkisi yeterince araştırılmamıştır. Bu nedenle çalışma, hem kuramsal bir boşluğu doldurmakta hem de yerel düzeyde politika geliştirme sürecine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

2. YÖNTEM

Bu çalışma, **niteliksel bir literatür taraması** temelinde yapılandırılmıştır. Araştırma kapsamında, kent konseylerinin sürdürülebilir kent politikalarındaki yeri ve işlevselliği, ilgili kuramsal yaklaşımlar, yasal düzenlemeler ve Türkiye'deki uygulama örnekleri üzerinden incelenmiştir. Belge taramasına dayalı yöntem, özellikle kurumsal yapıların işleyişini anlamaya ve değerlendirmeye yönelik çalışmalarda yaygın olarak kullanılan bir yaklaşımdır (Bowen, 2009).

Çalışmada hem birincil hem de ikincil kaynaklardan yararlanılmıştır. Birincil kaynaklar; 5393 sayılı Belediye Kanunu**,** Kent Konseyi Yönetmeliği**,** Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları

(SKA) belgeleri, çeşitli belediyelerin stratejik planları, faaliyet raporları ve kent konseylerine ait yayınlardır. İkincil kaynaklar ise konu ile ilgili ulusal ve uluslararası literatürü içeren akademik makaleler, kitaplar ve raporlardır.

Belge taraması yöntemi, çalışma kapsamında dört ana başlık altında yapılandırılmıştır:

2.1. Yasal ve Kurumsal Belgelerin İncelenmesi

Kent konseylerinin yasal altyapısı, 5393 sayılı Belediye Kanunu'nun 76. maddesi **ve** 2006 tarihli Kent Konseyi Yönetmeliği temelinde analiz edilmiştir. Bu belgeler, kent konseylerinin kuruluşu, yapısı, işleyişi, karar alma mekanizmaları ve yerel yönetimlerle ilişkilerine dair çerçeveyi sunmaktadır. Ayrıca, Birleşmiş Milletler ve Yerel Yönetimler Orta Doğu ve Batı Asya Bölge Teşkilatı, Türkiye Kent Konseyleri Birliği, Türkiye Belediyeler Birliği (TBB) ve İçişleri Bakanlığı ile Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı) tarafından yayımlanan rehberler ve uygulama raporları da kurumsal değerlendirme açısından kullanılmıştır. Hem İçişleri Bakanlığı hem Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın ele alınmasının sebebi 2019 yılına kadar kent konseyleri ile ilgili hükümlerin yürütülmesinin yetkisinin İçişleri Bakanlığı'nda olması, 2019 yılı itibariyle ise o dönemki adı ile Çevre ve Şehir Bakanlığı'na (2021'den sonraki adı ile Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı) geçmesidir.

2.2. Stratejik Belgeler ve Uygulama Raporlarının İncelenmesi

Bazı büyükşehir ve il belediyelerinin stratejik planları ile kent konseylerine ilişkin faaliyet raporları, kent konseylerinin sürdürülebilirlik temelli uygulamalara nasıl katkı sunduğunun değerlendirilmesi açısından taranmıştır. Bu belgelerde çevre koruma, sosyal kapsayıcılık, kadın ve gençlik meclislerinin etkinliği gibi başlıklar öne çıkarılmıştır.

2.3. Akademik Literatür Taraması

Konuyla ilgili Türkçe ve İngilizce literatür sistematik olarak taranmış ve analiz edilmiştir. Sürdürülebilirlik, katılımcı yönetişim, kent konseyleri, sivil toplumun yerel yönetimlerdeki rolü gibi temalar altında yayımlanmış akademik yayınlardan yararlanılmıştır. Literatür taraması, yalnızca teorik arka planın kurulmasına değil, aynı zamanda Türkiye'deki uygulamaların eleştirel olarak değerlendirilmesine de katkı sağlamıştır (Kestellioğlu, 2020; Atılgan ve Yıldırım, 2022; Aksu ve Taştekin 2020).

2.4. Analiz Yaklaşımı

Belge taraması sonucunda elde edilen bilgiler betimsel analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir. Bu yöntemde belgelerde yer alan bilgiler önceden belirlenmiş temalar (sürdürülebilirlik, katılım, yönetişim, yerel aktörlerin rolü) çerçevesinde düzenlenmiş ve çözümlenmiştir. Bu analiz süreci, belgelerdeki ifadelerin doğrudan aktarımıyla değil, belirli kavramsal çerçeveler ışığında yorumlanmasıyla gerçekleştirilmiştir (Yıldırım & Şimşek, 2021).

Çalışmanın kapsamı, yalnızca belge taramasına dayandığı için elde edilen bulguların yorumu da metinler arası ilişkiler ve kavramsal bağlantılar temelinde yapılmıştır. Bu sayede çalışmanın nesnelliği ve akademik güvenilirliği artırılmıştır.

3. BULGULAR

Bu bölümde, kent konseylerinin sürdürülebilir kentlerin oluşumundaki işlevleri; belge taramaları ve literatürde yer alan değerlendirmeler doğrultusunda ele alınmıştır. Bulgular dört ana başlık altında yapılandırılmıştır: (1) yasal ve kurumsal yapı, (2) sürdürülebilirlik alanındaki potansiyel katkılar, (3) uygulama sorunları ve sınırlılıklar, (4) iyi uygulama örnekleri.

3.1. Kent Konseylerinin Yasal ve Kurumsal Yapısı

Kent konseyleri, Türkiye'de 5393 sayılı Belediye Kanunu'nun 76. maddesi ve 2006 tarihli Kent Konseyi Yönetmeliği ile yasal çerçeveye kavuşturulmuştur. Bu mevzuata göre, kent konseylerinin amacı; "kente ilişkin konularda hemşerilik bilinciyle sürdürülebilir kalkınma, çevreye duyarlılık, sosyal dayanışma ve katılımcılığı artırmak" olarak belirlenmiştir (Resmî Gazete, 2005; İçişleri Bakanlığı, 2006). Ancak söz konusu yasal düzenlemeler, konseylerin karar alma yetkisini değil, tavsiye niteliğinde görüş bildirme yetkisini öngörmektedir.

Yapısal olarak kent konseyleri; genel kurul, yürütme kurulu, meclisler (kadın, gençlik, engelli vb.) ve çalışma gruplarından oluşur. Bu yapı teoride kapsayıcı bir katılım modeli sunsa da, uygulamada bu mekanizmaların işlevselliği büyük ölçüde yerel yönetimlerin desteğine bağlıdır (Kestellioğlu, 2020).

3.2. Sürdürülebilirlik Alanında Katkı Potansiyeli

5393 sayılı Belediye Kanunu'nun 76'ıncı maddesine göre kurulan kent konseyleri şu şekilde ifade edilmiştir; "Kent konseyi, kent yaşamında; kent vizyonunun ve hemşehrilik bilincinin geliştirilmesi, kentin hak ve hukukunun korunması, sürdürülebilir kalkınma, çevreye duyarlılık, sosyal yardımlaşma ve dayanışma, saydamlık, hesap sorma ve hesap verme, katılım ve yerinden yönetim ilkelerini hayata geçirmeye çalışır.

Tablo 1: Kent Konseylerinin Sürdürülebilirlik Alanlarındaki Potansiyel Katkıları

Alan	**Potansiyel Katkı**
Çevresel Sürdürülebilirlik	Geri dönüşüm, enerji verimliliği, yeşil alanların korunması
Toplumsal Kapsayıcılık	Kadın, genç, engelli meclisleriyle eşit erişim ve hak temelli öneriler
Yerel Dayanışma ve Sosyal Sürdürülebilirlik	Mahalle düzeyinde dayanışma, afet direnci, eşitsizlikle mücadele

Yukarıdaki tabloda da bu çalışma için görselleştirildiği üzere kent konseyleri, sürdürülebilirlik bağlamında özellikle üç temel alanda katkı potansiyeline sahiptir (Özdemir, 2011; Aksu ve Taştekin, 2020):

- **Çevresel sürdürülebilirlik:** Çevre meclisleri ve/veya çalışma grupları aracılığıyla geri dönüşüm, su tasarrufu, enerji verimliliği ve yeşil alanların korunması gibi konularda farkındalık çalışmaları yürütülebilir. Kent Konseyi'nin en önemli sorumluluğu, kentte toplumun farklı

kesimlerini bir araya getirerek sosyal yardımlaşma ve dayanışmayı, çevreye duyarlı bir bakış açısını ve tüm vatandaşları ve kenti kapsayan bir katılım ruhunu teşvik etmektir.

- **Toplumsal kapsayıcılık:** Kadın, gençlik, çocuk ve engelli meclisleri; kentsel hizmetlerin herkes için erişilebilir ve adil olması yönünde katkı sağlayabilir.

- **Yerel dayanışma ve sosyal sürdürülebilirlik:** Mahalle bazlı dayanışma ağı kurma, afetlere karşı yerel direnci artırma, toplumsal eşitsizlikleri azaltma yönünde roller üstlenebilirler.

Bu alanlarda yürütülecek faaliyetler, yerel yönetimlerin stratejik planlarına entegre edildiğinde, kent konseyleri sürdürülebilirlik politikalarının yerelleştirilmesinde etkin araçlara dönüşebilir (Hordijk vd., 2015).

3.3. Uygulama Sorunları ve Sınırlılıklar

Literatürde ve yerel yönetim belgelerinde kent konseylerinin sürdürülebilirlik odaklı işlevlerini yerine getirmesinde çeşitli engellerin olduğu belirtilmektedir.

Kestellioğlu'na (2020) göre, kent konseylerinin yerel yönetişim ile demokratik katılımı ve sivil toplumla ilişkileri kurumsallaştırmak adına önemli bir araç olduğu kabul edilmekle birlikte, kentte konseylerinin ilk dönemlerindeki ivmeyi kaybetmesi ve literatürde ve sahada önerilen düzenlemelerin dikkate alınmaması sebebiyle yalnızca "sembolik yapılar" hâline gelme riski ile karşı karşıya olduğu çıkarımında bulunulmaktadır. Sivil toplum kuruluşları, konsey toplantılarının çoğu zaman "prosedürel bir zorunluluk" olarak görüldüğünü, kararların belediye meclisleri tarafından nadiren dikkate alındığını ve özellikle çevre, kadın ve gençlik gibi alanlarda sunulan önerilerin büyük kısmının uygulamaya geçirilmediğini belirtmektedir.

Kent konseylerinin teorik olarak tüm toplumsal kesimleri temsil eden bir yapıya sahip olması hedeflenmiştir. Özellikle kadın, gençlik, engelli ve çocuk meclisleri bu kapsayıcılığın araçları olarak öne çıkarılmıştır. Böylelikle yerelde yönetişim ve katılımın gerçekleşmesi kapsayıcı şekilde sağlanacaktır. Ancak birçok konseyde bu meclislerin işlevi oldukça sınırlıdır. Kestellioğlu (2020), bazı kentlerde kadın ve gençlik meclislerinin aktif projeler yürüttüğünü, ancak bu yapıların süreklilikten ve belediye ile güçlü iş birliğinden yoksun olduğunu ifade etmektedir. Bu durum, katılımın kurumsal değil bireysel ilişkiler üzerinden şekillendiğini göstermektedir. Ayrıca, farklı dönemlerde farklı kent konseylerinin pasif halde olduğu ya da bazı kentlerde hiç kurulmadığına dair bilgilere de farklı çalışmalarda rastlanmaktadır. Örneğin Kayseri Kent Konseyi belli bir dönem pasif kaldıktan sonra 2024 yılında yeniden aktif hale gelmek üzere yapılanmaya başlamıştır.

Kent Konseylerine dair başlıca sınırlılıklar ise şunlardır (Tunçer, 2016; Kestellioğlu, 2020):

- **Sembolik katılım:** Katılımcı görünümüne rağmen karar alma süreçlerine doğrudan etki edememeleri, birçok kent konseyi için katılımın yüzeysel kalmasına yol açmaktadır.

- **Kaynak ve bütçe yetersizliği:** Bağımsız bir bütçelerinin olmaması, özellikle çevresel ve sosyal projelerin uygulanmasını sınırlamaktadır.

- **Siyasi etki ve bağımsızlık sorunu:** Yerel yöneticilerin konsey üzerindeki etkisi, konseyin bağımsızlığını ve eleştirel kapasitesini zayıflatabilmektedir.

- **Gönüllülük ve süreklilik sorunu:** Sürdürülebilir kentleşmenin sağlanabilmesi sürecinde kent yönetiminin sorumluluğu büyük olduğu literatürde de değinilen bir husustur. Kenti ve kentleşme olgusunu tanıyan, yeterli, yetenekli ve donanımlı yöneticilerin kent yönetimi sürecine katılmaları gerekir. Diğer yandan sivil toplum örgütlerinin etkinliği artırılmalı ve kentle ilgili kararlara katılmaları sağlanmalıdır. Kent konseyleri bunu sağlayacak en iyi platformlardan biri olmasına rağmen, yönetimleri yapılanırken veya süreç esnasında yaşanılan çeşitli sıkıntılar, azalan katılım ve motivasyon düşüklüğü, sürdürülebilir etkinliklerin yürütülmesini zorlaştırmaktadır.

3.4. İyi Uygulama Örnekleri

Belge taramaları, bazı kentlerde kent konseylerinin sürdürülebilirlik konusunda daha aktif roller üstlendiğini göstermektedir (Kestellioğlu, 2020; www.kentkonseyleribirliği.org.tr, 2025; Çelik ve Gökçe, 2023):

- **Antalya Kent Konseyi**, çevre meclisinin yürüttüğü kıyı temizliği ve atık farkındalık kampanyalarıyla dikkat çekmektedir. Belediye ile iş birliği içinde atık azaltım planına katkı sunmuştur. Özellikle belediyeni Boğaçayı Projesi'ne karşı tamamen olmasa da ciddi düzeyde etkisi olduğu STK'lar tarafından ifade edilmektedir.

- **Ankara Kent Konseyi,** özellikle Türkiye Kent Konseyleri Birliği başkanlığını devraldığı 14. Dönem(Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. Yılı) ve sonrasında gittikçe artan bir ivme ile SKA'larla ilgili birçok alanda aktifliği noktasında dikkat çekmektedir.

- **Kadın Dostu Kent Projesine katılan kentlerin kent konseyleri (İzmir, Kars, Nevşehir, Şanlıurfa, Trabzon, Adıyaman, Antalya, Bursa, Gaziantep, Mardin, Samsun ve Malatya)**, Kadın Dostu Kentler Programına katılan kentlerin Kent Konseylerinin yürüttüğü çalışmaların, kadınların kente dair istek ve ihtiyaçlarını ifade edebilmeleri yönünde önemli olduğu ve Kent Konseylerinin Kadın Dostu Kentler inşa edilebilmesi için gerekli birimler olduğu anlaşılmıştır.

Bu örnekler, uygun destek ve kurumsal uyum sağlandığında kent konseylerinin sürdürülebilirlik süreçlerinde somut katkılar sunabileceğini göstermektedir. Ancak bu örnekler dahi belediye yönetiminin siyasi yapısı, konsey başkanının profili, yerel STK'ların gücü ve kamuoyu baskısı gibi değişkenlere bağlı olarak şekillenmektedir. Bu durum "uygulama farklılıklarının sistemden değil, kişisel ve yerel koşullardan kaynaklandığı" şeklinde değerlendirilebilir. Dolayısıyla kent konseylerinin yapısal gücü yerine, yerel düzeydeki siyasal ve toplumsal dinamikler belirleyici olmaktadır.

4. TARTIŞMA

Bu çalışma, kent konseylerinin sürdürülebilir kentleşme politikaları bağlamında nasıl bir rol üstlenebileceğini ve mevcut yapının bu potansiyele ne ölçüde cevap verebildiğini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bulgular, kent konseylerinin kurumsal olarak özellikle yerel katılım ve yönetişimi de sağlayacak sürdürülebilirlik hedeflerine yönelik önemli bir araç olmasına rağmen, uygulamada bu potansiyelin büyük ölçüde sınırlı kaldığını göstermektedir. Bu durum, literatürde daha önce yapılan çalışmalarla da örtüşmektedir.

Literatürde Türkiye'deki kent konseylerinin yerel yönetişim aracı olarak büyük umutlarla kurulduğunu ancak katılımın biçimsel düzeyde kaldığını ve konseylerin "etkisiz katılım mekanizmaları" haline

dönüşme riski taşıdığını belirtilmekte ve bunu özellikle belediye yönetimlerinin siyasi etkisine ve kaynak dağılımındaki dengesizliğe bağlanmaktadır. Örneğin Atılgan ve Yıldırım'ın (2022) da çalışmalarında yer verdiği "Türkiye'de retorikten öteye geçemeyen yerel yönetişim anlayışının uzantısı konumundaki kent konseylerinin…" minvalinde ifadeler ya da çıkarımlara diğer çalışmalarda da rastlanmaktadır. Bu çalışmada elde edilen bulgular da bu değerlendirmeleri desteklemekte; kent konseylerinin karar alma süreçlerine sınırlı etkisi olduğu, daha çok farkındalık çalışmalarıyla sınırlı kaldığı gözlemlenmektedir.

Kent konseylerinin sürdürülebilir kentleşme politikalarına katkı sunabilmesi için yalnızca yapısal bir mevcudiyet değil, aynı zamanda etkin bir katılım ortamı yaratılması gerekmektedir. Bu bağlamda Arnstein'in (1969) "(Vatandaş) Katılım(ı) Merdiveni" modeli oldukça anlamlıdır. Arnstein, katılımın gerçek anlamda demokratikleşebilmesi için, yurttaşların yalnızca bilgi verilerek değil; öneriler sunabilecekleri, karar süreçlerine aktif biçimde katılabilecekleri ve sonuçları denetleyebilecekleri bir yapının oluşturulması gerektiğini savunur. Kent konseylerinin mevcut durumu ise çoğu zaman bu merdivenin "danışma" ya da "sembolik katılım" basamaklarında kalmaktadır.

Buna karşılık, literatürde yer alan bazı iyi uygulama örnekleri; doğru koşullar sağlandığında kent konseylerinin yalnızca öneri sunan yapılar değil, aynı zamanda dönüştürücü aktörler hâline gelebileceğini göstermektedir. Örneğin, Antalya Kent Konseyi'nin çevresel sürdürülebilirlik konusunda gerçekleştirdiği iş birlikleri sayesinde belediye politikalarına yön verebildiğini belirtmiştir. Bu gibi örnekler, kent konseylerinin pasif yapılardan aktif katılım odaklı platformlara dönüşme potansiyelini ortaya koymaktadır (Atvur, 2009; Kestellioğlu, 2020).

Ancak bu dönüşüm, yalnızca kent konseylerinin iç dinamikleriyle değil; aynı zamanda belediye yönetimlerinin katılıma yönelik siyasal iradesi, merkezi idarenin destekleyici politikaları ve toplumsal bilinç düzeyiyle doğrudan ilişkilidir. Bu noktada UN-Habitat (2020) tarafından önerilen "Katılımcı Kent Yönetişimi Modeli" dikkate değerdir. Bu modele göre, sürdürülebilir şehirlerin oluşturulması için yalnızca çevresel yatırımlar değil, aynı zamanda katılımı kolaylaştırıcı kurumsal reformlar gereklidir.

Çalışmamızda kent konseylerinin özellikle kadın, gençlik ve çevre (engelli, yaşlı vd.) meclisleri aracılığıyla toplumsal kapsayıcılığa katkı sunabileceği görülmektedir. Bu durum, sürdürülebilirliğin yalnızca ekolojik değil; sosyal boyutlarını da içermesi gerektiği fikrini desteklemektedir (Jabareen, 2006). Örneğin, kadın meclislerinin kentsel güvenlik, ulaşım ve kamusal alanlara erişim konularında geliştirdiği politikalar, hem kadın hakları hem de sürdürülebilir kentsel yaşam açısından önemli katkılar sunmaktadır.

Ayrıca, sürdürülebilirlik hedeflerinin yerelleştirilmesi açısından kent konseyleri stratejik bir aracı temsil etmektedir. SKA 11 (Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar), yerel aktörlerin bu sürece dahil edilmesini açıkça önermektedir (UNDP, 2015). Kent konseyleri, bu hedefin sahada uygulanabilirliğini artırabilecek potansiyele sahiptir. Ancak bunun için yapısal güçlendirme, bağımsız bütçe ve daha fazla karar süreçlerine dahil edilme gibi reformlara ihtiyaç olduğu açıktır.

Son olarak, çalışmanın katkısı yalnızca mevcut durumu analiz etmekle sınırlı değildir; aynı zamanda gelecekteki politika yapıcılar için yerel düzeyde sürdürülebilirlik ile katılım arasında daha güçlü bir bağ kurulması gerektiğine dair öneriler geliştirme potansiyeline de sahiptir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, kent konseylerinin sürdürülebilir kentlerin oluşturulmasındaki yerini, kurumsal yapısını, potansiyel katkılarını ve karşılaştığı sınırlılıkları belge ve literatür taramasına dayalı olarak analiz etmiştir. Bunun dışında araştırmacının doktora tezinde sahadan elde ettiği verilerden de tespitler de ele alınmıştır. Elde edilen bulgular, kent konseylerinin yasal olarak sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda kurulmuş platformlar olduğunu; ancak uygulamada bu hedeflere ulaşmada çeşitli yapısal ve işlevsel sorunlarla karşı karşıya kaldıklarını ortaya koymaktadır.

Çalışmada, kent konseylerinin özellikle çevresel duyarlılık**,** toplumsal kapsayıcılık **ve** yerel katılımın teşviki gibi alanlarda sürdürülebilirlik politikalarına katkı sunabilecek yapılar olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu potansiyelin gerçekleşebilmesi için konseylerin yalnızca "öneri sunan" değil, aynı zamanda karar süreçlerine katılabilen, etkin ve kurumsal olarak tanınan yapılara dönüşmesi gerektiği vurgulanmıştır.

5.1. Temel Sonuçlar

- Kent konseyleri, sürdürülebilir kentleşme için önemli bir araç olmakla birlikte, çoğu zaman karar alma süreçlerine dahil edilmedikleri için etkisizleşmektedir.
- Çoğu kent konseyi, sınırlı bütçe, gönüllülük esasına dayalı çalışma, belediyeden bağımsız olamama gibi nedenlerle sürdürülebilirlik politikalarına katkı sunmakta zorlanmaktadır.
- Yerel düzeyde başarılı uygulamalar (Örneğin Antalya, İzmir, Ankara, Bursa gibi iller) göstermektedir ki; belediye ile güçlü iş birliği olan, aktif meclislerle çalışan kent konseyleri sürdürülebilirlik konusunda fark yaratabilmektedir.
- Kadın ve gençlik meclisleri başta olmak üzere toplumsal grupların temsili, kent yaşamında sosyal sürdürülebilirliğin güçlendirilmesine katkı sağlamaktadır.

5.2. Çalışmanın Sınırlılıkları

- Araştırma, belge ve literatür taramasına dayandığı için –araştırmacının doktora tezi esnasında doğrudan sahadan elde ettiği veriler sonucunda ifade ettiği bilgiler hariç- doğrudan sahadan veri toplanmamış; bu da uygulamaların detaylarına ilişkin bazı belirsizliklerin devam etmesine neden olmuştur.
- Türkiye'deki tüm kent konseylerini kapsamayan bu analiz, daha çok belirli iller üzerinden iyi uygulama örneklerine odaklanmıştır.
- Kent konseylerine ilişkin sayısal verilerin sınırlılığı, etkinlik ölçümünde analitik yaklaşımların kullanılmasını zorlaştırmıştır.

5.3. Öneriler

- **Yerel Yönetimlere Yönelik Öneriler;**
    - **Katılımı güçlendirmek için yapısal reformlar yapılmalı,** kent konseyleri belediyelerin stratejik planlama ve bütçe süreçlerine entegre edilmelidir.

- **Kent konseylerine bağımsız ve yeterli bütçe sağlanmalı,** bu yapılar sadece sembolik değil, işlevsel olarak desteklenmelidir.

- **Karar alma süreçlerine katılım artırılmalı,** kent konseylerinden gelen öneri ve raporların belediye meclislerinde değerlendirilmesi zorunlu hale getirilmelidir.

- **Toplumsal kapsayıcılık ilkesine uygun olarak,** kadın, genç, engelli ve çocuk meclisleri daha aktif çalıştırılmalı ve bu grupların ihtiyaçlarına özgü politikalar geliştirilmelidir.

- **Merkezi Yönetime ve Politika Yapıcılara Yönelik Öneriler;**

  - **Kent konseylerinin yasal statüsü güçlendirilerek**, tavsiye niteliğindeki kararlarının bağlayıcılığı artırılabilir.

  - **Kent Konseyi Yönetmeliği güncellenerek,** sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda konseylerin görev alanları netleştirilmeli, denetim ve şeffaflık ilkeleri güçlendirilmelidir.

  - **Kent konseylerinin performans değerlendirmeleri yapılmalı**, iyi uygulama örnekleri ulusal düzeyde teşvik edilmelidir.

- **Akademik ve Sivil Toplum Alanına Yönelik Öneriler;**

  - **Kent konseylerinin sürdürülebilirliğe katkısı üzerine ampirik araştırmalar artırılmalı**, nicel ve nitel veri temelli çalışmalar yapılmalıdır.

  - **Sivil toplum kuruluşları ile kent konseyleri arasında ağ yapıları kurulmalı**, ortak projeler teşvik edilmelidir.

  - **Üniversiteler, kent konseyleriyle iş birliği yaparak,** katılımcı yerel yönetişimin yaygınlaştırılmasına katkı sunmalıdır.

Sonuç olarak; Sürdürülebilirlik, yalnızca teknik ve altyapısal yatırımlarla sağlanamaz; aynı zamanda güçlü bir toplumsal sahiplenme, yerel katılım ve demokratik yönetişimle desteklenmesi gerekir. Bu açıdan kent konseyleri, Türkiye'nin sürdürülebilir kentleşme hedeflerine ulaşmasında dönüştürücü bir aktör olabilir. Ancak bu potansiyelin açığa çıkarılması, mevcut yasal, yapısal ve işlevsel sorunların giderilmesine bağlıdır.

Son olarak son dönemde kent konseylerine dair artan şekilde ifade edilen tüm öneriler için 11-12-13 Kasım 2024 tarihinde gerçekleştirilen kent konseyleri temsilcileri, (araştırmacının da davet edildiği) akademisyenler ve merkezi yönetimden bakanlık temsilcilerinin yer aldığı Kent Konseyleri Mevzuat Çalıştayı gerçekleştirilmiş olup, 2025 yılı içerisinde bu çalıştayın raporunun yayınlanması ve uygulamaya etkileri beklenmektedir.

Kaynakça

Aksu, H. ve Taştekin, A. (2020). Kent Konseyleri Üzerinin Yerel Demokrasiye Katkısı: Kent Konseyleri Üzerine Bir Araştırma, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, (TBMM'nin 100. Yılı ve Millî İrade Özel Sayısı), 190-203. https://doi.org/10.32709/akusosbil.737542

Arnstein, S. R. (1969). A ladder of citizen participation. *Journal of the American Institute of Planners*, *35*(4), 216–224. https://doi.org/10.1080/01944366908977225

Atılgan, Z. ve Yıldırım, K. (2022). Türkiye'de Yerel Yönetişim Modeli Olarak Kent Konseyleri: Gerekliliği ve Karşılaşılan Temel Açmazları Üzerine Bir Değerlendirme, Takvim-i Vekayi, 10(2), 178-213.

Atvur, S. (2009). Yerel Gündem 21 ve Çevre: Antalya Kent Konseyi Örneği, C. Ü. Sosyal Bilimler Dergisi, 35(2), 231-241.

Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, *9*(2), 27–40. https://doi.org/10.3316/QRJ0902027

Bulkeley, H., & Betsill, M. (2005). Rethinking sustainable cities: Multilevel governance and the 'urban' politics of climate change. *Environmental Politics*, *14*(1), 42–63. https://doi.org/10.1080/0964401042000310178

Çelik, E. ve Gökçe, D. (2023). Kadınların Kentsel Mekâna Katılımı Ve Kadın Dostu Kent İlişkisi Bağlamında Kent Konseylerinin İncelenmesi, Yalvaç Akademi Dergisi, 8(2), 30-45.

Hordijk, M., Sutherland, C., Scott, D., and Miranda Sara, L. (2015). Participatory Instruments and Practices in Urban Governance. 10.1007/978-3-319-21272-2_7.

Jabareen, Y. (2006). Sustainable urban forms: Their typologies, models, and concepts. *Journal of Planning Education and Research*, *26*(1), 38–52. https://doi.org/10.1177/0739456X05285119

Kestellioğlu, G. (2020). Türkiye'de Kent Konseyleri ve Sivil Toplum Kuruluşları Nitel Bir Alan Araştırması, Doktora Tezi, T.C. Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Anabilim Dalı, Kayseri.

Özdemir, A. T. (2011). Mahalli idarelerde halk katılımı bağlamında kent konseyleri. Sayıştay Dergisi, (83), 31-56.

Resmî Gazete. (2005). *Belediye Kanunu (Kanun No: 5393)*. Kabul tarihi: 03.07.2005. https://www.mevzuat.gov.tr/

Resmi Gazete, (2006) ve (2019). Kent Konseyi Yönetmeliği, (No: 26313, 08.10.2006, Değişik: No: 30782 23.05.2019), https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=10687&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5

TBB – Türkiye Belediyeler Birliği. (2022). *İyi uygulama örnekleriyle kent konseyleri raporu*. https://www.tbb.gov.tr/

Taştekin, A. (2017). Kent Konseyleri'nin Yerel Demokrasi Açısından İşlevselliği (Gaziantep Örneği), Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 19(1), 95-109.

Tunçer, P.(2016). Sürdürülebilir Kentleşme Politikaları ve Türkiye, Turkish Studies, 11(2), 1267-1300, DOI Number: http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.9366

UNDP. (2015). *Sustainable Development Goals (SDGs)*. United Nations Development Programme. https://sdgs.un.org/goals

UN-Habitat. (2020). *Strategic plan 2020–2023*. United Nations Human Settlements Programme. https://unhabitat.org/sites/default/files/documents/2019-09/strategic_plan_2020-2023.pdf

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2021). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (12. baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

BİYODİZEL ÜRETİM VERİMLİLİĞİNİ ARTTIRMADA FARKLI KATALİZÖR KULLANIMI VE REAKSİYON ŞARTLARINI İYİLEŞTİRMEYE YÖNELİK ÇALIŞMALAR

Güven DEMİRTAŞ

Özet

Fosil yakıt kaynaklarının rezervlerindeki azalma ve enerji için bu kaynaklardan üretilen yakıtların kullanımı sonrasında yaşanan çevresel kirlilik, alternatif yakıtlara yönelik olan araştırmaları devam ettirmektedir. Enerjinin önemli bir payı, içten yanmalı motorlarda kullanılmaktadır. Son zamanlarda elektrikli araçlara olan talep fazla olsa da, enerji üretimi, lojistik ve tarım gibi sektörlerde özellikle dizel motorlar kullanılmakta ve kullanılmaya devam edileceği de öngörülmektedir. Fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından dizel motor yakıtına alternatif olabilecek en uygun yakıt biyodizeldir. Biyodizel bitkisel, hayvansal ve atık yağlardan üretilebildiği için sürdürülebilir bir alternatif sunmaktadır. Bu nedenle, biyodizelin üretim maliyetlerini azaltmak için çeşitli yeni teknikler üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Biyodizel üretiminde başlıca dört teknik olan transesterifikasyon, hidrojenasyon, piroliz ve mikroemülsiyon uygulanmaktadır. En yaygın yöntem olan **transesterifikasyon,** bitkisel veya hayvansal yağların bir alkol (genellikle metanol) ve bazik/asidik/enzimatik bir katalizör ile reaksiyona dahil edilerek biyodizel (metil ester) ve gliserine dönüştürülmesidir. Bu yöntem, düşük maliyetli ve veriminin yüksek olması sebebiyle endüstriyel ölçekte sıklıkla tercih edilmektedir. Biyodizel üretiminde temel süreç olan transesterifikasyon işleminin verimliliğini arttırmaya yönelik olarak çeşitli katalizörler ve uygulamalar üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Bir yandan homojen, heterojen, enzim bazlı ve nanomalzeme gibi katalizör uygulamaları, diğer yandan plazma, ulrasonik karıştırma, mikrodalga, süper kritik ve ultrasonik radyasyon gibi yeni teknolojiler biyodizel üretim verimliliğini arttırmaya yönelik teknikler olarak değerlendirilmektedir. Bu derleme çalışmasında biyodizel üretiminde verimliliği arttırmaya yönelik olan çeşitli katalizörler ve üretim teknolojileri incelenmiştir. Ayrıca, bu uygulamaların avantaj ve dezavantajları sunulmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: biyodizel, alkol, transesterifikasyon, nanopartikül, dizel motor

Güven Demirtaş (SY), Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, guven.demirtas@yobu.edu.tr, ORCİD: 0000-0001-5341-001X

Abstract

The depletion of fossil fuel reserves and the environmental pollution caused by the use of fuels derived from these sources for energy continue to drive research into alternative fuels. A significant portion of energy is used in internal combustion engines. Although demand for electric vehicles has increased recently, diesel engines are still widely used and are expected to remain in use particularly in sectors such as energy production, logistics, and agriculture. In terms of physical and chemical properties, biodiesel is the most suitable alternative to diesel fuel. Since biodiesel can be produced from vegetable oils, animal fats, and waste oils, it offers a sustainable alternative. For this reason, various new techniques are being studied to reduce biodiesel production costs. Four main techniques are applied in biodiesel production: transesterification, hydrogenation, pyrolysis, and microemulsion. The most common method, transesterification, involves the reaction of vegetable or animal oils with an alcohol (typically methanol) and a basic/acidic/enzymatic catalyst to convert them into biodiesel (methyl ester) and glycerin. This method is frequently preferred on an industrial scale due to its low cost and high efficiency. Studies are being conducted on various catalysts and applications to improve the efficiency of the transesterification process, which is the fundamental step in biodiesel production. On one hand, homogeneous, heterogeneous, enzyme-based, and nanomaterial catalyst applications are being explored, while on the other hand, new technologies such as plasma, ultrasonic mixing, microwave, supercritical, and ultrasonic radiation are being evaluated as techniques to enhance biodiesel production efficiency. In this review study, various catalysts and production technologies aimed at improving biodiesel production efficiency are examined. Additionally, the advantages and disadvantages of these applications are presented.

Keywords: biodiesel, alcohol, transesterification, nanoparticle, diesel engine

1. Giriş

Dünya enerji arzının büyük bir kısmı fosil kaynaklardan elde edilmektedir. Artan dünya nüfusu ile birlikte bu enerjiye olan bağımlık günden güne artma eğilimindedir. Fosil kaynaklardan sağlanan enerjinin önemli bir kısmı taşıtlar, tarım, lojistik, enerji üretimi gibi çeşitli alanlarda çalıştırılan içten yanmalı motorlarda kullanılmaktadır. Ancak, fosil yakıtların çevresel etkileri ve rezervlerin tükenme riski, enerji tedariki konusunda endişelere yol açmaktadır (Miao ve ark. 2009; Thanh ve ark. 2022;). Bu endişeler, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimi hızlandırmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı çevresel, ekonomik ve sosyal açıdan sürdürülebilirliği sağlamaktadır. Böylece, fosil yakıtlara kıyasla daha düşük emisyon, karbon ayak izini azaltmaktadır. Kükürt dioksit, azot oksitler ve partikül madde miktarlarının düşürülmesiyle hava kirliliği azaltılmaktadır. Atık sorunu azaldığı için su ve toprak kirliliği de minimize edilmektedir. Ayrıca, enerji konusunda dışa bağımlığı azaltma ve toplumsal refahı arttırıcı bir rol üstlenmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında biyodizel bu konuda ön plandadır. Biyodizel, dizel motorlarda doğrudan veya karışım halinde kullanılabilen sürdürülebilir bir alternatiftir. Biyodizel bitkisel, hayvansal ve atık yağlar gibi yenilenebilir kaynaklardan genellikle transesterifikasyon yöntemi ile üretilebilen, oksijen içeren uzun zincirli yağ asitlerinin metil veya etil esterlerinden oluşmaktadır. Yağların esterleştirilmesindeki amaç, yüksek viskoziteye neden olan gliserini uzaklaştırmaktır (Mandari ve Devarai, 2021; Prajapati ve ark. 2024). Viskozitesi yüksek olan yağların dizel motorlarda direkt olarak kullanımı motorda tortulara, enjektör koklaşması ve piston segman yapışması gibi sorunlar ortaya çıkarmaktadır. Bununla birlikte yüksek viskozite, yakıtın kötü atomizasyona ve buharlaşma kabiliyetinin azalmasına neden olmaktadır. Ham bitkisel yağların yakıt özellikleri transesterifikasyondan farklı olarak hidrojenasyon, piroliz ve mikroemülsiyon gibi yöntemler ile iyileştirilebilmektedir. Ancak bu teknikler, transesterifikasyon yöntemine kıyasla maliyet, istenilen

yakıt özelliklerine ulaşamama, motorda uzun süre kullanım sonrası tortu birikimi gibi çeşitli sorunlara neden olabilmektedir. Bu nedenle transesterifikasyon reaksiyonlarının farkı katalizörler ve teknikler uygulanarak verimliliğini arttırmaya yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmada, biyodizel üretim verimliliğini arttırmaya yönelik olarak son çeşitli katalizörler ve karıştırma yöntemleri üzerine bir değerlendirme yapılmıştır.

2. Transesterifikasyon Reaksiyonu ve Verimlilik Üzerine Etkili Faktörler

Transesterifikasyon reaksiyonunun verimliliği, katalizör seçimi, alkol/yağ oranı, sıcaklık, karıştırma ve hammadde kalitesi gibi birçok faktöre bağlıdır. Alkali katalizörler, düşük maliyet ve yüksek verim nedeniyle yaygın olarak kullanılsa da, yüksek serbest yağ asidi içeren yağlar için asit katalizörler veya iki aşamalı prosesler tercih edilmelidir. Heterojen katalizörler ve süperkritik yöntemler, çevresel sürdürülebilirlik açısından gelecek vaat etmektedir. Optimizasyon çalışmaları, biyodizel üretim maliyetlerini düşürerek fosil yakıtlara alternatif olma potansiyelini aktırmaktadır. Transesterifikasyon reaksiyon verimliliğini etkileyen temel faktörler aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- Reaksiyon sıcaklığı
- Reaksiyon süresi
- Katalizör türü
- Katalizör konsantrasyonu
- Alkol/yağ molar oranı
- Karıştırma hızı
- Hammadde kalitesi (serbest yağ asitleri ve nem içeriği)

3. Transesterifikasyon Verimliliğini Artırmaya Yönelik Yöntemler

Biyodizel üretmek için en popüler ve tasarruflu yöntem, trigliseritlerin, alkol ile alkali, asidik veya enzimatik katalizör eşliğinde transesterifikasyon reaksiyonudur. Reaksiyon koşulları altında yüksek aktivite nedeniyle, Potasyun hidroksit (KOH) ve sodyum hidroksit (NaOH) gibi katalizörler biyodizel üretmek için yaygın olarak kullanılır. Ancak, bir katalizörü ayırmak zor olabilir ve önemli miktarda atık su üretmektedir (Verma ve ark. 2023). Bu nedenle farklı türde katalizörler kullanılarak hem atıkların azaltılması hem de reaksiyon verimliliği arttırılabilmektedir.

3.1. Homojen Katalizörler

Biyodizel üretiminde homojen katalizörler (NaOH, KOH, H_2SO_4 gibi), transesterifikasyon reaksiyonunu hızlandırarak yağların metil esterlere dönüşümünü sağlar. Bazik katalizörler (NaOH/KOH), düşük sıcaklıkta yüksek verim (%90-98) sunar ve endüstride yaygın şekilde kullanılmaktadır. Ancak, yağdaki serbest asitlerle sabunlaşmaya neden olabilir. Asidik katalizörler (H_2SO_4) ise yüksek asitli yağlarda kullanılır, fakat reaksiyonu yavaşlatır. Homojen katalizörler ucuz ve etkili olmasına rağmen, geri kazanım zorluğu ve atık su sorunları nedeniyle sınırlıdır. Bu nedenle alternatif katalizör araştırmaları artmıştır.

Alkali Katalizörler (NaOH, KOH) en yaygın kullanılan katalizörlerdir. Yüksek verim sağlarlar, ancak safsızlıklara (serbest yağ asitleri) duyarlıdırlar (Meher et al., 2006). Bu bileşikler, trigliseritlerin alkollerle (genellikle metanol veya etanol) reaksiyonunu hızlandırarak yağ asidi metil esterlerini (FAME) ve gliserin yan ürününü oluşturur.

Alkali katalizörlerin transesterifikasyon reaksiyon sürecinde **kimyasal etki mekanizması öncelikle alkoksit oluşumu** NaOH/KOH, metanol ile reaksiyona girerek **metoksit (CH_3O^-)** iyonu oluşturur:

$CH_3OH + NaOH \rightarrow CH_3O^-Na^+ + H_2OCH_3OH + NaOH \rightarrow CH_3O^-Na^+ + H_2O$

Nükleofilik saldırı olarak adlandırılan süreçte metoksit, trigliseritin karbonil grubuna (**C=O**) saldırarak bir ara kompleks oluşturmaktadır. Ester ve gliserin üretiminde ara ürün, yağ asidi metil esteri (biyodizel) ve gliserine parçalanır.

Bu reaksiyonun avantajları;

- **Yüksek Reaktivite:** Bazik ortam, transesterifikasyonu asidik katalizörlere göre 4000 kat daha hızlı gerçekleştirir.
- **Düşük Sıcaklıkta Verim:** 50–70°C gibi düşük sıcaklıklarda bile **%90–98 verim** sağlar.
- **Ekonomiklik:** Endüstriyel ölçekte ucuz ve kolay bulunurlar.

Bu yöntemin dezavantajları ise;

- Yağdaki serbest yağ asitleri (FFA > %1) veya su varlığında sabun oluşumu verimi düşürmektedir.
- Su hassasiyeti mevcuttur ve su, bazik katalizörü nötralize ederek hidrolizi tetikler.
- Reaksiyon sonrası katalizör, gliserin fazında kalır ve nötralizasyon tuz atığı üretir.

Asit Katalizörler (H_2SO_4, HCl): Asit katalizörler (sülfürik asit, hidroklorik asit, fosforik asit gibi), özellikle serbest yağ asidi (SYA) oranı yüksek ham maddelerde tercih edilir. Bazik katalizörler, yüksek SYA içeren yağlarda sabunlaşmaya neden olarak verimi düşürürken, asit katalizörler bu sorunu önler. Ayrıca, atık yağlar gibi düşük kaliteli ham maddelerin işlenmesinde asit katalizörler daha etkilidir.

Asit katalizörlü transesterifikasyon, yüksek sıcaklık ve basınçta gerçekleşir. Reaksiyon yavaş ilerlediği için uzun süre ve fazla enerji gerekir. Ancak, yüksek verim ve düşük yan ürün oluşumu avantaj sağlar. Ayrıca, asit katalizörler su varlığına daha toleranslıdır, bu da proses esnekliği sunar (Canakci & Van Gerpen, 2001)..

Bununla birlikte, asit katalizörlerin aşındırıcı olması, ekipman maliyetini artırır. Ayrıca, nötralizasyon aşamasında tuz oluşumu ve atık su sorunları ortaya çıkabilir. Bu nedenle, süreç optimizasyonu ve katalizör geri kazanımı önemlidir.

Sülfürik asit (H_2SO_4) en yaygın kullanılan asit katalizördür. Yüksek reaktiviteye sahiptir ve transesterifikasyonu verimli şekilde gerçekleştirir. Ancak, aşındırıcı olduğu için paslanmaz çelik reaktörler gerektirir**.** Hidroklorik asit (HCl) güçlü bir asit katalizördür, ancak sülfürik asitten daha az yaygındır. Yüksek sıcaklıklarda etkilidir, fakat ekipmana zarar verme riski vardır. Fosforik asit (H_3PO_4)

daha az aşındırıcıdır, bu nedenle ekipman koruması açısından avantajlıdır. Fakat, reaksiyon hızı sülfürik asit kadar yüksek değildir. Organik asitler (p-Toluen sülfonik asit, sülfanilik asit gibi) daha az aşındırıcı alternatiflerdir. Özellikle yeşil kimya uygulamalarında tercih edilebilir.

3.2. Heterojen Katalizörler

Heterojen katalizörler, reaksiyon ortamında çözünmeyen katı yapıda olup, başlıca metal oksitler, zeolitler, hidrotalsitler, sülfonlu karbonlar ve asit/bazik karakterdeki diğer katı malzemelerden oluşur. Öne çıkan heterojen katalizör örnekleri arasında CaO, MgO, Al_2O_3, ZrO_2, SO_4^{2-}/ZnO_2 ve Amberlyst gibi iyon değiştirici reçineler bulunur.

Bu katalizörlerin avantajları, filtreleme veya santrifüj ile ayrıştırılarak tekrar kullanılabilir. Nötralizasyon atığı oluşturmaz, atık su sorununu azaltır. Aşındırıcı etkisi düşük olduğundan daha ucuz malzemelerle çalışılabilmektedir (Kouzu et al., 2008; Nayab ve ark. 2022; Louhsakul ve Cheirsilp, 2022).

3.3. Biyokatalizörler (Enzimatik Katalizörler)

Lipaz enzimleri (Candida antarctica) kullanılarak yüksek saflıkta biyodizel elde edilebilir, ancak maliyet yüksektir. Biyodizel üretiminde geleneksel kimyasal katalizörlere alternatif olarak enzimatik katalizörler (lipaz enzimleri) giderek daha fazla ilgi görmektedir. Bu yöntemde, trigliseritlerin alkol ile esterleşme reaksiyonu, mikrobiyal kaynaklı lipaz enzimleri (Candida antarctica, Pseudomonas cepacia, Rhizomucor miehei gibi) kullanılarak gerçekleştirilir (Romos ve ark, 2022; lv ve ark, 2021; Kalita ve ark, 2022).

Yüksek seçiciliği sayesinde SYA ve su varlığında bile verimli çalışır, sabunlaşma meydana gelmez. Düşük enerji ihtiyacı oda sıcaklığında veya hafif ısıtmalı ortamlarda reaksiyon gerçekleşmesine olanak tanımaktadır. Toksik atık oluşturmaz, nötralizasyon gerektirmez. Ayrıca, atık yağlar, yüksek SYA içeren ham maddeler ve hatta alg yağları ile uyumluluğu avantajları arasında yer almaktadır.

Ancak, enzimlerin pahalı olması ve kullanım ömrünün sınırlılığı maliyeti arttırmaktadır. Kimyasal katalizörlere kıyasla daha uzun süre gerektirir. Metanol gibi kısa zincirli alkoller enzim stabilitesini olumsuz etkileyebilmesi dezavantajları olarak sayılabilir.

Enzimatik transesterifikasyon, lipaz enzimleri kullanılarak trigliseritlerin alkolle (genellikle metanol) reaksiyona girerek biyodizele dönüştürülmesi işlemidir. Proses temel olarak aşağıda bahsedilen adımlardan oluşmaktadır.

1. **Hazırlık Aşaması**: Ham yağ (bitkisel/hayvansal/atık yağ) filtre edilerek katı partiküllerden arındırılır. Yağ asidi içeriği %5'ten fazla ise ön esterifikasyon uygulanabilir.

2. **Enzim Seçimi**: Candida antarctica (CALB), Thermomyces lanuginosus veya Rhizomucor miehei kaynaklı lipazlar yaygın kullanılır. Enzimler serbest formda veya immobilize edilmiş (sabitleştirilmiş) olarak kullanılabilir.

3. **Reaksiyon Ortamı**: Yağ ve alkol (genellikle 1:3-1:6 molar oran), enzim ilavesiyle karıştırılır. Sistemde su aktivitesi %0-10 arasında tutulur. Reaksiyon 30-50°C'de, pH 7-9 aralığında gerçekleştirilir.

4. **Reaksiyon Süreci**: Karışım 4-48 saat süreyle çalkalanır. Enzimin stabilitesi için çözgen (t-bütanol gibi) eklenebilir. Sürekli sistemlerde paketli yatak reaktörler kullanılır.

5. **Ayırma ve Saflaştırma**: Reaksiyon sonunda enzim filtreyle ayrılır. Gliserin fazı çöktürülerek, biyodizel yıkanarak ve distile edilerek saflaştırılır.

6. **Enzim Geri Kazanımı**: İmmobilize enzimler yıkanarak tekrar kullanılabilir (5-10 kez).

3.4. Reaksiyon Koşullarının İyileştirilmesi

Biyodizel üretiminde transesterifikasyon reaksiyonunun verimini artırmak için reaksiyon koşullarının optimizasyonu kritik öneme sahiptir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, sıcaklık, katalizör türü, alkol/yağ oranı ve reaksiyon süresi gibi parametrelerin optimize edilmesine odaklanmaktadır.

Sıcaklık Optimizasyonu: Reaksiyon hızı ve verim üzerinde doğrudan etkili olan sıcaklık, genellikle 50-70°C aralığında tutulur. Yapılan çalışmalar, aşırı yüksek sıcaklıkların alkolün buharlaşmasına ve enzimatik katalizörlerin denatürasyonuna yol açabileceğini göstermektedir. Mikrodalga ve ultrason gibi alternatif ısıtma yöntemleri, daha düşük sıcaklıklarda yüksek verim elde etmek için araştırılmaktadır.

Katalizör Seçimi ve Optimizasyonu: Homojen bazik katalizörler (NaOH, KOH) yüksek verim sağlasa da, heterojen katalizörler (CaO, MgO) ve enzimatik katalizörler (lipaz) atık azaltımı ve geri dönüşüm açısından avantajlıdır. Son çalışmalar, nano-katalizörler ve manyetik katalizörler gibi yenilikçi malzemelerin kullanımını incelemektedir.

Alkol/Yağ Oranı: Stokiyometrik oran (3:1) genellikle yetersiz kalmakta, bu nedenle 6:1 veya 9:1 gibi yüksek oranlar denenmektedir. Ancak fazla alkol kullanımı, saflaştırma maliyetlerini artırabilir. Bu dengenin kurulması için çalışmalar devam etmektedir.

Reaksiyon Süresi: Geleneksel yöntemlerde 1-2 saat gerektiren reaksiyon, ultrason ve mikrodalga destekli sistemlerde 10-30 dakikaya indirilebilmektedir. Sürekli reaktör sistemleri de endüstriyel ölçekte verimliliği artırmayı hedeflemektedir.

Sonuç olarak, transesterifikasyon koşullarının iyileştirilmesi, biyodizel üretiminin maliyetini düşürerek sürdürülebilirliğini artırmaktadır.

3.4.1. Ultrasonik Destekli Transesterifikasyon

Ultrasonik destekli transesterifikasyon, biyodizel üretiminde geleneksel yöntemlere kıyasla daha verimli ve hızlı bir proses sunan yenilikçi bir tekniktir. Bu yöntemde, ultrasonik dalgalar kullanılarak reaksiyon karışımında mikroskobik kabarcıklar oluşturulur (kavitasyon etkisi). Bu kabarcıkların patlamasıyla yüksek sıcaklık ve basınç bölgeleri meydana gelir, böylece reaktanların homojen karışması sağlanır ve reaksiyon kinetiği hızlanır (Sundaramahalingam ve Sivashanmugam, 2023).

Geleneksel transesterifikasyonda uzun süreler ve yüksek sıcaklık gerekirken, ultrasonik yöntem daha düşük sıcaklıklarda ve kısa sürede (dakikalar içinde) yüksek verimle biyodizel elde edilmesini mümkün kılar. Ayrıca, katalizör ve alkol miktarı gibi girdilerin optimizasyonuyla maliyetler düşer ve enerji tasarrufu sağlanır (Patcihimpet ve ark. 2023).

Bu teknik, özellikle atık yağlar gibi düşük kaliteli hammaddelerin dönüşümünde etkilidir. Ultrasonik işlem, yağ asitleri ile alkol arasındaki esterleşme reaksiyonunu kolaylaştırarak safsızlıkları minimize eder. Sonuç olarak, ultrasonik destekli transesterifikasyon, sürdürülebilir biyodizel üretiminde çevre dostu ve ekonomik bir alternatiftir (Riayatsyah ve ark, 2021).

3.4.2. Mikrodalga Destekli Transesterifikasyon

Mikrodalga destekli transesterifikasyon, biyodizel üretiminde geleneksel yöntemlere kıyasla daha hızlı, verimli ve enerji tasarruflu bir proses sunan yenilikçi bir tekniktir. Bu yöntemde, yağ asitleri (bitkisel yağlar veya hayvansal yağlar) ile bir alkol (genellikle metanol veya etanol) katalizör eşliğinde mikrodalga enerjisi kullanılarak esterleşme reaksiyonuna tabi tutulur (Soosai ve ark. 2022).

Mikrodalga ısıtma, geleneksel ısıtma yöntemlerinden farklı olarak moleküllerin dipol hareketiyle homojen ve hızlı bir şekilde ısınmasını sağlar. Bu sayede reaksiyon süresi önemli ölçüde kısalır (birkaç dakikaya kadar düşebilir), enerji tüketimi azalır ve verim artar. Ayrıca, daha düşük katalizör ve alkol miktarları kullanılarak maliyetler optimize edilebilir. Bu yöntemin avantajları arasında yüksek dönüşüm verimi, daha az yan ürün oluşumu ve çevre dostu bir proses olması sayılabilir. Ancak, mikrodalga ekipmanlarının yüksek maliyeti ve büyük ölçekli üretimde karşılaşılabilecek teknik zorluklar dezavantajlarıdır (Prajapati ve ark, 2022; Johari ve ark, 2024).

Sonuç olarak, mikrodalga destekli transesterifikasyon, biyodizel endüstrisinde umut vaat eden bir teknoloji olup, sürdürülebilir enerji üretimine katkı sağlamaktadır.

3.4.3. Süperkritik Metanol Yöntemi

Süperkritik metanol yöntemi, biyodizel üretiminde katalizör kullanımını ortadan kaldıran ve yüksek verim sağlayan ileri bir teknolojidir. Bu yöntemde, metanol belirli bir basınç (8-40 MPa) ve sıcaklık (240-400°C) altında süperkritik hale getirilerek yağ asitleriyle doğrudan reaksiyona girer. Süperkritik koşullarda metanol, hem polar hem de nonpolar özellik kazanarak trigliseritlerle homojen bir şekilde karışır ve esterleşme reaksiyonunu hızlandırır. Geleneksel transesterifikasyonun aksine, bu yöntemde katalizör gerekmemesi, asitli yağların işlenmesini kolaylaştırır ve sabunlaşma gibi yan reaksiyonları engeller (Shaah ve ark. 2022; Teo ve ark. 2022; Singh ve ark. 2022). Ayrıca, reaksiyon süresi kısalır, saflaştırma işlemleri basitleşir ve atık su oluşumu minimize edilir. Ancak, yüksek basınç ve sıcaklık gereksinimleri, ekipman maliyetlerini artırır ve enerji tüketimini yükseltir. Bu nedenle, prosesin optimizasyonu ve enerji geri kazanım sistemleri önem kazanmaktadır.

4. Sonuç ve Gelecek Perspektifleri

Transesterifikasyon verimliliğini artırmak için katalizör seçimi, reaksiyon koşullarının optimizasyonu ve yeni teknolojilerin entegrasyonu kritik öneme sahiptir Transesterifikasyon prosesinin ekonomik ve sürdürülebilir olması için ham yağın özellikleri (FFA içeriği, nem) dikkate alınarak uygun katalizör seçilmeli ve reaksiyon şartları optimize edilmelidir. Heterojen katalizörlerin geliştirilmesi, atık yağların değerlendirilmesi ve enerji verimliliğinin artırılması, biyodizel endüstrisinin geleceği için kritik öneme sahiptir. Heterojen katalizörler ve süperkritik yöntemler, çevresel avantajlar sunarken; ultrasonik ve mikrodalga destekli yöntemler, enerji verimliliğini artırmaktadır. Gelecekte, biyoteknolojik yaklaşımlar ve yeşil kimya uygulamaları biyodizel üretim süreçlerini daha sürdürülebilir hale getirecektir.

Kaynakça

Johari, S.A.M., Farid, M.A.A., Ayoub, M., Rashidi, N.A., Andou, Y. (2024). Optimization and kinetic studies for biodiesel production from dairy waste scum oil via microwave assisted transesterification. *Environmental Technology & Innovation* 34 (2024) 103580.

Kalitaa, P., Basumatarya, B., Saikia, P., Das, B., Basumatarya, S. (2022). Biodiesel as renewable biofuel produced via enzyme-based catalyzed transesterification. *Energy Nexus* 6 (2022) 100087.

Kibar, M.E., Hilal, L., Tuna Çapa, B., Bahçıvanlar, B., Abdeljelil, B.B. (2022). Assessment of Homogeneous and Heterogeneous Catalysts in Transesterification Reaction: A Mini Review. *Chem Bio Eng Rev*. 2023, 10, No. 4, 412–422.

Kouzu, M., Kasuno, T., Tajika, M., Sugimoto, Y., Yamanaka, S., Hidaka, J. (2008), Calcium oxide as a solid base catalyst for transesterification of soybean oil and its application to biodiesel production. *Fuel*, 87 (2008) 2798–2806

Louhasakul, Y., Cheirsilp, B. (2022). Potential use of industrial by-products as promising feedstock for microbial lipid and lipase production and direct transesterification of wet yeast into biodiesel by lipase and acid catalysts. *Bioresource Technology* 348 (2022) 126742.

Lv, L., Dai, L., Du, W., Liu, D. (2021). Progress in Enzymatic Biodiesel Production and Commercialization. *Processes* 2021, 9, 355. https://doi.org/10.3390/pr9020355

Mandari, V., Devarai, S.K. (2022). Biodiesel Production Using Homogeneous, Heterogeneous, and Enzyme Catalysts via Transesterifcation and Esterifcation Reactions: a Critical Review. *BioEnergy Research* (2022) 15:935–961.

Meher, L.C., Vidya Sagar, D., Naik, S.N. (2006). Technical aspects of biodiesel production by transesterification—a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 10 (2006) 248–268

Miao, X., Li, R., Yao, H. (2009). Effective acid-catalyzed transesterification for biodiesel production. *Energy Conversion and Management* 50 (2009) 2680–2684.

Nayab, R., Imran M., Ramzan, M., Tariq, M., Taj, M.B., Akhtar, M.N., Iqbal, H.M.N. (2022). Sustainable biodiesel production via catalytic and non-catalytic transesterification of feedstock materials – A review. *Fuel* 328 (2022) 125254

Patchimpet, J., Zhang, Y., Simpson, B.K., Rui, X.,·Sangkharak, K.,·Eiad-ua, A., Klomklao, S. (2023). Ultrasonic enhancement of lipase-catalyzed transesterifcation for biodiesel production from used cooking oil. *Biomass Conversion and Biorefnery*, (2023) 13:8151–8160 https://doi.org/10.1007/s13399-021-01790-6.

Prajapati, N., Oza, S., Kodgire, P., Kachhwaha, S.S. (2022). Microwave assisted biodiesel production: Assessment of optimization via RSM techniques. *Materials Today: Proceedings* 57 (2022) 1637–1644.

Prajapati, N., Kachhwaha, S.S., Kodgire, P., Vij, R.K. (2024). Analysis of a novel high-speed homogenizer technique for methyl ester production using waste cooking oil: Multi-objective optimization and energy analysis. *Chemical Engineering Research and Design* 203 (2024) 478–491.

Riayatsyah, T.M.I., Thaib, R, Silitonga, A.S., Milano, J., Shamsuddin, A.H., Sebayang, A.H., Rahmawaty, Suntrisno, J., Mahlia, T.M.I. (2021) Biodiesel Production from Reutealis trisperma Oil Using Conventional and Ultrasonication through Esterification and Transesterification. *Sustainability* 2021, 13, 3350. https://doi.org/10.3390/su13063350

Ramos, M.D.N., Milessi, T.S., Candido, R.G., Mendes, A.A., Aguiar, A. (2022). Enzymatic catalysis as a tool in biofuels production in Brazil: Current status and perspectives. *Energy for Sustainable Development* 68 (2022) 103–119.

Shaah, M.A., Hossain, M.S., Allafi, F., Ab Kadirb, M.O., Ahmad, M.I. (2022). Biodiesel production from candlenut oil using a non-catalytic supercritical methanol transesterification process: optimization, kinetics, and thermodynamic studies. *RSC Adv*., 2022, 12, 9845–986.

Singh, N.K., Singh, Y., Sharma, A. (2022)Optimization of biodiesel synthesis from Jojoba oil via supercritical methanol: A response surface methodology approach coupled with genetic algorithm. *Biomass and Bioenergy* 156 (2022) 106332

Sundaramahalingam, M.A., Sivashanmugam, P. (2023). Biodiesel production from a novel renewable source through the ultrasound-assisted transesterification process, using energy efficient nanocatalyst developed from waste material. *Fuel* 346 (2023) 128397.

Teo, S.H., Islam, A., Mansir, N., Shamsuddin, M.R., Joseph, C.G., Goto, M., Taufiq-Yap, Y.H. (2022). Sustainable biofuel production approach: Critical methanol green transesterification by efficient and stable heterogeneous catalyst. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 169 (2022) 112889.

Thanh, N.T., Mostapha, M., Lam, M.K., Ishak, S., Dasan, Y.K., Lim, J.W., Tan, I.S., Lau, S.Y., Chin, B.L.F., Hadibarata, T. (2022). Fundamental understanding of in-situ transesterification of microalgae biomass to biodiesel: A critical review. *Energy Conversion and Management* 270 (2022) 116212.

Verma, M.L., Dhanya, B.S., Wang, B., Thakur, M., Rani, V., Kushwaha, R. (2023). Bio-Nanoparticles Mediated Transesterification of Algal Biomass for Biodiesel Production. *Sustainability* 2024, 16, 295. https://doi.org/10.3390/su16010295.

YOZGAT-SORGUN URANYUM REZERVLERİNİN EKONOMİYE KAZANDIRILMASINDA: YENİ NESİL SMR NÜKLEER REAKTÖRLER

Mustafa Özalp

Özet

Devletlerin sürdürülebilir büyüme ve kalkınmalarında enerji bağımsızlığı hayati öneme sahiptir. Enerji güvenliğini sağlayamamış bir devletin, kendi ulusal ve uluslararası güvenliğini koruyabilmesi mümkün değildir. Sanayi devriminin başlamasıyla birlikte dünyada petrol, doğalgaz ve kömür gibi çevreyi kirleten ve insan sağlığına zarara veren fosil yakıt tüketimi hızla artmıştır. Öyle ki dünyada bu fosil yakıtlar kaynaklı birçok kriz ve savaşlar çıkmıştır. 1990'lardan itibaren liberal ve küresel ekonomik sistemin dünyada yaygınlaşması, 2000'leden itibaren bilgi teknolojileri odaklı yapay zekâ ve veri merkezlerinin sayısının hızla artması enerjiye olan talebi katlanarak yükseltmiştir. Bu bağlamda dünyada her türlü üretim ve tüketim endüstrisinin çarklarının dönmesinde, enerji tedariki başat rol oynamaya başlamıştır. Dünyada enerjiye olan talebin artmasına paralel olarak, enerji bağımlılığı ve enerji güvenliğine ilişkin tehditlerde artmaktadır.

Bu çalışma, gerek bölgesel gerekse ulusal ve uluslararası sürdürülebilir enerji güvenliğine ulaşmak hedefleri doğrultusunda, Yozgat'ın Sorgun ilçesindeki Temrezli bölgesinde bulunan, yaklaşık 7 bin tona yakın uranyum rezervlerini konu almaktadır.

Çalışmada Sorgun'a kurulabilecek yeni nesil küçük modüler (SMR) reaktör ve yakıt üretim tesislerinin, başta Yozgat olmak üzere, bölgeye ve Türkiye enerji tedarikine sağlayabileceği katkılar araştırmıştır.

Çalışmada uranyum rezervleri bakımından zengin olan Yozgat'ın enerji potansiyellerini harekete geçirmek hedeflenmiştir. Çalışmanın detaylarında Yozgat'ın kalkınması ve Yozgat'tan göçün durdurulması çerçevesinde, Sorgun uranyum rezervlerinin önemi analiz ediliştir. Devamında ise nükleer enerjinin dünyadaki ve Türkiye'deki görünümüne değinilmiştir. Çalışmada Yozgat'ın yitik malı olan uranyum potansiyelinin, çevreye duyarlı, insan sağlığına zarar vermeden SMR reaktörlerle elektrik enerjisi üretilebilmesi yolunda görüş ve çözüm önerileri geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Uranyum, nükleer enerji, Yozgat, Sorgun, SMR, güvenlik

Doç. Dr., Yozgat Bozok Üniversitesi, mustafa.ozalp@yobu.edu.tr, ORCID:0000-0002-7311-6173

1. Giriş

Devletler için sürdürülebilir büyüme ve kalkınmanın altın kuralı enerji bağımsızlığıdır. Enerji bağımsızlığını diğer bir ifadeyle enerji güvenliğini garantileyememiş devletlerin sosyal, kültürel, ekonomik, askeri ve siyasal yünler başta olmak üzere; yapay zekâ odaklı bilgi teknolojileri bakımından rakiplerine üstünlük sağlamaları mümkün değildir. Özellikle sanayi devrimin başlamasıyla birlikte, insan ihtiyaçlarının karşılanması çerçevesinde üretim ve tüketim unsurları; makineleşme yani otomasyon yoluyla tedarik edilmeye başlamıştır. Her türlü üretim ve tüketim zincirlerinin tedarikinde otomasyona ihtiyaç duyulması ve bu otomasyonun çarklarının dönebilmesi için de enerjinin birincil güç kaynağı olması enerji türlerine olan bağımlılığı arttırmıştır. Tarihte I. ve II. Dünya Savaşlarında olduğu gibi petrol, doğalgaz ve kömür gibi fosil yakıtlar uğruna birçok savaş çıkmıştır. Enerji uğruna tıpkı geçmişte olduğu gibi günümüzde de devletlerarasındaki güç mücadeleleri devam etmektedir.

Özellikle 2000'li yıllardan itibaren, günümüze kadar gelen süreçte bilgi teknolojileri odaklı, yapay zekâ ve cip teknolojilerindeki ilerlemiştik, dünyada sosyal medya ağlarında olduğu gibi büyük veri merkezlerinin oluşumunu beraberinde getirmiştir. Bu büyük veri merkezlerinin işleyişi sürecinde olağanüstü miktarlara elektrik enerjisine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple dünyada her türlü üretim ve tüketim endüstrisinde özellikle eklektiğe olan talep başta olmak üzere toplam enerji tüketimi her geçen gün artmaktadır.

2023 yılında dünya toplam elektrik üretimi %2,5 artarak, 29.925 TWh'a ulaşıp rekor bir seviyeye çıkmıştır. Dünya toplam elektrik üretiminde kaydedilen bu yükseliş, dünya toplam küresel birincil enerji tüketiminden %25 daha fazladır. Bu durum tabii olarak büyük veri merkezleriyle birlikte, dünyanın enerji arzının hızla elektrik endeksli yükseldiğini göstermektedir (EI, 2024, 54).

Tıpkı insan vücudunda kan ne kadar önemliyse, devletlerin sürdürdürülebilir büyüme ve kalkınmalarının devamlılığında da enerji aynı hayati öneme sahiptir. Bu sebeple bir devletin enerji bağımsızlığını sağlayabilmesi için enerji tedariki hususunda aşağıdaki koşulların ivedilikle yerine getirilmesi gerekir. Enerji tedarikinde devletlerin dikkat etmesi gereken temel koşullar (Özalp, 2020):

- Enerjinin güvenli kaynaklardan tedarik edilmesi,
- Enerjinin güvenli güzergâhlardan tedarik edilmesi,
- Enerjinin uluslararası piyasalar çerçevesinde makul fiyata tedarik edilmesi,
- Tüketilecek olan enerjinin, olası kriz ve savaş durumlarına yönelik olarak, depolama kapasitesinin yüksek olması,
- Enerjinin çevreye ve insan sağlığına zarara vermeden temiz ve yenilenebilir teknolojilerle tedarik edilmesi,
- Enerjinin yerli ve milli kaynaklardan yerli ve milli teknolojilerle tedarik edilmesi,
- Enerji tedarikinde kaynak çeşitliliğinin (ülke içinden ve dışından, yenilenebilir ve yenilenemez kaynaklar) arttırılması ve
- Enerji tedarikine yönelik politikalar daima öngörülebilir olmalıdır.

Günümüz uluslararası ilişkiler karmaşasında enerjinin üretimi, transferi, boru hatları ve ticaret güzergâhlarının güvenliği başta olmak üzere birçok krizler mevcuttur. Bu krizlere ABD ve Çin arasındaki gümrük yaptırımları başta olmak üzere, diğer ülkelere uygulanan tarifeler eklendiğinde, dünya devletlerinin birbirlerine bakış pozisyonları, adeta patlamaya hazır bir bomba haline dönüşmüştür.

Dünyanın en önde gelen hegemon güçlerinden olan ABD'nin birçok alanda zayıflamasına ve güç kaybetmesine paralel olarak; Çin'in, Kuşak Yol Projesi ve farklı enstrümanlarla hızla yükseldiği

gözlemlenmektedir. Tüm bu gelişmeler yaşanırken dünyada Türkiye, Brezilya, Hindistan, Rusya, Güney Afrika, Sudi Arabistan ve Japonya gibi orta ölçekli güç merkezleri ortaya çıkmıştır. Özetle dünya çok büyük değişim ve dönüşümden geçmektedir. Büyük güç değişim ve dönüşümlerinin arifesinde olan bu karmakarışık dünyada, ülkeler çözülmesi oldukça güç olan köklü krizlerle boğuşmaktadır. Bu köklü krizler:

- Rusya-Ukrayna savaşı başta olmak üzere ABD ve İsrail'in Orta Doğu'daki katliamlarının durdurulamaması,
- Avrupa'nın giderek güç kaybetmesi ve Avrupa güvenliğinin büyük tehditlerle karşı karşıya olması,
- Aşırı fosil yakıt tüketimine paralel olarak, küresel ısınmanın her geçen gün artması ve bunun sonucunda da iklim değişikliğine bağlı olarak insan yaşamını tehdit eden çevresel tahribat ve çevresel felaketlerin (ani orman yangınları, ani ve aşırı yağışlar, kuraklık) ortaya çıkması,
- Göç ve göç kaynaklı güvenlik sorunları,
- Nadir toprak elementlerinin paylaşım sorunu,
- Ticaret Savaşları ve/veya tarifeler savaşı,
- Su ve gıda güvenliğinin dahil olduğu, siber güvenlik gibi çok yünlü güvenliğe yönelik tehditler, dünyanın karşı karşıya olduğu köklü buhran ve bunalımları yansıtmaktadır.

Yukarıda ifade edilen köklü buhran ve bunalımlar konvansiyonal olarak ortaya çıkabilecek III. Dünya Savaşı'nın habercisi niteliğindedir. Diğer bir ifadeyle dünya içerisinde bulunduğu köklü krizler ve buhranlarla III. Dünya Savaşı'na gebe durumundadır.

Konvansiyonel olarak ortaya çıkabilecek olası III. Dünya Savaşı'ndan veya günümüzde gerek ticari yaptırımlar yoluyla, gerekse sosyal, kültürel ve ekonomik olarak dijital anlamda hibrit olarak ifade edilen hali hazırda devam eden savaşlardan; Türkiye'nin galip gelebilmesi için enerji bağımsızlığını garanti altına alması gerekir.

Bu sebeple özellikle bölgesel güç, küresel güç ve/veya başat güç olmak isteyen Türkiye; kendi imkân ve olanaklarıyla, deniz yetki alanları da dâhil olmak üzere, her türlü yenilenebilir ve yenilenemez enerji potansiyelini azami ölçüde kullanabilmelidir.

Bu çalışmada, Nükleer santrallerin önemli yakıtı olan ve Türkiye'nin Yozgat iline bağlı Sorgun ilçesinin Temrzli bölgesinde oldukça yoğun miktarda bulunan, uranyum rezervlerinin; Türkiye'nin enerji güvenliğini sağlamak ve sürdürülebilir ekonomik büyüme ve kalkınmadaki rolüne dikkat çekmek amaçlanmıştır.

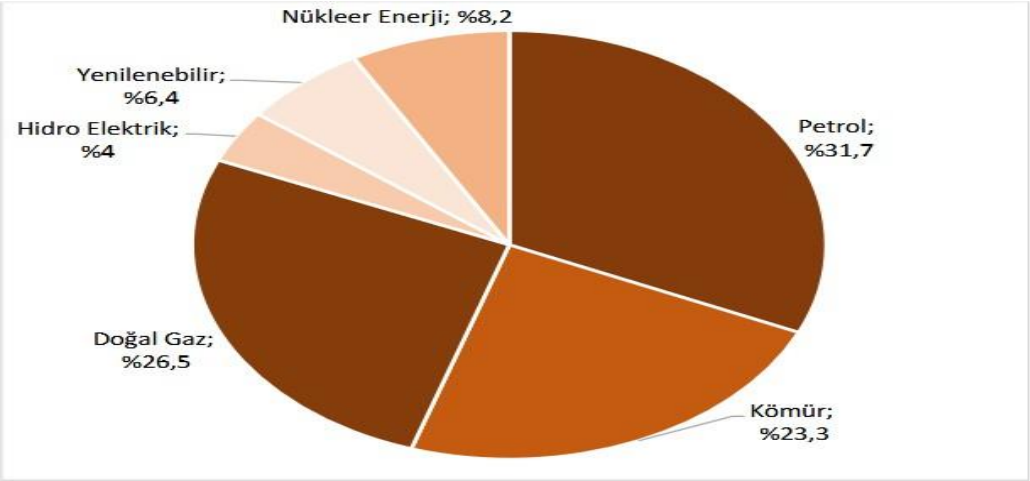
Bu çalışmanın temel konusu sürdürülebilirlik bağlamında, uranyum odaklı nükleer santrallerden enerji üretimi sonucunda, Türkiye'nin enerji bağımsızlığına kavuşması yolunda, Sorgun'daki uranyum rezervlerinin kilit rol oynayabileceği hususundadır. Nükleer enerjiden istifade etmek çerçevesinde, genelde Türkiye'nin enerji güvenliğinin sağlanması, özelde ise Sorgun'da, küçük modüler reaktör (SMR) kurulmasının sonucunda, sürdürülebilirliğe sağlanacak katkılar araştırmanın özünü oluşturmaktadır.

Araştırma sonucunda hedeflenen çıktılar ise Sorgun'daki uranyum rezervlerinin zenginliğine yönelik bilimsel, toplumsal ve siyasal olarak kamuoyundaki farkındalık bilincini yükseltmektir.

2. Dünya Enerji Görünüm

Dünya enerji talebinin önemli bir kısmı fosil yakıtlar tarafından karşılanmaktadır. 2023 yılında kömür, petrol ve doğalgaz ve gibi fosil yakıtlar dünya toplam enerji talebinin %81,5'ini karşılamışlardır. Bu bağlamda şekil 1'de de görüldüğü gibi 2023 yılında dünyada tüketilen toplam enerjinin %31,7'si petrolden, %26,5'i doğalgazdan, %23,3'ü kömürden, %10,4'ü yenilenebilir kaynaklardan ve %8,2'si ise nükleer enerjiden karşılanmıştır.

Şekil 1. Dünya Birincil Enerji Tüketim Oranları 2023 Yılı (%)

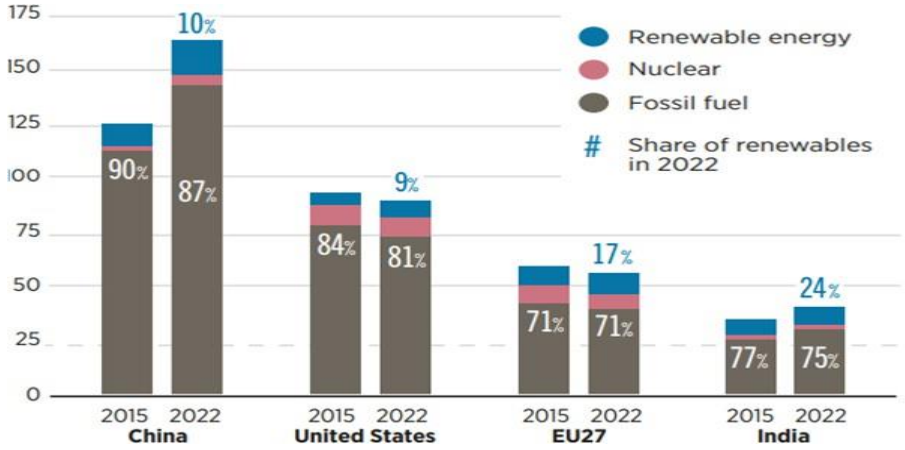


Kaynak: TPAO, 2023, s. 7

Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (International Renewable Energy Agency IRENA)'nın 2024 yılı verilerine göre, şekil 2'de de görüldüğü gibi Çin, ABD, AB ve Hindistan'ın birincil enerji tüketimleri içerisinde, fosil yakıtların oranı oldukça yüksektir. Her ne kadar 2015 ve 2022 yılları arasında Çin, ABD ve Hindistan gibi ülkelerin toplam enerji tüketimleri içerisinde fosil kaynakların oranı kısmen azalmış gibi görülse de bu azalma toplamda çok fazla değildir.

Şekil 1 ve şekil 2'de de görüldüğü gibi dünya ekonomisinin üretim ve tüketim çarklarının döndürülmesinde aşırı fosil yakıt bağımlılığı söz konusudur. Bu bağımlılık ise küresel ısınmayı tetiklemekle birlikte sürdürülebilirlik bakımından dünya ekonomileri için büyük riskler taşımaktadır. Özellikle dünyanın iki süper güçlerinden olan ABD ve Çin'in toplam enerji tüketimleri içerisindeki aşırı fosil yakıt bağımlılıkları daha temiz ve daha yaşanılabilir bir dünya için kısa vadede umutların zayıf olduğunu göstermektedir. Ayrıca 2023 yılında üretilen küresel elektriğin %60'ı fosil yakıtlardan tedarik edilmiştir (EI, 2024, 54).

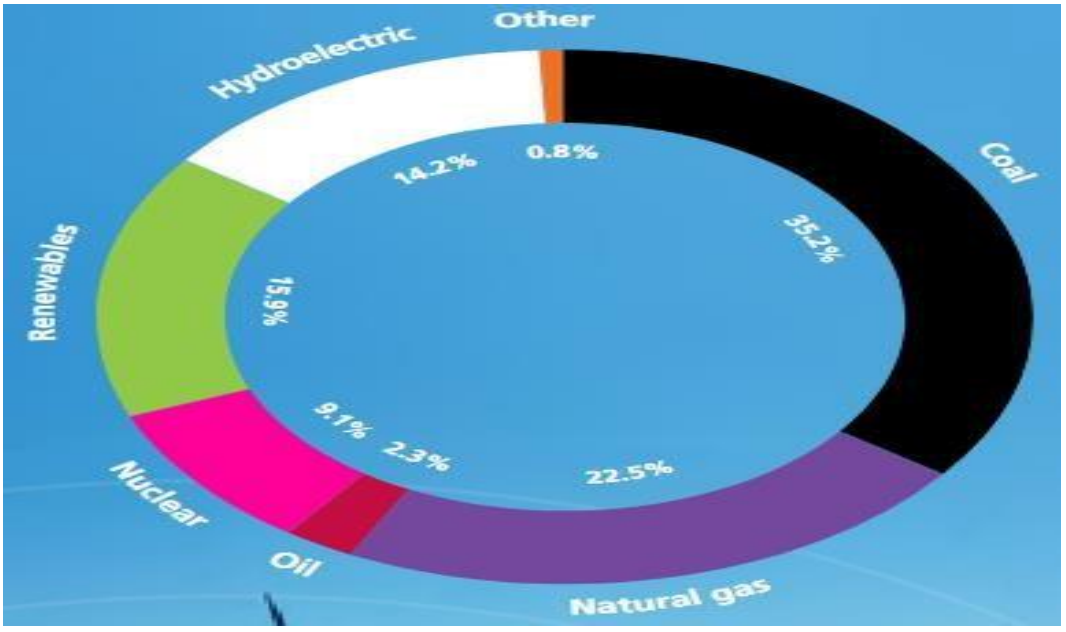
Şekil 2: 2015-2022 Yılları Arasında Çin, ABD, AB ve Hindistan'ın Birincil Enerji Arzlarındaki Enerji Türleri (%)



Kaynak: IRENA, 2024, s. 19

2023 yılında dünya toplam 29.925 TWh elektrik üretilmiştir. Üretilen bu elektriğin kaynaklara göre dağılımını gösteren şekil 3 incelendiğinde nükleerin payı %9,1'dir. Şekil 3'te de görüldüğü gibi Enerji Enstitüsü (EI)'nün verilerine göre 2023 yılında, dünya toplam elektrik arzının %35.2'si kömürden, %22.5'i doğalgazdan ve %2.3'ü de petrolden karşılanmıştır.

Şekil 3: 2023 Yılında Dünya Toplam elektrik Üretiminin Kaynaklara Göre Yüzdelik Dağılımı



Kaynak: EI, 2024, 54)

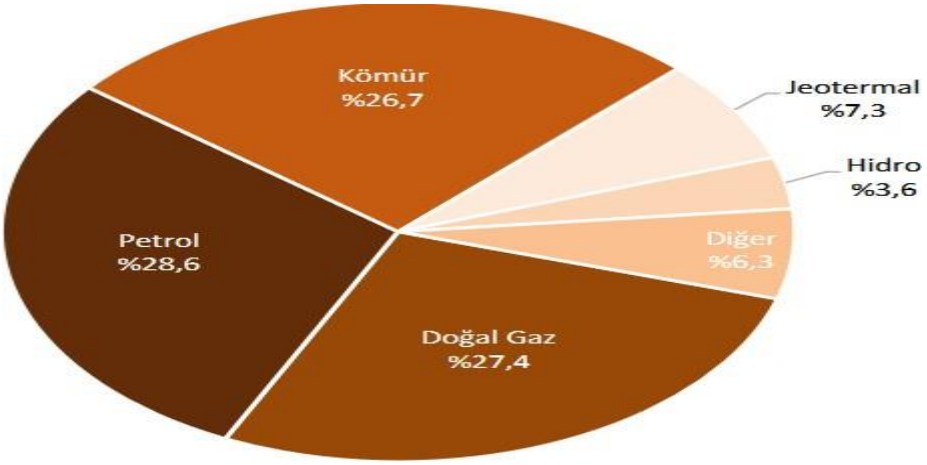
3. **Türkiye Enerji Görünümü**

Toplam enerji tüketiminde dışa bağımlılığı yaklaşık %70'in üzerinde olan Türkiye, hem fosil yakıtlar, hem de yenilenebilir kaynaklar bakımından oldukça zengin bir potansiyele sahiptir. Türkiye nüfusunun; gerek gönül coğrafyalarında gerçekleşen savaş ve krizlerden dolayı, gerekse çeşitli sebeplerle gerçekleşen göçlerle, önümüzdeki yıllarda 100 milyona ulaşması öngörülmektedir. Türkiye bulunmuş olduğu jeopolitik ve jeostratejik konumundan dolayı Doğu-Batı ve Kuzey-Güney arasında mal, hizmet, sermaye ve düşünce gücü başta olmak üzere, insan hareketliliğinin en yoğun yaşandığı, geçiş

güzergahlarını bünyesinde barındırmaktadır. Özellikle Rusya-Ukrayna savaşıyla birlikte Kuzey güzergahlarının güvensiz olması, Donald Trump'un yapmış olduğu hamlelerle Arktik ve Süveyş Kanalı-Akdeniz güzergâhlarının ticaret için istikrarsız oluşu, Türkiye'nin bölgesel konumunun önemini arttırmıştır. Günümüz çok kutuplu uluslararası ilişkiler karmaşasında, Doğu-Batı ve Kuzey-Güney arasında özellikle Akdeniz ve Karadeniz'in güvenliklerinin sağlanması çerçevesinde, Türkiye'nin dünyada dengenin dengeleyicisi olabilmesi için enerji bağımsızlığını sağlaması gerekir. Nüfusu sürekli artan ve sanayi alanında sürekli kalkınan Türkiye'nin enerji talebi de sürekli artmaktadır. Bu sebeple Türkiye nükleer enerji başta olmak üzere her türlü yerli kaynaklarını azami ölçüde kullanmalıdır. Türkiye'nin dış ticarette büyük açıklar vermesinin altında yatan temel sebep, tüketilen enerjinin %70'ten fazlasının ithalat yoluyla karşılanmasıdır. Enerji tüketiminde dışarıya olan bu aşırı bağımlılık Türkiye'de döviz açığının büyümesine sebebiyet vermektedir. Bu durum ise ekonomik dengeleri bütünüyle sarsmaktadır.

Şekil 4'te de görüldüğü gibi Türkiye 2022 yılında tüketmiş olduğu enerjinin %28,6'sını petrolden, %27,4'ünü doğalgazdan, %26,7'sini kömürden ve geriye kalan %10,9'unu da yenilenebilir kaynaklardan tedarik etmiştir. 2022'de Türkiye'nin toplam enerji arzında fosil yakıtların payı %82,7 olarak gerçekleşmiştir. Şekil 1 ve şekil 4 karşılaştırıldığında fosil yakıt bağımlılığı açısından, Türkiye ve dünya toplam fosil yakıt bağımlılıklarının birbirlerine çok yakın olduğu görülmektedir.

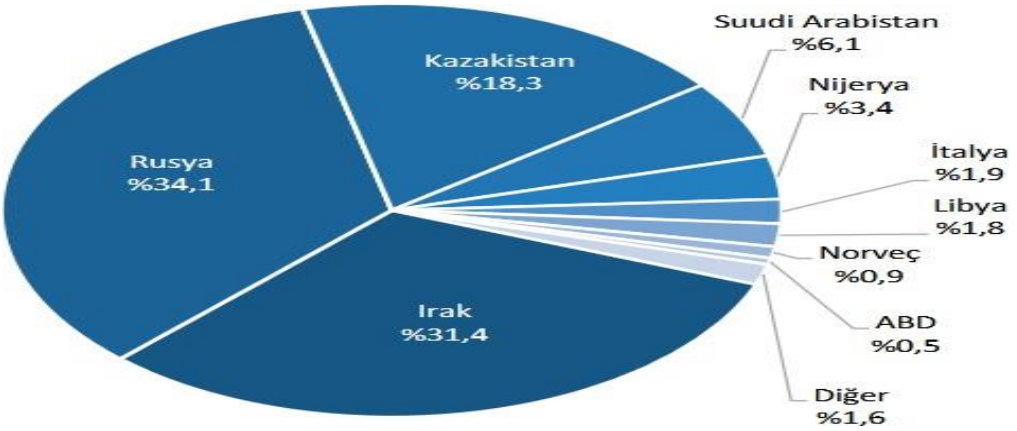
Şekil 4: Türkiye Birincil Enerji Arzında Kaynakların Yüzdelik Gösterimi 2022 Yılı



Kaynak: TPAO, 2023, s. 36

Türkiye 2023 yılında tüketmiş olduğu petrolün %92,3'ünü ithalat yoluyla karşılamıştır. Bu ithalat içerisinde Rusya'nın payı %34,1, Irak'ın payı %31,4 ve Kazakistan'ın payı ise %18,3'ür. Geriye kalan ithalat ise miktarlarının büyüklüğüne oranla sırasıyla Suudi Arabistan, Nijerya, İtalya, Libya, Norveç, ABD ve diğer ülkelerden tedarik edilmiştir (TPAO, 2023, s. 40).

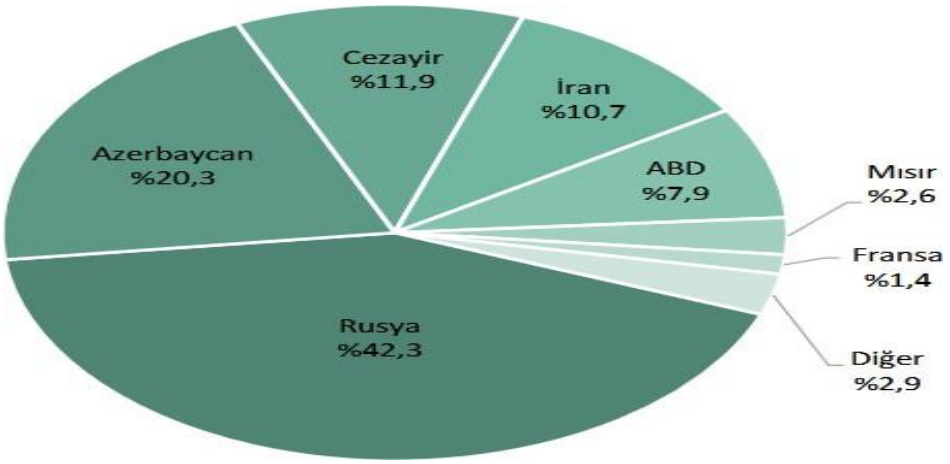
Şekil 5: Türkiye Petrol İthalatının Ülkelere Göre Yüzdelik Gösterimi (2023 Yılı %)



Kaynak: TPAO, 2023, s. 40

Türkiye'de yerli doğal gaz üretiminin, tüketime oranı 2022 ve 2023 yılları arasında %1,7 artmıştır. 2023 yılında Türkiye'nin doğalgazdaki ithalat bağımlılığı %98,3 olarak gerçekleşmiştir (TPAO, 2023, s. 39). 2023'te yaklaşık 50,5 milyar metreküp net doğalgaz ithalatı yapan Türkiye, bu ithalatın %42,3'ünü Rusya'dan, %20,3'ünü Azerbaycan'dan, %11,9'unu Cezayir'den, %10,7'sini İran'dan, %7,9'unu ABD'den, %2,6'sını Mısır'dan, %1,4'ünü Fransa'dan ve %2,9'unu da diğer ülkelerden karşılamıştır (TPAO, 2023, s. 41)

Şekil 6: Türkiye Doğalgaz İthalatının Ülkelere Göre Yüzdelik Gösterimi (2023 Yılı %)



Kaynak: TPAO, 2023, s. 41

4. Türkiye ve Dünya Nükleer Enerji Görünümü

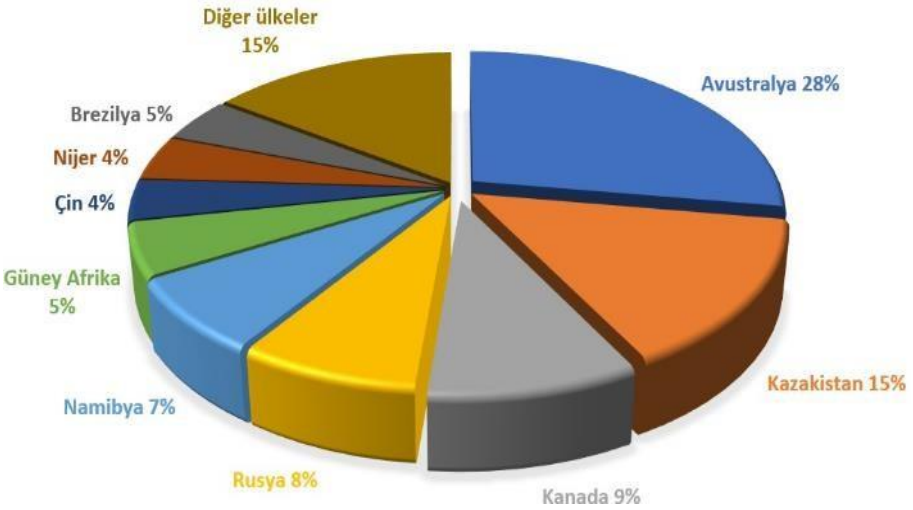
2023 yılında Nükleer santrallerden elektrik üretimi %2 artmıştır. Son yıllarda nükleere en fazla yatırım yapan ülke Çin'dir. Özellikle 2000 yılından sonra dünyada nükleer yatırımların yaklaşık %60'ını Çin yapmıştır. Çin aynı zamanda 2023 yılında, dünyada ilk defa karada konuşlandırılmış küçük modüler reaktörünü (SMR) ticari olarak devreye almıştır. (EI, 2024 s. 52). İlerleyen yıllarda büyük veri merkezlerinin kurucuları olan büyük teknoloji şirketlerinin güçlü kredi desteği ve kamu özel sektör işbirliği sonucunda, SMR teknolojilerinin kurulum maliyetleri düşebilir, böylelikle SMR'ların yaygınlaşması kapsamında finansman sorunu çözülebilir.

2011 yılının Mart ayında Japonya'daki Tusunami felaketinde, Fukuşima reaktörlerinde büyü patlamalar meydana gelmiştir. Bu felaket sonucunda yüzlerce kişi hayatını kaybetmiştir. Fukuşima'nın hemen

ardından dünyada nükleer santrallerden büyük bir kaçış yaşanmıştır. Japonya başta olmak üzere Almanya gibi birçok ülke, nükleer santrallerden birçoğunu kapatmıştır. 2011 öncesinde nükleer santraller Japonya'nın elektrik arzının %25'ini ve Almanya'nın da %23'ünü karşılıyorlardı. 2023'e gelindiğinde nükleer santraller Japonya'ya elektrik talebinin %8'ini ve Almanya'ya elektrik talebininse %2'sini karşılamıştır (EI, 2024 s. 52). 2022 yılının Şubat ayında başlayan Rusya-Ukrayna savaşıyla, Avrupa'nın enerji güvenliği daha büyük tekliklerle karşı karşıya kalmıştır. Bu olay üzerine Almanya başta olmak üzere dünyada nükleer santrallere yönelik büyük geri dönüşler yaşanmıştır. Fukuşima faciasından sonra nükleer santrallerinin birçoğunu kapatan ülkeler, Rusya-Ukrayna savaşının patlak vermesiyle kapatılan santralleri açmakla kalmayıp, yenilerini inşa etmeye başlamışlardır. 2025 yılı itibariyle dünyada inşa halinde yaklaşık 63 reaktör bulunmakla birlikte, 60'ın üzerinde eskimiş nükleer reaktörlerin işletme ömürlerinin uzatılması yönünde karlar alınmıştır (IEA Raporu, 20255).

Dünya uranyum rezervlerinin ülkelere göre dağılımını gösteren şekil 7 incelendiğinde, dünya toplam uranyum rezervlerinin %63'ünün 4 ülkede mevcut olduğu görülmektedir. Buna göre dünya toplam uranyum rezervlerinin %28'i Avustralya'da, %15'i Kazakistan'da, %9'u Kanada'da ve %8'i ise Rusya'dadır.

Şekil 7: Dünya Uranyum Rezervlerinin Ülkelere Göre Dağılımı

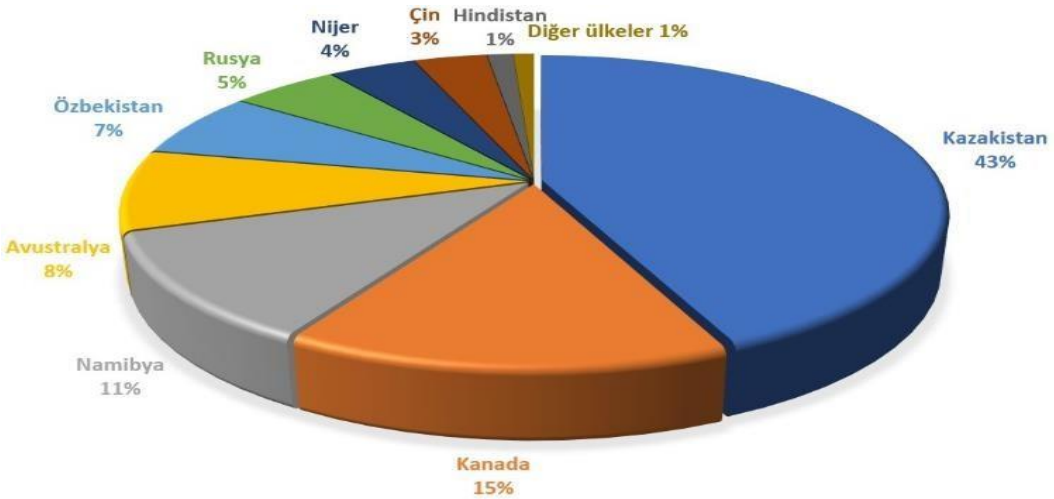


Kaynak: ETKB, 2024

Dünya uranyum rezervlerinin ülkelere göre dağılımı ve üretimini gösteren, Şekil 7 ve Şekil 8 karşılaştırılarak incelendiğinde oldukça ilginç bir durum ortaya çıkmaktadır. Tıpkı petrol ve doğalgaz rezervleri bakımından zengin olan Türkistan, Orta Doğu ve Afrika'da bu rezervleri kendileri için kullanım oranları çok düşük olduğu gibi Kazakistan %15'lik rezerv oranıyla dünyada ikinci sırada yer alırken, üretim oranları bakımından %43 ile ilk sırada yer almaktadır. Diğer taraftan dünya uranyum rezervlerinin zenginliği açısından Avustralya %28'lik oranla birinci sırada yer alırken, üretim bakımından dünyada %8'lik oranla dördüncü sıradadır. Bu durum, sözde gelişmiş küresel hegemon ülkelerin, gelişmemiş ülkelerin her türlü yeraltı ve yerüstü zenginliklerini sömürdüklerinin apaçık göstergesidir.

Nükleer santrallerin ana yakıtı olan uranyum zenginleştirmeye yönelik dünyada büyük bir tekel söz konusudur. Bu bağlamda dünyada zenginleştirilen toplam uranyumun %99'u dört ülkenin tekelindedir. Örneğin Rusya küresel zenginleştirme kapasitesinin %40'nı gerçekleştirmektedir (IEA, 2025, s. 10).

Şekil 8: Dünya Uranyum Üretiminin Ülkelere Göre Dağılımı



Kaynak: ETKB, 2024

Küresel elektriğin yaklaşık %10'unun üretildiği nükleer enerji, hidroelektrikten sonra düşük emisyonlu elektrik üretiminin en büyük ikinci kaynağıdır. 2025 yılı itibariyle dünyada yaklaşık 420 reaktör bulunmakta ve yaklaşık 63 tane de inşa halindedir. Bununla birlikte 2020-2025 yılları arasında dünyada toplam nükleer kapasitenin yaklaşık %15'ini bulan, 60'tan fazla nükleer reaktörün işletme ömürlerinin uzatılması çerçevesinde kararalar alınmıştır. Ayrıca dünyada birçok ülke kendi iç politikalarında, 2050'ye kadar dünya nükleer kapasitesinin, üç katına çıkarılması yönünde yeni hedefler belirlemişlerdir. Bu durum tabii olarak yenilenebilir enerjinin ve toplamda da elektrik enerjisinin ilerleyen yıllarda dünyada daha da gelişeceğini göstermektedir (IEA, 2025, s. 8).

Dünyada inşa halindeki nükleer enerji santrallerinin büyük bir kısmı Çin ve Rusya odaklı teknolojilerdir. Nükleer enerji alanında Çin hızla, dünyada Pazar lideri olmaya yaklaşmaktadır. ABD, Fransa ve Rusya gibi ülkelerdeki nükleer santrallerin büyük bir kısmı eskimiş ve ortalama ömürleri 40 yıla yaklaşmıştır. 2030 yılına gelindiğinde halihazırda inşası devam eden reaktörler bittiğinde toplam dünya pazarı ölçeğinde Çin, ABD ve AB'yi geçmiş olacak. 1990'larda AB'nin toplam elektrik üretiminde nükleer enerjinin payı yaklaşık %34'ken bu oran 2025 yılı itibariyle yaklaşık %23'lere düşmüş durumdadır (IEA, 2025, s. 9).

Uluslararası Enerji Ajansı'nın raporlarına göre dünya toplam SMR kapasitesinde büyük yükselişler yaşanacak. Düşük senaryoya göre 2050 yılına kadar dünya toplam SMR kapasitesi 40 GW'a, en iyi senaryoya göre ise 120 GW'a yükselmesi beklenmektedir. Böylelikle 2050'ye kadar SMR teknolojilerine toplamda 650 milyar ABD doları yatırım yapılması öngörülmektedir (IEA, 2025, s. 9).

Nükleer enerji yaklaşık sıfır değerine yakın emisyonlarla elektrik üretmektedir. Böylelikle çevreye duyarlı ve insan sağlığına en az zarar veren enerji tedarik zinciridir. Uranyum yakıtlı nükleer enerji üretimi hidroelektrikten sonra en düşük emisyonlu elektriğin ikinci büyük kaynağıdır. Ardından rüzgâr, güneş, bioenerji ve jeotermal enerji gelmektedir (IEA, 2025, s. 16).

5. Küçük Modüler Nükleer Reaktörler (SMR) için Yozgat-Sorgun Uranyum Rezervlerinin Önemi

Türkiye'de nükleer reaktörlerden elektrik enerjisi üretme istekleri 1950'li yıllarda başlanmış, birçok devletle görüşülmüş fakat arzu edilen mesafe 2016 yılına kadar kat edilememiştir. 2016 yılında Mersin Akkuyu'da Rusya tarafından inşasına başlanılan, her biri 4 üniteden oluşan bin 200 MW cinsinde toplamda 4 bin 800 MW'lık nükleer santral yapımına başlanmıştır. İnşaatında yaklaşık 30 bin kişinin çalıştığı Akkuyu nükleer santralinin 2025 yılında ilk ünitesinin devreye alınması beklenmekle birlikte, santralin tamamının bitmesi durumunda, Türkiye elektrik ihtiyacının %10'unu bu santralden karşılayacaktır (T.C. İletişim Başkanlığı). Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı Alparslan Bayraktar'ın ifadelerine göre; Türkiye 2028 yılına kadar Akkuyu'daki 4 reaktörün tamamını devreye almayı planlanmamakla birlikte, 2050 yılına kadar Sinop ve Trakya'da da nükleer santraller inşa edecektir. Tüm bu gelişmelere paralel olarak Bakan Bayraktar, yaklaşık 5 bin megavatlık küçük modüler reaktörler inşa edeceklerini belirterek, yaklaşık 35 milyon ton karbon emisyonu azaltacaklarına dikkat çekmiştir (Pancar, Ünal, 2024). 2021 yılında Paris İklim Anlaşması'na taraf olan Türkiye, 2053'te net sıfır emisyonu hedefine ulaşabilmek yolunda, nükleer enerjideki kurulu güç kapasitesinin, 2050'ye kadar 20 bin megavata yükseleceğini duyurmuştur (Yüksel, 2024).

Türkiye'de yaklaşık 12 tunun üzerinde uranyum rezervi bulunmaktadır. Bu miktarın yaklaşık 7 tona yakını Yozgat'ın Sorgun ilçesinin Temrezli bölgesinde bulunmaktadır (Karataşlı, 2020, s.258). Türkiye'nin tam ortasında yer alan Yozgat'a kurulabilecek 300 veya 500 MW'lık bir SMR reaktörün bölgenin enerji ihtiyacının karşılanmasında büyük rol oynayacaktır. Ayrıca SMR tipli reaktörlerin soğutulması için deniz ve okyanus gibi büyük su kütlelerine ihtiyaç duyulmaması, sadece yapay küçük bir gölle gerekli su ihtiyacının karşılanabilmesi SMR teknolojileri açısından Sorgun'un önemini arttırmaktadır (Şahingöz, 2024, s. 59). Yozgat ve çevresinde tuz yataklarının varlığı, SMR reaktörlerinin soğutulması açısından su yerine tuzun kullanılabileceği gerçeği de Sorgun uranyum rezervlerinin önemini arttırmaktadır. Bunun dışında Sorgun'dan geçen demir yolu hattı, SMR inşaatının yapımı sürecinde taşımacılık ve lojistik bakımından büyük bir avantajdır.

Yozgat Fen Edebiyat Fakültesi Fizik profesörü Recep Şahingöz'e göre; Sorgun'a yeni nesil nükleer enerji tesislerine yakıt sağlayan, High-Assay Low-Enriched Uranium (HALEU) tipli yüksek analizli düşük oranlı zenginleştirilmiş uranyum tesisi rahatlıkla kurulabilir (Şahingöz, 2024, s. 60). Dünyada büyük nükleer enerji reaktörlerinden çok hızlı bir şekilde kaçış olduğunu ifade eden Şahingöz, Mersin Akkuyu'da olduğu gibi büyük reaktörlerin yapım süreçlerinin çok uzun sürdüğüne dikkat çekmektedir (Şahingöz, 2024, s. 60). HALEU tipinde küçük mobile daha az maliyetle inşa edilen ve daha kısa sürede elektrik üretebilen reaktörlerin inşa edilmesi gerektiğini vurgulayan Şahingöz, HALEU hususunda aşağıdaki tespitlerde bulunmuştur (Şahingöz, 2024, s. 60). Bu tespitler:

"Yeni nesil Nükleer reaktör talebi ile HALEU talebi birbirinden ayrı düşünülmemelidir. Yaptığımız literatür çalışmalarından da anlaşılan odur ki nükleer yakıt üretim çalışmaları ile reaktör yenileme faaliyetleri ivmeli bir şekilde ve paralel gitmektedir. İlk etapta yakıt üretim tesisi ile başlamak ve üretilen yakıtın ihracatına imkân sağlanacağı için öncelikli olmalıdır. Bu tesisler için maliyetin de reaktörün kendisine göre oldukça düşüktür (yaklaşık 500-1000 milyon dolar)" (Şahingöz, 2024, s. 60). SMR reaktörlerin yaklaşık 10 ile 300 megawatt arasında elektrik üreten yeni nesil reaktörler olduğunu belirten Şahingöz, su kaynakları bakımından kıt olan Yozgat'a, suya ihtiyaç duymayan SMR reaktörlerin ve yakıt üretim tesislerinin kurulabilmesinin mümkün olduğuna çeşitli bilimsel çalışmalarında yer vermiştir (Şahingöz, 2024, s. 60).

Sonuç

Yozgat'ın Sorgun ilçesinde bulunan Temrezli bölgesindeki uranyum rezervlerinin gerek bölgesel gerekse ulusal ve uluslararası sürdürülebilir enerji güvenliğine ulaşmak hedefleri doğrultusunda, neler yapılabileceğine ilişkin görüş ve önerilerin sunulduğu bu araştırmanın konusu nükleer enerjiden elektrik üretimi odaklıdır.

Sorgun'da yaklaşık 7 bin tona yakın uranyum rezervlerinin bulunduğuna dikkat çekilen bu çalışmada, Sorgun'da kurulabilecek yeni nesil küçük modüler (SMR) reaktör ve yakıt üretim tesislerinin önemi açıklanmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada uranyum rezervlerinin, başta Yozgat olmak üzere, bölgeye ve Türkiye enerji tedarikine sağlayabileceği katkılar analiz edilmiştir.

Türkiye ve dünyadaki nükleer enerjinin mevcut görünümüne yer verilen bu çalışmada, özellikle yeni nesil SMR reaktörlerin geleceğine yönelik perspektifler sunulmuştur. Diğer taraftan nükleer enerji bağlamında, enerji güvenliğinin sağlanabilmesi ve enerji bağımlılığının minimum seviyelere indirilebilmesi çerçevesinde uranyum madeninin önemine dikkat çekilmiştir.

Kaynakça

ETKB, 2024, Uranyum https://enerji.gov.tr/tabii-kaynaklar-uranyum#:~:text=MTA'n%C4%B1n%20son%20y%C4%B1llardaki%20ke%C5%9Fifleri,%2C%20Nev%C5%9Fehir%20ve%20Malatya'd%C4%B1rhttps://www.iea.org/reports/the-path-to-a-new-era-for-nuclear-energy/executive-summary

IEA, 2025, International Energy Agency, The Path to a New Era for Nuclear Energy, https://iea.blob.core.windows.net/assets/b6a6fc8c-c62e-411d-a15c-bf211ccc06f3/ThePathtoaNewEraforNuclearEnergy.pdf

IEA Raporu, 2025, Internatıonal Energy Agency,Nükleer Enerjide Yeni Bir Çağa Giden Yol https://www.iea.org/reports/the-path-to-a-new-era-for-nuclear-energy

EI, 2024, Energy Institute, Statistical Review of World Energy, https://www.energyinst.org/statistical-review

IRENA, 2024, World Energy Transitions Outlook, https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2024/Nov/IRENA_World_energy_transitions_outlook_2024.pdf

Karataşlı Muhammet, 2020 Nuclear Energy And Raw Material Reserves İn Turkey, Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi, Cilt: 15 Sayı: 59

Özalp Mustafa, Küresel Enerjinin İpek Yolu: Türkiye, 2020, Seçkin Yayıncılık Ankara

Pancar Sezgin, Ünal Uysal Mustafa, .2024, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı Bayraktar: Akkuyu NGS'deki ilk reaktörü 2025'te deneme üretimine alacağız, Anadolu Ajansı, https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/enerji-ve-tabii-kaynaklar-bakani-bayraktar-akkuyu-ngsdeki-ilk-reaktoru-2025te-deneme-uretimine-alacagiz/3422761

Şahingöz Recep, 2024 Yozgat'ın Acil Kurtuluş Eylem Planı Uranyum Yakıtlı Mikro Reaktörler, Özalp Mustafa (Editör), Uluslararası Kalkınmada Yozgat'ın Potansiyeli Problemleri Ve Çözüm Önerileri, Kriter Yayınları, İstanbul.

T.C. İletişim Başkanlığı, 2025, Akkuyu santralinin birinci ünitesinin devreye alınması 2025 yılı Türkiye kalkınma planına dâhil edildihttps://www.iletisim.gov.tr/turkce/dis_basinda_turkiye/detay/akkuyu-santralinin-birinci-unitesinin-devreye-alinmasi-2025-yili-turkiye-kalkinma-planina-dahil-edildi#:~:text=T%C3%BCrkiye%20Cumhurba%C5%9Fkan%C4%B1%20Recep%20Tayyip%20Erdo%C4%9Fan,GW%20elektrik%20elde%20etmeyi%20planl%C4%B1yor.

TPAO, 2023, Petrol Ve Doğal Gaz Sektör Raporu.

Yüksel Firdevs, 2024, Temiz enerji hedefleri ve iklim taahhütleri nükleer enerjiye desteği güçlendirdi, https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/temiz-enerji-hedefleri-ve-iklim-taahhutleri-nukleer-enerjiye-destegi-guclendirdi/3273267

ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞE STRATEJİK AÇIDAN BAKMAK: KAYNAK TABANLI GÖRÜŞ ÇERÇEVESİNDE BİR DEĞERLENDİRME

Mehmet Ertem

Özet

Bu kavramsal çalışma, çevresel sürdürülebilirlik uygulamalarının stratejik potansiyelini Kaynak Tabanlı Görüş (RBV) ve Doğal Kaynak Tabanlı Görüş (NRBV) çerçevesinde incelemektedir. RBV, işletmelerin sürdürülebilir rekabet avantajı elde etmesinde değerli, nadir, taklit edilemez ve iyi örgütlenmiş (VRIO) içsel kaynakların önemine vurgu yaparken, NRBV bu yaklaşımı çevresel yetkinlikleri stratejik birer kaynak olarak değerlendirerek genişletmektedir. Bu bağlamda, kirliliği önleme, enerji verimliliği ve temiz teknoloji gibi çevresel girişimlerin VRIO kriterlerini karşılayıp karşılamadığı araştırılmaktadır. Literatür bulguları, çevresel yönetim sistemlerinin finansal performansa olumlu katkı sağladığını, enerji tasarrufu ve atık yönetimi gibi uygulamaların hem maliyet hem de yenilik avantajı sunduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, çevresel liderlik ve sürdürülebilirlik odaklı kurumsal kültür gibi sosyal olarak karmaşık unsurlar, taklit edilmesi zor özellikleriyle uzun vadeli rekabet gücünü artırmaktadır. Sektörel bağlamın da bu stratejik değeri etkilediği; özellikle rekabetin yoğun olduğu sektörlerde ve paydaş baskısının güçlü olduğu durumlarda çevresel sürdürülebilirlik uygulamalarının daha belirgin faydalar sağladığı görülmektedir. Sonuç olarak, çevresel sürdürülebilirlik yalnızca bir maliyet unsuru değil, stratejik değer taşıyan bir kaynak olarak değerlendirilmekte; işletmelerin özellikle taklit edilemez yeşil yetkinlikler geliştirmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çevresel Sürdürülebilirlik, Kaynak Tabanlı Görüş, VRIO, Rekabet Avantajı, Stratejik Yönetim

Mehmet Ertem, Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, mehmet.ertem@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9350-4379

1. Giriş

Çevresel sürdürülebilirlik, günümüzün en kritik küresel meselelerinden biri olarak yalnızca bireylerin değil, örgütlerin de sorumluluğuna atfedilen bir alan haline gelmiştir. Bu ilginin ardında genellikle dini, ahlaki ya da etik gerekçeler yer almakta; çevreyi korumanın insanlık görevi olduğu savunulmaktadır. Çevresel sürdürülebilirlik konusunda hem dini hem ahlaki hem de felsefi gerekçelerin tamamı oldukça anlamlı ve değerlidir. Ancak işletmeler gibi kâr amaçlı aktörler açısından bu gerekçeler tek başına ikna edici bir zemin oluşturamayabilir. Serbest piyasa koşullarında faaliyet gösteren işletmelerin büyük çoğunluğu fayda temelli hareket etmekte; sürdürülebilirlik gibi konuları stratejik getirileri bağlamında değerlendirmektedir. Bu çerçevede, temel araştırma sorusu şu şekilde ortaya çıkmaktadır: Çevresel sürdürülebilirlik uygulamaları, işletmeler açısından stratejik bir kaynak olarak rekabet avantajı sağlayabilir mi? Bu bildiride bu soruya, stratejik yönetim teorileri içerisinde önemli bir yere sahip olan Kaynak Tabanlı Görüş (Resource-Based View - RBV) aracılığıyla yanıt aranmaktadır.

2. Yöntem

Bu çalışma, çevresel sürdürülebilirlik uygulamalarının Kaynak Tabanlı Görüş (RBV) çerçevesinde stratejik bir rekabet avantajı unsuru olarak nasıl değerlendirilebileceğini teorik bir zeminde inceleyen kavramsal bir araştırmadır (Eisenhardt, 1989; Whetten, 1989). Literatür taramasına dayalı olarak gerçekleştirilen bu çalışmada (Tranfield vd., 2003; Webster & Watson, 2002), RBV (Barney vd., 2021) ve Doğal Kaynak Tabanlı Görüş (NRBV) (Hart, 1995) kapsamında yer alan temel kuramsal yaklaşımlar sistematik biçimde analiz edilmiştir. Çalışma, nitel bir yöntemle (Creswell & Poth, 2016) yapılandırılmış olup, ikincil veriler üzerinden (Johnston, 2017) yürütülmüştür.

3. **Kaynak Tabanlı Görüş (RBV) ve Rekabet Avantajı**

Kaynak Tabanlı Görüş (Resource-Based View - RBV), bir işletmenin rekabet avantajını, sahip olduğu içsel kaynaklar ve yetenekler ile açıklayan bir strateji teorisidir. Bu teori, geleneksel endüstriyel organizasyon (IO) ekonomisi yaklaşımından farklı olarak, rekabet avantajının Porter'ın Beş Güç Modeli'nde iddia edildiği gibi (Porter, 2008) dış çevresel faktörlerden ziyade, firmanın içsel yeteneklerine dayandığını savunur (Barney, 1991; Wernerfelt, 1984).

RBV'nin temelleri Birger Wernerfelt (1984) tarafından atılmış, ancak Jay Barney (1991) tarafından geliştirilerek, rekabet avantajının sürdürülebilirliği konusunda bir çerçeve sunmuştur. Barney'e (1991) göre, bir firmanın uzun vadeli rekabet avantajı elde edebilmesi için, sahip olduğu kaynakların değerli (V), nadir (R), taklit edilemez (I) ve örgütlenmiş (O) olması gerekir. Bu dört özellik, VRIO çerçevesi olarak bilinir ve stratejik yönetim literatüründe temel bir analiz aracı haline gelmiştir (Barney & Hesterly, 2019).

4. VRIO Çerçevesi ve Rekabet Avantajı

Barney (1991), bir kaynağın rekabet avantajı sağlayabilmesi için aşağıdaki dört kritere uyması gerektiğini belirtir:

- Değerli (Valuable)
- Nadir (Rare)
- Taklit Edilemez (Inimitable)
- Örgütlenmiş (Organized)

Rekabet avantajı elde edebilmek için firmaların sahip oldukları kaynakların belirli niteliklere sahip olması gerekmektedir. Kaynak Tabanlı Görüş (RBV) çerçevesinde bu nitelikler; değerli (Valuable), nadir (Rare), taklit edilemez (Inimitable) ve organize (Organized) kullanıma uygun olmalarıdır. Bir kaynağın "**değerli"** olması, firmanın çevresel fırsatları değerlendirmesine ya da tehditleri bertaraf etmesine olanak tanıması anlamına gelir. Bu tür kaynaklar, firmaya maliyet avantajı, farklılaşma ya da pazar payında artış gibi katkılar sağlar (Peteraf, 1993). Örneğin, patentli teknolojiler veya güçlü bir marka sadakati, rakiplerin müşteri çekmesini zorlaştırarak önemli bir değer yaratır. "**Nadir"** kaynaklar ise, rakip firmaların kolayca ulaşamayacağı ya da kopyalayamayacağı kaynaklardır. Barney (1991), nadir kaynakların geçici avantaj sağlayabileceğini ancak sürdürülebilirlik için diğer unsurların da gerekli olduğunu vurgular (s. 106). Benzersiz bir tedarik zinciri ya da uzmanlaşmış insan kaynağı, bu tür kaynaklara örnektir. "**Taklit edilemez"** kaynaklar, rakiplerin aynı kaynağı kopyalamasını ya da ikame etmesini zorlaştıran nitelikler taşır. Bu durum genellikle tarihsel gelişim süreçleri, nedensel belirsizlik ve sosyal karmaşıklık gibi unsurlardan kaynaklanır (Barney, 1991, s. 110). Google'ın arama algoritması ya da Coca-Cola'nın gizli formülü, yüksek taklit engelleri nedeniyle sürdürülebilir rekabet avantajı sağlayan kaynaklardır. Ancak bu tür kaynaklara sahip olmak tek başına yeterli değildir; "**örgütlenmiş kullanım"**, yani firmanın bu kaynakları etkin ve stratejik biçimde organize edebilme yeteneği de büyük önem taşır. Barney ve Hesterly (2019), birçok firmanın değerli kaynaklara sahip olduğu halde bunları etkili biçimde kullanamadığı için rekabet avantajını kaybettiğini belirtir (Barney ve Hesterly 2019, s. 87). Apple'ın tasarım ve teknolojiyi başarıyla entegre edebilme yeteneği, örgütlenmiş kullanımın başarılı bir örneğidir. Sonuç olarak, bir kaynağın sürdürülebilir rekabet avantajı yaratabilmesi için bu dört niteliğe birlikte sahip olması gerekmektedir.

5. RBV ve Çevresel Sürdürülebilirlik

Günümüz iş dünyasında çevresel sürdürülebilirlik, firmalar için yalnızca etik bir sorumluluk değil, aynı zamanda stratejik bir fırsat alanı olarak değerlendirilmektedir. Kaynak Tabanlı Görüş (Resource-Based View-RBW), bir işletmenin sürdürülebilir rekabet avantajı elde etmesinde içsel kaynak ve yeteneklerin rolüne odaklanırken, bu yaklaşım çevresel sürdürülebilirlik uygulamalarının analizinde giderek daha fazla kullanılmaktadır. Özellikle çevre dostu üretim süreçleri, enerji verimliliği yatırımları, yeşil teknolojiler ve atık yönetimi gibi uygulamalar, RBW'nin tanımladığı değerli, nadir, taklit edilemez ve örgütlenmiş (VRIO) kaynaklar kapsamında ele alınabilmektedir (Aragón-Correa ve Sharma, 2003; Barney, 1991; Shrivastava, 1995).

Bu yaklaşıma dayalı olarak geliştirilen Doğal Kaynak Tabanlı Görüş (Natural Resource-Based View-NRBW), çevresel sürdürülebilirliği sadece bir toplumsal sorumluluk alanı olarak değil, aynı zamanda uzun vadeli rekabet üstünlüğü sağlayan stratejik bir unsur olarak konumlandırmaktadır. Bu çerçevede firmaların çevresel zorluklara üç temel stratejiyle yanıt verdiği görülmektedir: kirliliği önleme, ürün sorumluluğu ve temiz teknoloji yatırımları. Bu stratejiler yalnızca operasyonel verimliliği artırmakla kalmaz, aynı zamanda işletme itibarını güçlendirerek uzun vadeli değer yaratımını destekler (Hart, 1995).

Ampirik bulgular, çevresel sürdürülebilirlik uygulamalarının finansal performans üzerinde olumlu etkiler yarattığını göstermektedir. Çevresel yönetim sistemlerinin maliyet avantajı sağladığı ve yasal riskleri azalttığı, ayrıca bu tür yatırımların teknik bilgi birikimi yaratarak kolay taklit edilemez nitelikler oluşturduğu belirlenmiştir (Russo ve Fouts, 1997; Klassen ve McLaughlin, 1996; Klassen ve Whybark, 1999).

Bununla birlikte, çevresel sürdürülebilirlik alanında benimsenen liderlik anlayışı ve örgüt kültürü gibi sosyal olarak karmaşık örgütsel yapılar da, RBW çerçevesinde değerlendirildiğinde "taklit edilemez"

kaynaklar arasında yer almaktadır. Zira, özellikle örgüt kültürünün olgusunun kendisi ve kültürün değer ve inançlar gibi unsurları VRIO çerçevesinin şartlarını sağlayan birer stratejik kaynak özelliği gösterebilmektedir (Genç, 2013; Ertem ve Kılınç, 2020). Diğer yandan bu tür dönüşümlerin gerçekleştirilmesi uzun vadeli bir öğrenme sürecini gerektirir ve bu sürecin kendisi bile işletmelere stratejik bir avantaj sağlayabilir (Winn ve Angell, 2000).

Sektörel bağlam da çevresel stratejilerin etkisini belirleyen önemli bir faktördür. Rekabetin yoğun olduğu sektörlerde sürdürülebilirlik yatırımları daha belirgin avantajlar sağlamakta; bu yatırımlar firma itibarını artırarak düzenleyici kurumlar ve çevreye duyarlı tüketiciler nezdinde marka değerine katkıda bulunmaktadır (Orsato, 2006; Bansal ve Roth, 2000). Ayrıca, artan paydaş baskısının da firmaları çevresel performanslarını geliştirmeye yönlendirdiği görülmektedir (Darnall vd., 2010).

Sonuç olarak, çevresel sürdürülebilirlik artık yalnızca bir maliyet unsuru olmaktan çıkmış, stratejik değeri olan ve sürdürülebilir rekabet avantajı yaratabilen bir unsur haline gelmiştir. Yeşil inovasyon, çevreci kurumsal kültür ve çevresel liderlik gibi unsurlar, RBW'nin temel ilkeleriyle örtüşerek işletmelere hem ekonomik hem de çevresel fayda sağlayan yeni fırsatlar sunmaktadır.

6. Sonuç

RBV çerçevesinden bakıldığında, çevresel sürdürülebilirlik uygulamaları yalnızca bir sosyal sorumluluk alanı değil, aynı zamanda stratejik bir yatırım olarak da değerlendirilebilir. Bu uygulamalar sayesinde işletmeler; hem maliyet avantajı elde edebilir hem de müşteri sadakati, kurumsal itibar ve düzenleyici kurumlarla uyum gibi stratejik faydalar kazanabilirler. Özellikle çevre dostu ürünler sunan ya da yeşil üretim yapan işletmelerin pazarda farklılaşma şanslarının arttığı gözlemlenmektedir. Bununla birlikte, sürdürülebilirlik uygulamalarının gerçekten VRIO kriterlerini taşıyıp taşımadığı durumsal olarak analiz edilmelidir. Her sürdürülebilirlik uygulaması bu kriterlere uygun değildir; dolayısıyla stratejik etki yaratacak olanlar titizlikle seçilmelidir.

Çevresel sürdürülebilirlik, yalnızca etik veya ahlaki gerekçelere dayandırılmamalı; işletmeler açısından stratejik bir değer yaratma potansiyeli ile de ele alınmalıdır. Bu bildiride, çevresel sürdürülebilirliğin işletmeler için rekabet avantajı sağlayabilecek stratejik bir kaynak olup olamayacağı, Kaynak Tabanlı Görüş (RBV) ve VRIO çerçevesi üzerinden tartışılmıştır.

Elde edilen kuramsal değerlendirmeler, sürdürülebilirlik uygulamalarının belirli koşullar altında işletmelere uzun vadeli stratejik faydalar sunabileceğini ortaya koymaktadır. Özellikle değerli, nadir, taklit edilemez ve organize edilmiş sürdürülebilirlik stratejileri; işletmelere hem çevresel hem de ekonomik anlamda katkı sağlayarak sürdürülebilir rekabet avantajı oluşturabilir. Bu nedenle çevresel sürdürülebilirlik, işletmelerin stratejik planlamalarında bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmelidir.

7. Kaynakça

Aragón-Correa, J. A., & Sharma, S. (2003). A contingent resource-based view of proactive corporate environmental strategy. Academy of Management Review, 28(1), 71-88. https://doi.org/10.5465/amr.2003.8925233

Barney, J. B. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. Journal of Management, 17(1), 99–120. https://doi.org/10.1177/014920639101700108

Barney, J. B., & Hesterly, W. S. (2019). Strategic management and competitive advantage (6th ed.). Pearson.

Bansal, P., & Roth, K. (2000). Why companies go green: A model of ecological responsiveness. Academy of Management Journal, 43(4), 717–736. https://doi.org/10.5465/1556363

Berchicci, L., & King, A. A. (2007). Postcards from the edge: A review of the business and environment literature. Academy of Management Annals, 1(1), 513–547. https://doi.org/10.5465/078559816

Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2016). Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches (4th ed.). Sage Publications.

Darnall, N., Henriques, I., & Sadorsky, P. (2010). Adopting proactive environmental strategy: The influence of stakeholders and firm size. Journal of Management Studies, 47(6), 1072–1094. https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2009.00873.x

Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. Academy of Management Review, 14(4), 532-550. https://doi.org/10.5465/amr.1989.4308385

Ertem, M., & Kılınç, İ. (2020). Strategic meaning of cultural values: A qualitative research in Kayseri OIZ furniture industry. Journal of Global Strategic Management, 2(13), 29–44. https://doi.org/10.20460/JGSM.2020.279

European Commission. (2019). The European Green Deal. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

Genç, K. Y. (2013). Culture as a strategic resource for organizations and an assessment on cultures of Turkish large firm. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 75, 525–531. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.04.057

Hart, S. L. (1995). A natural-resource-based view of the firm. Academy of Management Review, 20(4), 986–1014. https://doi.org/10.5465/amr.1995.9512280033

Johnston, M. P. (2017). Secondary data analysis: A method of which the time has come. Qualitative and Quantitative Methods in Libraries, 3(3), 619-626.

Klassen, R. D., & Whybark, D. C. (1999). The impact of environmental technologies on manufacturing performance. Academy of Management Journal, 42(6), 599-615. https://doi.org/10.5465/256982

Orsato, R. J. (2006). Competitive environmental strategies: When does it pay to be green? California Management Review, 48(2), 127–143. https://doi.org/10.2307/41166341

Peteraf, M. A. (1993). The cornerstones of competitive advantage: A resource-based view. Strategic Management Journal, 14(3), 179–191. https://doi.org/10.1002/smj.4250140303

Porter, M. E. (2008). The five competitive forces that shape strategy. Harvard Business Review, 86(1), 78-93. https://hbr.org/2008/01/the-five-competitive-forces-that-shape-strategy

Russo, M. V., & Fouts, P. A. (1997). A resource-based perspective on corporate environmental performance and profitability. Academy of Management Journal, 40(3), 534–559. https://doi.org/10.5465/257052

Shrivastava, P. (1995). The role of corporations in achieving ecological sustainability. Academy of Management Review, 20(4), 936–960. https://doi.org/10.5465/amr.1995.9512280026

Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. British Journal of Management, 14(3), 207-222. https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375

Webster, J., & Watson, R. T. (2002). Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review. MIS Quarterly, 26(2), xiii-xxiii. https://doi.org/10.2307/4132319

Wernerfelt, B. (1984). A resource-based view of the firm. Strategic Management Journal, 5(2), 171–180. https://doi.org/10.1002/smj.4250050207

Whetten, D. A. (1989). What constitutes a theoretical contribution? Academy of Management Review, 14(4), 490-495. https://doi.org/10.5465/amr.1989.4308371

Winn, M. I., & Angell, L. C. (2000). Towards a competence framework for corporate sustainability. Organization & Environment, 13(2), 123–147. https://doi.org/10.1177/1086026600132001

MEKANİK KİLİTLEME YÖNTEMİNDE KÜRESEL KANALLI BAĞLANTI MUKAVETİNİN İNCELENMESİ

Serdar MERCAN

Özet

Mekanik kilitleme yöntemi farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip malzemelerin birleştirilmesinde, geleneksel yöntemlere alternatif yenilikçi bir birleştirme yöntemidir. Malzeme tasarrufu, enerji verimliliği ve atık oluşturmaması yönleriyle sürdürülebilir imalat sistemleri için oldukça uygundur. Özellikle farklı türde metallerin birleştirilmesinde çevreci bir alternatif sunması, yöntemin endüstriyel ölçekte daha yaygın kullanılmasını teşvik etmektedir. Geleceğin düşük karbon ayak izine sahip üretim anlayışında, mekanik kilitleme yönteminin rolü büyük önem taşımaktadır. Yöntemde birleştirilecek parçalar yeniden şekillendirilen parça ve kalıp parçası olarak isimlendirilir. Kalıp parçası üzerinde konik, T kanal veya küresel kanal şeklinde oluşturulan özel geometrik yapılar bulunur. Birleştirme işlemlerinde; ısı ve basınç yardımı ile yeniden şekillendirilen parçanın kalıp parçası üzerindeki geometriye dönüştürülmesi ile gerçekleştirilir. Bu çalışma kapsamında, mekanik kilitleme yöntemi kullanılarak, farklı malzeme türlerinin birleştirilmesinde küresel kanal tasarımında oluşan gerilme dağılımları numerik olarak incelenmiştir. ANSYS bilgisayar destekli analiz programında üç farklı model oluşturularak incelemeler tamamlanmıştır. Kanal yarıçapının arttırılması ile yük taşıyan kesitin de artmasına rağmen, ani kesit değişimlerinin neden olduğu gerilme yığılmalarına bağlı olarak S3 nolu numunede en yüksek gerilme dağılımı elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mekanik kilitleme yöntemi (MLM), Küresel kanal, Bilgisayar destekli analiz, ANSYS, Mekanik Özellikler

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi Mekatronik Müh. Böl. Sivas, Türkiye,
smsmercan@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1225-8290

1. GİRİŞ

Farklı metal türlerinin geleneksel kaynak yöntemleriyle birleştirilmesi, özellikle kimyasal bileşim ve fiziksel özelliklerin uyuşmaması durumunda önemli zorlukların yanında geleneksel yöntemlerin çevresel olumsuz etkileri bulunmaktadır. Bu zorlukları aşmak ve çevreci, düşük enerjili bir çözüm sunmak amacıyla geliştirilen Mekanik Kilitleme Yöntemi (MLM), metalik malzemeler için etkili bir alternatif yöntem olarak öne çıkmaktadır (Mercan, 2017). MLM, geleneksel birleştirme yöntemlerinden farklı olarak herhangi bir dolgu maddesi kullanımına ihtiyaç duymaz. Bu özelliği sayesinde, kaynak sırasında ek malzeme tüketimi engellenmiş olur. Ayrıca birleştirme işlemi sonrasında ilave bir yüzey işlemi, temizleme ya da çapak alma gibi ikincil işlemlere gerek duyulmaması, enerji ve zaman tasarrufu sağlar. Sürecin sonunda oluşan birleşim, doğrudan kullanıma uygun olduğundan üretim hattında ek işçilik ihtiyacını da ortadan kaldırır. En önemli avantajlarından biri ise süreç boyunca atık madde oluşmamasıdır. Kaynak teli, atık metal, gaz kullanımı gibi ek malzemelere ihtiyaç duyulmaz ve yan ürün meydana gelmez. Bu durum hem çevresel yükü azaltır hem de geri dönüşüm ihtiyacını minimuma indirir.

Tüm bu kriterler göz önüne alındığında, MLM yöntemi; malzeme tasarrufu, enerji verimliliği ve atık azaltımı yönleriyle sürdürülebilir imalat sistemleri için oldukça uygundur. Özellikle farklı türde metallerin birleştirilmesinde çevreci bir alternatif sunması, yöntemin endüstriyel ölçekte daha yaygın kullanılmasını teşvik etmektedir. Geleceğin düşük karbon ayak izine sahip üretim anlayışında, mekanik kilitleme yönteminin rolü büyük önem taşımaktadır.

Yöntem kullanılarak birleştirilecek iki parçadan, ergime ısısı düşük olan yeniden şekillendirilen parça (YŞP), mekanik özellikleri yüksek olan kalıp parçası (KP) olarak tasarlanır. Kalıp parçasının üzerine farklı ölçülerde T kanal, konik kanal veya küresel kanal açılır. YŞP' nin ara yüzey temas hattı boyunca dönerek sürtünmesini ve aralarında eksenel basınç oluşmasını sağlayacak şekilde, sürtünme kaynak makinaları, torna tezgâhları ve freze tezgâhları kullanılarak birleştirme işlemleri gerçekleştirilir. YŞP ve KP' nın sürtünme hareketini sağlayacak ve plastik şekil değiştirme sonucunda kanal içini doldurabilecek, aynı zamanda burkulmaya neden olmayacak boyutlarda imalatı gerçekleştirilmelidir. Yöntem parametreleri, devir sayısı, sürtünme süresi ve sürtünme basıncı olarak sınıflandırılır (Mercan, 2017, Özkavak, 2022). Söz konusu parametrelerin tamamı YŞP nın mekanik özelliklerini kaybetmeden hamurumsu hale getirilmesi amacıyla belirlenir. Yöntemin en önemli avantajlarından biri malzemelerin ergime sıcaklığına ulaşmadan birleştirilmeleridir. Bu durum ısının dar bir alanda kalmasını ve mikro yapı değişimlerine bağlı istenmeyen sonuçların azalmasını sağlamaktadır (Mercan, 2019, Mercan, 2021) Ancak bu yöntemin başarısı büyük ölçüde kalıp tasarımına, özellikle de kilitleme geometrisinin optimize edilmesine bağlıdır. MLM ile birleştirilen malzemelerde gerilme yığılmaları tespit edilerek uygun tasarım parametreleri nümerik analizlerle belirlenir; bu analizlerin, deneysel sonuçlara oldukça yakın olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Kurt, 2020, Sokolowski vd., 2009, Shangwu vd., 2000).

Bu çalışmada, yüksek mukavemetli dubleks paslanmaz çelik (AISI 2205) ve pirinç alaşımı (CuZn30) gibi birbiriyle geleneksel kaynak yöntemleriyle zor birleştirilebilen malzeme çifti seçilmiştir. Mekanik kilitleme yönteminde kalıp parçasının küresel kanallı tasarımı yapılarak iki malzeme çiftinin mekanik olarak birleştirilmesi incelenmiştir. Küresel kanalların, bağlantı yüzeyinde üç boyutlu fiziksel tutunma sağlayarak T-kanal ve konik kanal geometrilerine göre daha yüksek dayanım ve homojen gerilme dağılımı sunacağı düşünülmektedir.

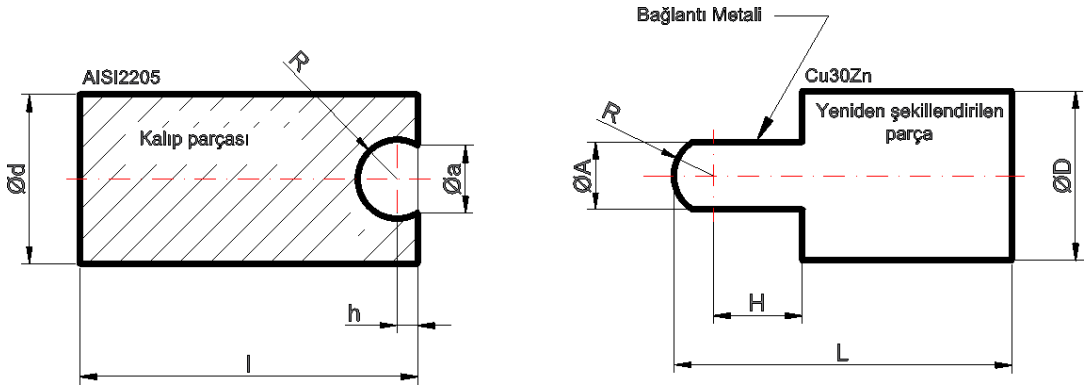
2. YÖNTEM

AISI2205 ve Cu30Zn malzemelerin MLM' de birleştirilebilmeleri amacıyla küresel kanala sahip farklı fiziksel tasarımlar hazırlanmıştır. Meydana gelen gerilme dağılımını belirlemek amacıyla ANSYS programı kullanılarak statik analizler gerçekleştirilmiştir. Malzemelere ait fiziksel özellikler Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1. Malzeme mekanik özellikleri (Mercan, 2017, Mercan, 2021)

Malzeme	**AISI 2205**	**Cu30Zn**
Yoğunluk (gr/cm^3)	7,85	8,85
Elastisite Modülü (MPa)	351000	97000
Poisson Oranı	0,30	0,34
Akma Mukavemet Değeri (N/mm^2)	327,835	130
Çekme Mukavemet Değeri (N/mm^2)	955,681	300
Sertlik (HV)	328	134

Bağlantı parametreleri Şekil 1 de şematik olarak gösterilmiştir ve değerler Tablo 2 de verilmiştir.



Şekil 1. Numune Boyutları (mm)

Tablo 2. Bağlantı profiline ait değişen değerler (mm)

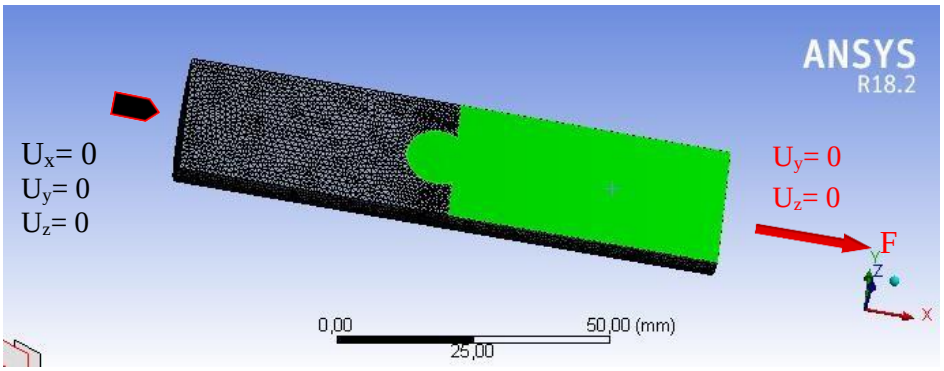
	S1	S2	S3
Kalıp Parçası Boyutları			
Dış Çap (Ød)	30		
Parça Boyu (l)	50		
Bağlantı boğaz çapı (Øa)	10		
Kanal İçi Yarıçap (R)	5,83	6,4	7,07
Kanal Merkezinin Kenar Uzaklığ (h)	3	4	5
Yeniden Şekillendirilen Parça Boyutları			
Dış Çap (ØD)	30		
Parça Boyu (L)	50		
Bağlantı Metal Çap (ØA)	10		
Bağlantı Metal Uç Radyusu (R)	5,83	6,4	7,07
Uç Radyus Kenar Mesafesi (H)	13,17	12,6	12

Farklı fiziksel tasarım parametreleri kullanılarak elde edilen üç farklı model için analizler, Sonlu Elemanlar Yöntemi (FEM) ni kullanan ANSYS/Workbench 18.2 sürümü, Static Structural Modülü ile yapılmıştır. Numunelerin tamamında simetri ekseni göz önüne alınarak incelemeler tamamlanmıştır.

MLM' de parçalar arasında kaynaklı bir bağlantı gerçekleşmediği için bağlantı tipi No Seperation olarak tanımlanmıştır. Parçaların birbirlerinin normali doğrultusunda ayrılmadıkları fakat birbirleri üzerinden sınırlı kayma hareketi yapabildikleri ve aralarında difüzyon gerçekleşmediği kabul edilmiştir.

Mesh yapısının oluşturulmasında Tetrahedron eleman tipi kullanılarak özellikle kesit değişim bölgelerinde mesh sıklığı arttırılmıştır. Düğüm sayıları sırasıyla 1320850, 1330386 ve 1343240 dur. Eleman sayıları 940492, 947064 ve 955668 olmuştur Şekil 2' de mesh yapısı, sınır koşulları ve yükleme durumu ile birlikte gösterilmiştir.

AISI2205 tarafına tam sabitleme (fix support) tanımlaması yapılırken, Cu30Zn tarafına eksenel yönde (+X ekseni doğrultusunda) kuvvet uygulanarak analizler tamamlanmıştır. Analizlerde hasar yükü Cu30Zn nin çekme dayanımının üstünde 500.000 N'luk tekil kuvvet uygulanmıştır.



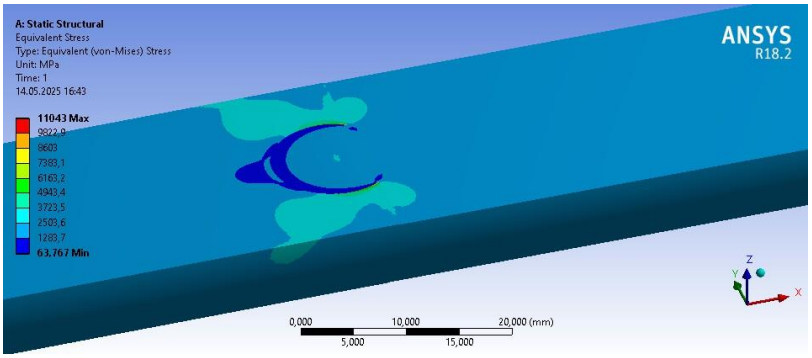
Şekil 2. Mesh yapısı ve sınır koşulları

Analiz sonuçlarında özellikle deneysel çalışmalarda kullanılacak en uygun fiziksel tasarım parametrelerinin tespit edilmesi hedeflenmiştir. Statik yük altında yapılan gerilme analizlerinde Von mises maksimum gerilme değerleri ile maksimum deformasyon bölgeleri tespit edilerek değerlendirmeler tamamlanmıştır.

3. ANALİZ SONUÇLARI

Bu çalışmada, AISI 2205 ve Cu30Zn malzeme çiftinin küresel kanallı bağlantılarla mekanik kilitleme yöntemi (MLM) kullanılarak birleştirilmesine yönelik yapılan nümerik analiz sonuçları değerlendirilmiştir. Sonlu Elemanlar Yöntemi (FEM) ile ANSYS Workbench 18.2 programında üç farklı kanal geometrisine (S1, S2, S3) ait modeller üzerinde statik analiz gerçekleştirilmiştir. Nümerik analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde mikroyapı hataları olmadığı ön kabulü ile analizler tamamlanmıştır.

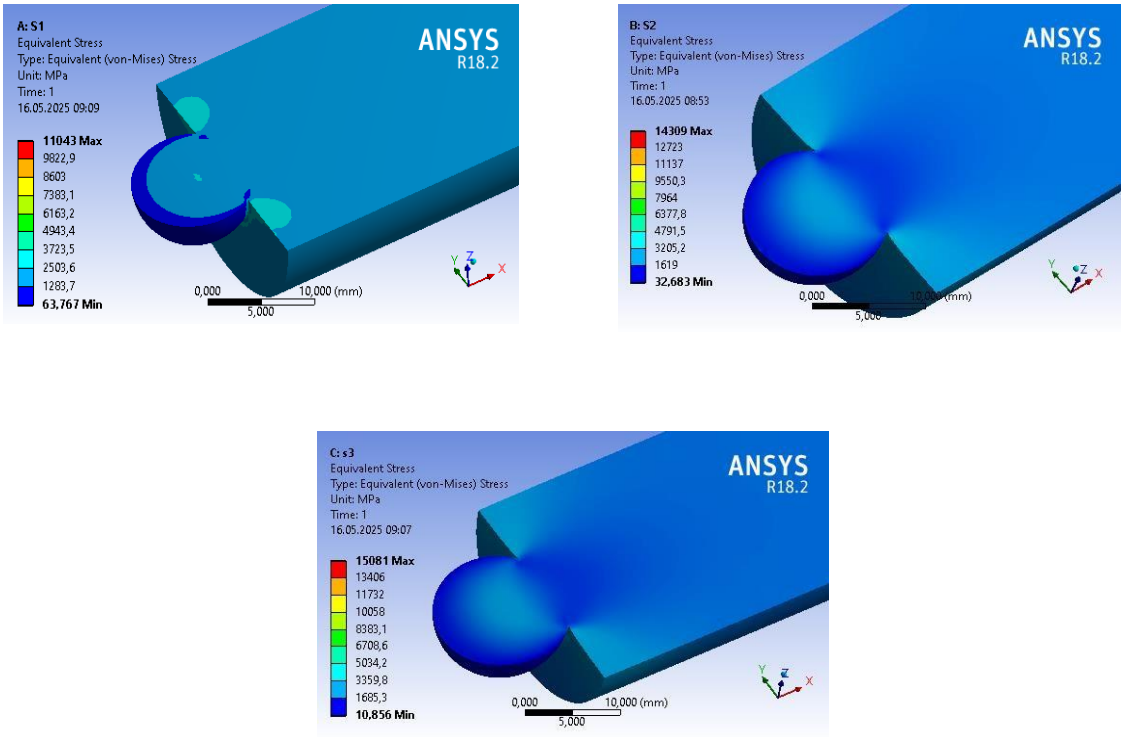
Yapılan analizlerde, maksimum Von Mises gerilmelerinin tüm numunelerde benzer bölgelerde, özellikle bağlantı metalinin kesitinin en dar olduğu geçiş bölgelerinde meydana geldiği tespit edilmiştir. Şekil 3'te, S1 numunesinde oluşan maksimum gerilme bölgeleri gösterilmiştir. Geçiş bölgelerindeki keskin kenar geometrileri, gerilme yığılmalarının yoğunlaştığı temel alanlar olarak öne çıkmaktadır.



Şekil 3. S1 nolu numune maksimum gerilme dağılım bölgeleri

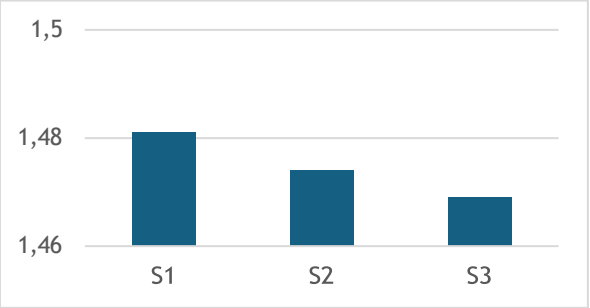
Şekil 4'te sunulan karşılaştırmalı dağılımlara göre, en yüksek gerilme S3 numunesinde gözlemlenmiştir. Bu durum, kanal içi yarıçapın ve bağlantı bölgesi hacminin artmasıyla birlikte, gerilmenin daha büyük bir hacme yayılmak yerine geçiş bölgelerinde yoğunlaşmasından kaynaklanmaktadır. S3 numunesinde, kesit geçişlerinin daha ani olması ve köşe bölgelerdeki kavislerin nispeten daha dar kalması, gerilme yığılmalarının artmasına yol açmıştır. Bu da söz konusu numunenin, en yüksek gerilme değerine ulaşmasına neden olmuştur. Gerilme yığılmalarının özellikle bağlantı metalinin kanal duvarına temas ettiği keskin kenarlarda yoğunlaştığı görülmüştür. Bu tür keskin geçişler, yük altındaki malzeme davranışını olumsuz etkileyerek kırılma veya çatlak başlangıcı gibi olası hasar senaryolarının oluşmasına zemin hazırlamaktadır. Önceki çalışmalarla da uyumlu şekilde (Mercan, 2019), hasarın kesitin daraldığı bölgelerde meydana geldiği doğrulanmıştır.

Bu sonuçlar doğrultusunda, yeniden şekillendirilen parçanın kanal geçiş bölgelerinin daha büyük yarıçaplarla tasarlanması gerektiği ortaya konmuştur. Bu sayede, gerilme yığılmaları azaltılabilir ve yapısal dayanım artırılabilir.



Şekil 4. Gerilme dağılımı bölgeleri

Şekil 5'de görüldüğü üzere, maksimum yer değiştirme miktarı kanal içi yarıçap arttıkça küçük bir değerde artış göstermiştir. Ancak bu yer değiştirme değerleri, kabul edilebilir elastik deformasyon sınırları içerisinde kalmıştır. Bu durum, bağlantının yapısal bütünlüğünü olumsuz etkilememektedir.



Şekil 5. Maksimum yer değiştirme miktarı

Sonuç olarak, geometrik tasarımlarda yapılan küçük değişimlerin (örneğin yarıçap artışı ve keskin kenarların yumuşatılması) bağlantı mukavemeti üzerinde ciddi etkiler yarattığı anlaşılmıştır. Özellikle S3 numunesinde gözlemlenen yüksek gerilme değerleri, kanal geçiş bölgelerinin optimize edilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

SONUÇLAR

* Küresel kanallı tasarlanan yeniden şekillendirilen parçada en yüksek gerilme yığılması kesit değişimlerinin en büyük olduğu S3 no lu numude tespit edilmiştir.

* Gerilme yığılmaları, bağlantı geometrisindeki keskin geçiş bölgelerinde yoğunlaşmıştır.

* Statik analizlerde elde edilen sonuçların deneysel testlerle doğrulanması, modelin gerçek hayattaki karşılığının ortaya konması açısından önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Kurt G., Yaşar N., 2020. HEA 240 profilinin sıcak haddelenmesinde deneysel ve simülasyon sonuçlarının karşılaştırılması, İmalat Teknolojileri ve Uygulamaları 1, 2, (25-31)

Mercan S., 2017. Mekanik kilitleme yöntemi (MLM)". Türk Patent ve Marka Kurumu, No: TR 2015 03256 B 2017/05/22,

Mercan S., 2019. Farklı metal çiftlerinin mekanik kilitlenme yöntemi ile birleştirilmesi, GU J Sci, Part C, DOI:10.29109/gujsc.437488,

Mercan S., 2021. Joining dissimilar material pairs by mechanical locking method (MLM). Int. J. of Pre. Eng. and Man., doi.org/10.1007/s12541-021-00593-z

Özkavak H. V., 2022. Joining Cu30Zn (Brass) and AA6063 alloys using the mechanical locking method. Russian J. of Non-Fer. Metal, doi.org/10.3103/S1067821222050078

Sokolowski J.A., Banks C.M., 2009. Principles of modeling and simulation, Journal of Statistical Software, 3, ISBN 978-0- 470-28943-3, doi: 10.18637/jss.v031.b03

X. Shangwu, L. Xianghua, W. Guodong, Z. Qiang, A 2000. Three-dimensional finite element simulation of the vertical-horizontal rolling process in the with reduction of slab, Journal of Materials Processing Technology, 101: 146-151, doi:10.1016/S0924-0136(00)00439-8

DERİN ÖĞRENME İLE MANYETİK REZONANS ANJİYOGRAFİSİ GÖRÜNTÜLERİNDEN BEYİN ANEVRİZMASI TESPİTİ VE SEGMENTASYONU

Emre Aykaç[1]
Gürol Göksungur[2]
Güneş Seda Albayrak[3]
Mehmet Emin Yüksel[4]

Özet

Bu çalışmada, Time-of-Flight Manyetik Rezonans Anjiyografi (TOF-MRA) görüntülerinde intrakraniyal anevrizmaların otomatik tespiti ve segmentasyonu için Mask R-CNN tabanlı bir derin öğrenme modeli geliştirilmiştir. Modelin eğitimi için Yozgat Şehir Hastanesi'nden elde edilen 286 sağlıklı beyin TOF-MRA görüntüsü ve OpenNeuro açık veri platformundan sağlanan 161 anevrizmalı vaka görüntüsü kullanılmıştır. Hiperparametre optimizasyonu Optuna ile gerçekleştirilmiş ve model performansını artırmak amacıyla 5-katlı çapraz doğrulama yöntemi uygulanmıştır. Küçük çaplı anevrizmaların (<3 mm) tespit oranını yükseltmek için model mimarisinde iyileştirmeler yapılmıştır. Ayrıca, yanlış pozitif oranını düşürmek amacıyla sağlıklı vakalara ait MRA görüntüleri arka plan verisi olarak modele dahil edilmiştir. Modelin doğrulama testleri sonucunda %94.04 doğruluk, %86.77 duyarlılık, %88.32 F1 skoru ve %88.32 Dice skoru elde edilmiştir. Bulgular, modelin farklı boyutlardaki anevrizmaları yüksek doğrulukla tespit edebildiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: İntrakraniyal anevrizma; derin öğrenme; Mask R-CNN; manyetik rezonans anjiyografi; medikal görüntü segmentasyonu.

[1]Öğr. Gör., Yozgat Bozok Üniversitesi, emre.aykac@yobu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5329-0131
[2]Dr., Yozgat Şehir Hastanesi, gurolgoksungur@hotmail.com, ORCID: 0000-0001-9424-664X
[3]Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi, Dahili Tıp Bilimleri, Nöroloji, drgunesalbayrak@yahoo.com, ORCID: 0000-0003-1480-0562
[4]Prof. Dr., Erciyes Üniversitesi, yuksel@erciyes.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8167-096X

1. Giriş

Beyin anevrizmaları, serebral atardamar duvarındaki zayıflama sonucunda damar üzerinde baloncuk şeklinde lokalize genişlemeler olarak tanımlanır. Rüptür gerçekleştiğinde, travmaya bağlı olmayan subaraknoid kanamaya (SAK) yol açarak ciddi klinik tablolara neden olabilir. SAK vakalarına bağlı mortalite oranlarının %50'ye kadar çıkabildiği bildirilmektedir (van Gijn vd., 2007; Brown vd., 2008). Anevrizmaların büyüme veya rüptür riskini etkileyen çeşitli faktörler tanımlanmış olsa da (Brinjikji vd., 2013), hangi anevrizmanın ne zaman rüptüre olabileceği öngörülemez. Bu nedenle erken ve doğru teşhis, uygun tedavi planlaması için kritik öneme sahiptir (Molyneux vd., 2002; Etminan & Rinkel, 2016).

Günümüzde intrakraniyal anevrizmaların taranmasında, kontrast madde kullanımına gerek olmaması ve yüksek uzaysal çözünürlük sunması nedeniyle TOF-MRA yöntemi yaygın olarak tercih edilmektedir. Bununla birlikte MRA görüntülerinin radyologlar tarafından manuel olarak değerlendirilmesi oldukça zaman alıcıdır. Çok sayıda kesitin tek tek incelenmesini gerektiren bu süreçte, özellikle küçük boyutlu ya da damarsal bifürkasyon noktalarına yakın konumdaki anevrizmaların gözden kaçma olasılığı artmaktadır (Stember vd., 2019). Bu durum, tanı sürecinde otomatik bilgisayar destekli analiz araçlarına olan ihtiyacı gündeme getirmektedir. Otomatik yaklaşımlar, tarama işlemlerini hızlandırarak radyologların iş yükünü azaltabilir ve insan hatasından kaynaklanan gözden kaçmaları en aza indirebilir. Nitekim bilgisayar destekli tanı sistemlerinin klinik kullanımı, farklı alanlarda radyolog performansını artırdığı gösterilmiştir (Lakhani & Sundaram, 2017). Bu duruma paralel olarak, yapay zekâ tabanlı araçların rutin taramalarda anevrizma tespitini hızlandırabildiği ve inceleme sürelerini kısaltabildiği de yakın zamanda ortaya konmuştur (Adamchic vd., 2024).

Geleneksel görüntü işleme teknikleri, eşikleme, kenar bulma, bölge büyütme ve morfolojik filtreleme gibi yöntemlere dayanarak anevrizma tespiti için uygulanmıştır. Ancak bu tür klasik yöntemler; kompleks damar yapıları, arter bifürkasyonları ve gürültülü veriler gibi nedenlerle yüksek oranda yanlış pozitif sonuç üretebilmekte ve küçük anevrizmaları tespit etmede yetersiz kalabilmektedir. Literatürde, derin öğrenme tabanlı yaklaşımların medikal görüntü analizinde üstün performans gösterdiği ve intrakraniyal anevrizma tespitinde geleneksel yöntemlere kıyasla çok daha başarılı olduğu bildirilmiştir (Zhou vd., 2019; Zhang vd., 2020).

Özellikle Konvolüsyonel Sinir Ağları (CNN) tabanlı derin öğrenme modellerinin, beyin anevrizmalarının otomatik segmentasyonunda yüksek doğruluk sağladığı çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur. Tam katmanlı evrişimsel ağ mimarileri olan U-Net (Ronneberger vd., 2015) ve V-Net (Milletari vd., 2016) medikal görüntü segmentasyonunda yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak anevrizmaların birer nesne olarak tespit edilip sınırlarının hassas biçimde segmentlenmesi gerektiğinden, hem nesne tespiti hem de piksel düzeyinde segmentasyon yapabilen Mask R-CNN gibi modeller bu problemde daha avantajlıdır. Mask R-CNN, Faster R-CNN modelinin sağladığı bölge öneri ağını temel alarak her bir ROI bölgesinde piksel düzeyinde maske çıktısı üreten bir mimariye sahiptir (Ren vd., 2015; He vd., 2017).

Stember ve ark. (2019) çalışmasında U-Net tabanlı bir CNN kullanılmış ve 86 test vakasının 85'inde anevrizmalar başarıyla tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Ueda ve ark. (2019) da derin öğrenme tabanlı bir algoritmayla MRA verilerinde yüksek performans bildirmiştir: iç test grubunda %91 (592/649), dış test grubunda %93 (74/80) duyarlılık elde ederek özellikle küçük boyutlu anevrizmaların yakalanmasında önemli bir başarı sağlamışlardır. Bu çalışmalar, derin öğrenme tekniklerinin intrakraniyal anevrizma tespitinde yüksek potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, yakın tarihli bir meta-analiz otonom derin öğrenme modelleriyle intrakraniyal anevrizma tespitinde ortalama ~%91 duyarlılık elde

edildiğini, ancak çalışmaların çoğunda yüksek yanlılık riski ve sınırlı genelleme olduğunu bildirmektedir. (Din vd., 2023).

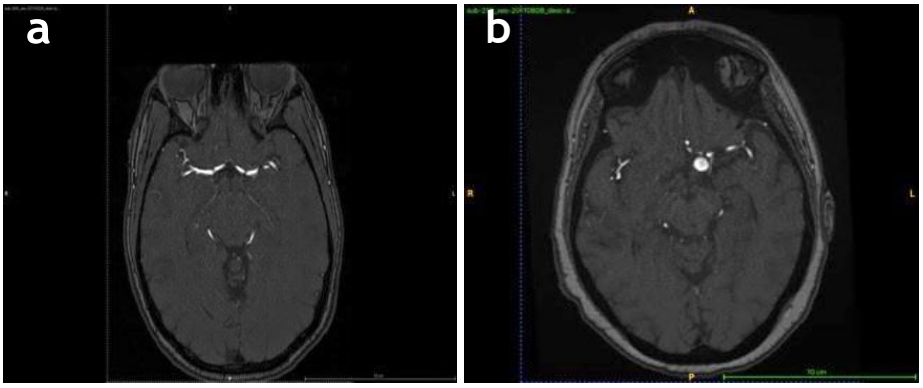
Bu çalışmada, intrakraniyal anevrizmaların otomatik tanı ve segmentasyonunu gerçekleştirebilecek bir derin öğrenme tabanlı karar destek sistemi geliştirmek amaçlanmıştır. Bu amaçla Mask R-CNN mimarisi, COCO veri kümesinde eğitilmiş ResNet-50 FPN tabanlı bir model olarak uyarlanmış ve anevrizma tespit-segmentasyon problemine uygulanmıştır. Çalışmada modelin küçük çaplı anevrizmaları yakalama duyarlılığını artırmak ve yanlış pozitif teşhisleri azaltmak ana hedeflerdir. Nihai amaç, geliştirilen modeli klinik iş akışına entegre ederek radyolojik tanı sürecini hızlandırmak ve tanı doğruluğunu standardize etmektir.

2. Yo¨ntem

2.1 Veri Toplama:

Çalışmada intrakraniyal anevrizma tespiti ve segmentasyonunu gerçekleştirebilmek için iki farklı kaynaktan derlenen TOF-MRA beyin görüntüleri kullanılmıştır. Birincil veri kümesi, Yozgat Şehir Hastanesi'nde 1.5 Tesla Siemens Magnetom Essenza cihazıyla elde edilen 300 adet beyin MRA vakasından oluşmaktadır. Bu görüntülerin 170'inde intrakraniyal anevrizma saptanmış, kalan 130 görüntü ise sağlıklı vakalara aittir.

Veri setindeki anevrizmalı vaka sayısını artırmak ve sınıf dengesizliğini gidermek amacıyla, açık erişimli OpenNeuro platformundaki beyin MRA veri setinden (No: ds003949, sürüm 1.0.1) ek görüntüler temin edilmiştir. OpenNeuro'dan elde edilen 157 anevrizmalı TOF-MRA sekansı, hastanedeki 4 anevrizma vakasına eklenerek toplamda 161 anevrizmalı vaka görüntüsü oluşturulmuştur. Ayrıca, modeli sağlıklı vakalar üzerinde eğiterek yanlış alarm oranını düşürmek için Yozgat Şehir Hastanesi'nden alınan 286 sağlıklı bireye ait MRA görüntüsü de arka plan sınıfı olarak dahil edilmiştir. Tüm görüntüler hasta kimlik bilgileri olmadan anonimleştirilmiş olup, Yozgat Bozok Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan gerekli onaylar alınarak araştırmada kullanılmıştır. OpenNeuro platformundan sağlanan verilerin ise ilgili etik kurullarca onaylanmış ve CC0 lisansı altında kamuya açık paylaşımlar olduğu not edilmelidir.

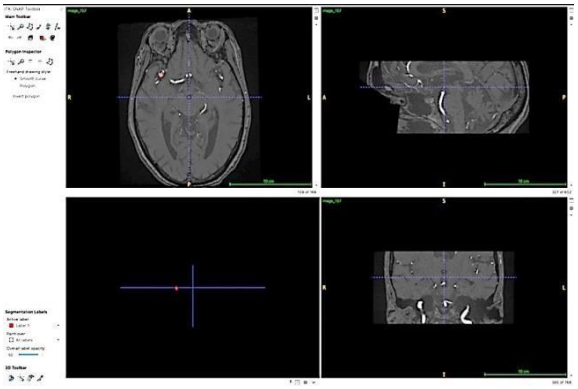


Şekil 1: Yozgat Şehir Hastanesi'nden alınan görüntüler. (a) Sağlıklı TOF-MRA görüntüsü (b) Anevrizma içeren TOF-MRA görüntüsü

2.2. Segmentasyon ve Etiketleme:

Toplanan tüm anevrizma vakalarında, altın standart kabul edilecek doğrulukta yer imleri (yerelleştirme ve segmentasyon etiketleri) oluşturmak için uzman bir radyolog tarafından manuel segmentasyon yapılmıştır.

Bu amaçla her bir anevrizmalı MRA sekansı, ITK-SNAP yazılımı kullanılarak dilim bazında dikkatlice incelenmiş ve anevrizma bölgelerinin sınırları "Polygon" aracı ile tek tek çizilmiştir. Elde edilen segmentasyonlar ikinci bir kontrolle tutarlılık açısından değerlendirilmiş, böylece her bir anevrizmalı vaka için yüksek doğruluklu maske görüntüleri üretilmiştir. Yozgat Şehir Hastanesi kaynaklı 300 MRA sekansından anevrizma içermeyen 286'sı "anevrizma yok" olarak etiketlenmiş, geri kalan 4 vakanın MRA görüntülerinde ise anevrizma bölgeleri tamamen maskelenmiştir. OpenNeuro'dan alınan 157 anevrizmalı vakaya ait görüntüler de tutarlılık açısından yeniden gözden geçirilmiş ve aynı radyolog tarafından benzer şekilde segmentasyon işlemine tabi tutulmuştur. Sonuç olarak, toplam 161 anevrizmalı görüntü ile 286 sağlıklı görüntünün her biri için doğru etiketler (anevrizma maskesi veya negatif durum) hazırlanmıştır.



Şekil 2: ITK-Snap programı ile manuel segmentasyon

2.3. Ön İşleme

Ham MRA verileri, derin öğrenme modeline uygun girdi haline getirilebilmesi için kapsamlı bir ön işleme sürecinden geçirilmiştir. İlk adım olarak, beyin dokusunu izole etmek ve kafatası ile diğer gereksiz yapıları görüntülerden çıkarmak amacıyla **skull stripping** işlemi uygulanmıştır. Bu amaçla FMRIB'nin Brain Extraction Tool (BET) aracı kullanılarak her bir 3B MRA volümünde kraniyum (kafatası kemikleri), cilt ve beyine ait olmayan yumuşak dokular otomatik olarak temizlenmiştir. Uygun BET parametreleri seçilerek (ör. kesme eşiği ve yüzey yumuşatma ayarları) her bir görüntüde yalnızca intrakraniyal yapıların kalması sağlanmıştır. Elde edilen sonuçlar manuel olarak kontrol edilmiş; beyin dışı dokulardan tam ayrıştırılamamış bölgeler tespit edildiğinde ilgili parametreler düzeltilerek işlem tekrarlanmıştır. Bu sayede modelin yalnızca beyin damar yapıları üzerinde çalışabileceği temizlenmiş bir veri seti elde edilmiştir.

Bir sonraki adımda, 3B MRA sekansları 2B dilimlere ayrılmış ve daha küçük boyutlu görüntüler halinde yeniden organize edilmiştir. Her bir TOF-MRA volumetrik görüntü, aksiyel düzlemde ardışık 2B dilimlere dönüştürülerek ayrı görüntü dosyaları şeklinde kaydedilmiştir. Aynı dilimleme işlemi, anevrizma maskeleri için de uygulanmış; böylelikle her bir 2B beyin görüntüsüne karşılık gelen bir segmentasyon maskesi eşleştirilmiştir. Bu işlem, veri setinin standardize edilmesini kolaylaştırmıştır. Ayrıca, anevrizma içeren vakaların MRA dilimlerinden anevrizma bulunmayanlar çıkarılmıştır. Yani bir anevrizmalı volümde, anevrizmanın yer almadığı kesitler eğitim veri setinden elenmiştir. Böylece modelin eğitimi esnasında sadece ilgiye konu görüntüler kullanılarak gereksiz bilgi yükü azaltılmıştır. Öte yandan, tamamen sağlıklı vakalara ait görüntüler arka plan sınıfını temsil etmek üzere tüm dilimleriyle sisteme dahil edilmiştir.

Tüm 2B görüntüler, PNG formatına dönüştürülerek sıkıştırılmamış halde saklanmıştır. Görüntülerin piksel yoğunlukları normalize edilerek parlaklık ve kontrast farklılıkları giderilmiştir. Bu amaçla her bir görüntünün orijinal piksel değerleri, o görüntü için minimum ve maksimum yoğunluk değerleri kullanılarak 0–255 aralığına ölçeklenmiştir. Bu lineer normalizasyon işlemi, farklı kaynaklardan gelen dilimlerin parlaklık seviyelerini ortak bir skala içine çekerek modelin bu varyasyonlardan etkilenmesini en aza indirmiştir. Son olarak, tüm ön işleme adımlarından geçirilmiş görüntüler, eğitim, doğrulama ve test alt kümelerine ayrılıp ilgili dizin yapılarına yerleştirilmiştir. Hazırlanan veri seti, derin öğrenme modelinin eğitimi için uygun formata ve kaliteye getirilmiş durumdadır.

2.4. Model Eğitimi

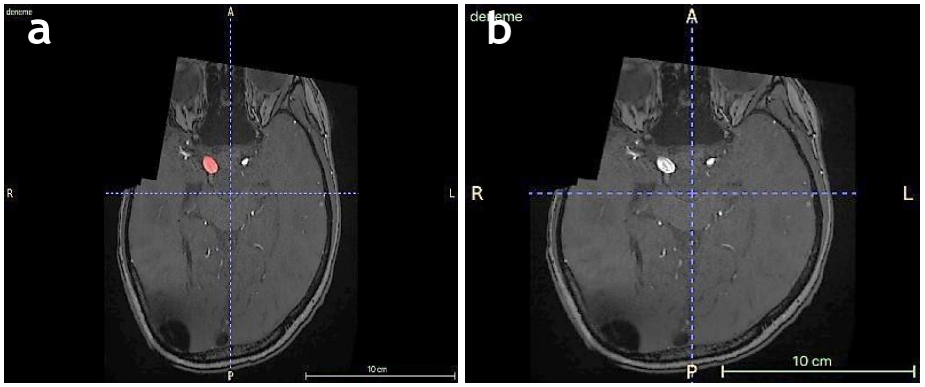
Bu çalışmada derin öğrenme tabanlı beyin anevrizması tespit ve segmentasyon modeli olarak Mask **R**-CNN mimarisi kullanılmıştır. Model, nesne tespiti ve bölütleme görevlerini bir arada gerçekleştirebilen Mask R-CNN'nin ResNet-50 tabanlı sürümü olup, COCO doğal görüntü veri kümesinde ön eğitilmiş Feature Pyramid Network (FPN) özütleyicisi ile başlatılmıştır. Transfer öğrenme yaklaşımı sayesinde COCO'da öğrenilmiş temel görsel özellikler modele aktarılmış, böylece sınırlı sayıda medikal görüntü ile eğitim süreci hızlanırken doğruluk oranlarında iyileşme sağlanmıştır (Lin vd., 2014). Model, yalnızca "anevrizma" sınıfı olacak şekilde tek hedef sınıf üzerine yapılandırılmıştır. Tespit edilen her bir bölgede (ROI) piksel düzeyinde segmentasyon çıktısı elde edilecek biçimde maskelere ayrıştırma yeteneği aktifleştirilmiştir. Modelin çıktısı, anevrizma olduğu düşünülen bölgenin hem dikdörtgen sınırlayıcı kutusunu hem de kesin sınırlarını gösteren piksel maske görüntüsünü içermektedir.

Eğitim esnasında veri setindeki sınıf dengesizliğini yönetmek ve modelin aşırı öğrenmesini önlemek amacıyla çeşitli stratejiler uygulanmıştır. Öncelikle, veri artırma (data augmentation) tekniklerinden yararlanılarak eğitim verisinin sayısı ve çeşitliliği artırılmıştır. Her bir eğitim görüntüsüne rastgele dönüşümler uygulanmış; örneğin görüntüler ±15° aralığında döndürülmüş, parlaklık ve kontrast değerleri rastgele olarak değiştirilmiştir. Ayrıca, görüntülerin gamma değeri ayarlanarak çok parlak ya da çok karanlık bölgelerin daha iyi temsil edilmesi sağlanmıştır. Bu dönüşümler, ilgili maskelere de aynı şekilde uygulanarak tutarlılık korunmuştur. Bu sayede model, farklı açılardan ve farklı görüntüleme koşullarından gelen örneklerle karşılaşarak küçük anevrizmaları dahi daha güvenilir şekilde öğrenmiştir. Bunun yanı sıra, eğitim sürecine sağlıklı vakaların dahil edilmesiyle arka plan sınıfı belirgin hale getirilmiş ve modelin normal damar yapısını "anevrizma yok" olarak tanıması pekiştirilmiştir. Bu yaklaşım, yanlış pozitif tespitleri azaltmak için özellikle faydalı olmuştur.

Modelin eğitimi, Detectron2 derin öğrenme kütüphanesi kullanılarak Ubuntu Linux işletim sistemi üzerinde, Nvidia RTX 3080 GPU donanımı ile gerçekleştirilmiştir. Eğitim parametreleri, Bayes optimizasyonu yöntemiyle en uygun değeri bulacak şekilde taranmıştır. Optuna kütüphanesi kullanılarak öğrenme oranı, karar eşiği, batch size gibi hiperparametrelerin optimal kombinasyonu belirlenmiştir. Nihai model, 5-katlı çapraz doğrulama kapsamında her bir katmanda yaklaşık 1000 iterasyon boyunca eğitilmiştir. Eğitim sırasında 0.00025 başlangıç öğrenme hızı, 2 görüntü/batch ve 0.5 dropout oranı gibi başlangıç değerleri kullanılmış; early stopping mekanizması ile doğrulama kaybındaki iyileşmenin durduğu noktada eğitim sonlandırılmıştır. Her iterasyon sonunda modelin başarım metrikleri izlenerek aşırı öğrenme belirtileri kontrol edilmiş, gerekirse hiperparametre ayarları güncellenmiştir. Eğitim süresince elde edilen en iyi performansa sahip model ağırlıkları kaydedilmiş ve sonraki değerlendirme adımlarında kullanılmıştır.

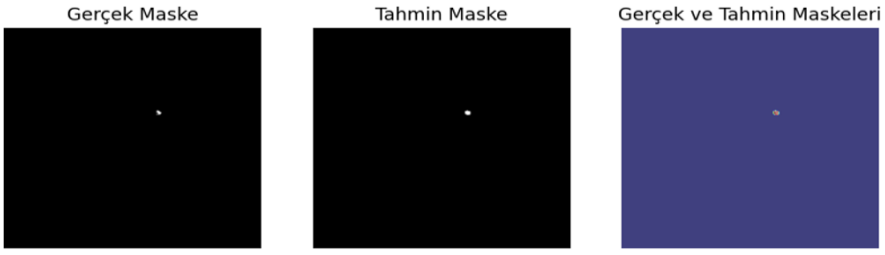
3. Bulgular

Geliştirilen Mask R-CNN tabanlı model, intrakraniyal anevrizmaların otomatik tespiti ve segmentasyonunda yüksek performans sergilemiştir (Şekil 3). Eğitim ve test verileri üzerinde yapılan değerlendirmelerde modelin doğruluk (accuracy) değeri %94'ün üzerine çıkmıştır. Anevrizma varlığını doğru şekilde saptama oranı yüksek olup duyarlılık (sensitivite) %86.77 olarak hesaplanmıştır. Modelin ürettiği segmentasyon maskeleri ile uzman tarafından oluşturulan gerçek maskeler arasındaki benzerliği ölçen Dice benzerlik katsayısı %88 düzeyindedir. Benzer şekilde, pozitif öngörü değerini yansıtan F1 skoru da %88 civarında bulunmuştur. Bu sonuçlar, modelin hem anevrizma sınıflandırması hem de piksel düzeyindeki segmentasyon başarımının oldukça yüksek olduğunu göstermektedir.



Şekil 3: Eğitilen modelin test setindek görüntüler üzerinden yaptığı tahmin görüntüsü

Model çıktıları incelendiğinde, sistemin küçük boyutlu anevrizmaları dahi etkin biçimde belirleyebildiği gözlenmiştir. Özellikle çapı 3 mm'den küçük, görüntülerde fark edilmesi zor olabilen anevrizmaların tespitinde derin öğrenme modeli, insan gözünün kaçırabileceği ince ipuçlarını yakalayarak başarılı olmuştur. Ayrıca, segmentasyon sonuçlarının doğruluğu görsel olarak değerlendirildiğinde, üretilen maskelerin anevrizma sınırlarını radyolog tarafından çizilen referans maskelerle büyük ölçüde örtüştüğü görülmüştür (Şekil 4). Model, anevrizma kesesini çevreleyen damarsal yapıları doğru şekilde ayırt ederek sadece lezyona ait bölgeyi maskelemiştir. Bu durum, yöntemin spesifitesinin de yüksek olduğunu, yani normal damarlarda yalancı işaretlemelerin az olduğunu göstermektedir.



Şekil 4: Derin öğrenme modeli tarafından üretilen segmentasyon maskeleri

Çalışmada kullanılan veri artırma teknikleri ve ek açık veri kullanımı, modelin farklı görüntüleme koşullarına genelleme kabiliyetini yükseltmiştir. Model, hem hastane kaynaklı hem de açık kaynaklı MRA görüntülerinde başarılı sonuçlar vererek farklı cihaz ve protokollerden gelen verilere uyum sağlayabildiğini ortaya koymuştur. Bu sayede, tek bir merkeze ait verilerle eğitilen bir modelin karşılaşabileceği overfitting

sorunu azaltılmış ve gerçek dünyadaki çeşitliliğe karşı daha sağlam bir performans elde edilmiştir. Ek olarak, eğitime sağlıklı vakaların dahil edilmiş olması, modelin yalancı pozitif sonuç üretme eğilimini belirgin şekilde düşürmüştür. Model, normal anatomik varyasyonları "anevrizma yok" şeklinde doğru sınıflandırabilmiş, böylece her anomali tespiti alarmının gerçek bir lezyona karşılık gelme olasılığı artmıştır.

Elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, derin öğrenme tabanlı Mask R-CNN modelinin intrakraniyal anevrizmaların tespit ve segmentasyonunda mevcut literatürde bildirilen en iyi sonuçlarla karşılaştırılabilir, hatta bazı metriklerde daha üstün bir performans sergilediği söylenebilir. Model, küçük anevrizmaları yakalama konusundaki başarısını yüksek doğruluk ve F1 skoru ile birleştirerek hem duyarlılık hem de ayırt edicilik açısından dengeli bir performans sunmuştur. Bu özellikleri sayesinde, geliştirilen sistemin farklı boyut ve şekillerdeki anevrizmaları güvenilir şekilde saptayarak klinik uygulamada kullanılmaya uygun bir aday olduğu düşünülmektedir.

Sunulan sonuçlar, literatürdeki en ileri yaklaşımların bulgularıyla da uyumludur. Örneğin, Ham ve ark. (2023) iskelet tabanlı 3B patch segmentasyon yöntemi ile doğrulama verilerinde yaklaşık %91 doğruluk elde etmiştir. Benzer şekilde, Claux ve ark. (2023) iki aşamalı U-Net modeli kullanarak %78 duyarlılık ve dilim başına 0.5 yanlış pozitif oranı bildirmiştir. Ayrıca, geliştirilen modelin performansı, derin öğrenme modellerinin geniş çaplı dış test verilerinde de yüksek başarı gösterebileceğine dair diğer çalışmalar tarafından desteklenmektedir (Li vd., 2024).

4. Tartışma

Bu çalışmada sunulan derin öğrenme tabanlı yaklaşım, gelişmiş görüntü ön işleme teknikleri ve güçlü bir model mimarisinin birleşimi sayesinde intrakraniyal anevrizma tespitinde başarılı sonuçlar elde etmiştir. Mask R-CNN mimarisi, geleneksel yöntemlerin aksine elle tanımlanmış özelliklere ihtiyaç duymadan MRA görüntülerindeki karmaşık örüntüleri otomatik olarak öğrenebilmiştir. Bu sayede, insan gözünün tespitinde zorlandığı küçük veya anormal şekilli anevrizmalar bile model tarafından yakalanmıştır. Elde ettiğimiz sonuçlar, literatürde derin öğrenmenin medikal görüntü analizindeki etkinliğini vurgulayan bulgularla uyumludur (Zhou vd., 2019). Özellikle, modelimizin başarımı klasik eşikleme veya bölge büyütme teknikleriyle elde edilen sonuçların oldukça üzerindedir. Bu da derin öğrenmenin intrakraniyal anevrizma tanısında yeni bir standart oluşturabileceğine işaret etmektedir.

rilen sistemin performansı, daha önce raporlanan benzer çalışmalardaki sonuçlarla karşılaştırıldığında oldukça olumludur. Örneğin, Stember ve ark. (2019) MRA üzerinde derin öğrenme ile %85 düzeyinde F1 skoru elde ederken bizim modelimiz %88 F1 skoru ile bir adım öne geçmiştir. Ueda ve ark. (2020) küçük anevrizma tespitinde %90 gibi yüksek bir duyarlılık bildirmiştir. Bizim modelimizin %86–87 aralığındaki duyarlılık değeri Ueda'nın sonuçlarına yakın olup, bunun yanında genel doğruluk ve F1 gibi diğer metriklerde de yüksek değerler sağlamaktadır. Bu durum, önerdiğimiz yaklaşımın literatürdeki en güncel yöntemlerle rekabet edebilecek düzeyde olduğunu göstermektedir. Dahası, sağlıklı veri katılımı ve hiperparametre optimizasyonu gibi ek stratejiler sayesinde modelimiz, yanlış pozitifleri azaltma konusunda önceki çalışmalara kıyasla avantaj sağlamıştır.

Elde ettiğimiz bulguların klinik açıdan önemi büyüktür. Geliştirilen karar destek sistemi, beyin MRA görüntülerinin taranmasında radyologlara yardımcı bir araç olarak kullanılabilir. Sistem, rutin taramalarda her bir kesiti otomatik olarak analiz edip olası anevrizmaları işaretleyerek dikkat edilmesi gereken bölgeleri ön plana çıkaracaktır. Bu sayede tanı süreci hızlanacak ve gözden kaçırma olasılığı azalacaktır. Özellikle deneyimli gözlerin bile gözlemlemekte zorlanabileceği küçük lezyonlar model tarafından yakalanarak radyolog uyarılabilir. Ayrıca, otomatik bir sistem olması sayesinde gözlemciye bağlı varyasyonları da en

aza indirerek daha standardize bir tanı imkânı sunar. Sonuç olarak, böyle bir yapay zekâ destekli araç, radyologların iş yükünü hafifletecek, tanıda güveni artıracak ve dolaylı olarak hasta sonuçlarını iyileştirebilecektir.

Bunun yanında, gelecekte yöntemimizin kapsamı daha da genişletilebilir. Sadece MRA ile sınırlı kalmayıp bilgisayarlı tomografi anjiyografi (BTA) gibi diğer modalitelerle eğitilecek modeller, çoklu veri girdileri sayesinde tanı doğruluğunu artırabilir. Farklı görüntü modalitelerinin birlikte kullanımı, bir modalitenin yakalayamadığı bulguları diğerinin telafi etmesine imkân tanıyacaktır. Nitekim, BTA verileri üzerinde geliştirilen derin öğrenme modellerinin klinisyenlerin anevrizma tespitindeki başarısını anlamlı ölçüde artırabildiği gösterilmiştir (Park vd., 2019). Benzer şekilde, subaraknoid kanamalı olguların BT anjiyografi görüntülerinde eğitilen bir model, 4 mm üzerindeki anevrizmaları %87 duyarlılıkla saptarken tarama başına 0.42 gibi düşük bir yanlış pozitif oranı ile çalışabilmiştir (Shahzad vd., 2020). Ek olarak, bu çalışmadaki yaklaşım başka beyin damar hastalıklarına uyarlanabilir. Örneğin, arteriyovenöz malformasyon (AVM) veya damar darlıkları (stenoz) gibi patolojilerin tespit ve segmentasyonu için benzer derin öğrenme modelleri eğitilebilir. Son olarak, modelin 3 boyutlu verilerde doğrudan çalışacak şekilde güncellenmesi, cerrahi planlama ve tedavi değerlendirmesinde hacimsel bilgilerin kullanılabilmesini sağlayacaktır. Bu yönde yapılacak çalışmalar, beyin damar hastalıklarının tanı ve tedavisinde yapay zekânın etkinliğini daha da artırma potansiyeline sahiptir.

Güncel literatürde, geliştirilen modellerin gerçek klinik ortamlarda uygulanabilirliğine dair de çalışmalar sürmektedir. Bazı yapay zekâ tabanlı yazılımların bağımsız dış veri setlerinde ölçülen duyarlılık değerlerinin beklenenden düşük olduğu rapor edilmiştir. Örneğin, belirli bir ticari anevrizma tespit yazılımının, 191 MRA taramasından oluşan bir dış veri setinde yalnızca %72.6 duyarlılık ve %87.2 özgüllük sağlayabildiği bildirilmektedir (Lehnen vd., 2022). Bu durum, derin öğrenme modellerinin laboratuvar ortamındaki yüksek başarılarının klinik ortamlara tam olarak yansıyabilmesi için daha fazla iyileştirmeye ve prospektif değerlendirmelere ihtiyaç duyduğunu göstermektedir. Öte yandan, geliştirilen yapay zekâ modellerinin farklı merkezlerde ve farklı cihazlarla elde edilen veriler üzerinde de başarılı olabileceğine dair umut verici bulgular mevcuttur. Vach ve ark. (2024), DeepMedic tabanlı bir 3D CNN modelini, tek bir merkez verisiyle eğitip farklı kurumlara ait TOF-MRA görüntülerinde test etmiş ve yüksek transfer edilebilirlik göstermiştir. Çalışmada dış veri setlerinde %92'ye varan duyarlılık ve vaka başına düşük yanlış pozitif oranları rapor edilmiştir. Benzer şekilde, Li ve ark. (2024) geliştirdikleri derin öğrenme tabanlı platformu çok merkezli MRA verileri üzerinde doğrulamış ve hem yüksek duyarlılık hem de özgüllük elde etmişlerdir. Bu tür çok merkezli klinik doğrulama çalışmaları, derin öğrenme modellerinin genelleme kapasitesini ve gerçek dünyadaki kullanılabilirliğini desteklemektedir.

5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, TOF-MRA beyin görüntülerinde intrakraniyal anevrizmaların tespiti ve segmentasyonu için derin öğrenme tabanlı bir model başarıyla geliştirilmiş ve değerlendirilmiştir. Mask R-CNN mimarisi kullanılarak oluşturulan model, küçük boyutlu anevrizmalar da dahil olmak üzere anevrizma lezyonlarını yüksek doğruluk ve duyarlılıkla saptayabilmiştir. Elde edilen sonuçlar, önerilen yaklaşımın anevrizma tanısında insan uzman düzeyine yakın bir performans sergilediğini ve klinik uygulamalarda yardımcı bir karar destek aracı olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Modelin çıktılarının, radyologların incelemelerine entegre edilmesiyle tanı süreçlerinin hızlanması ve doğruluğunun artması beklenmektedir.

Çalışmadan elde edilen temel bulgular, derin öğrenmenin intrakraniyal anevrizma tespitindeki etkinliğini açıkça ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, model performansının daha da iyileştirilebilmesi için bazı geliştirmelere ihtiyaç vardır. Özellikle veri setinin genişletilmesi önemli bir adımdır. Gelecekte, farklı

merkezlerden ve cihazlardan elde edilecek daha fazla sayıda anevrizmalı vaka ile modelin eğitimi, nadir görülen veya farklı görünüme sahip anevrizmaların da öğrenilmesini sağlayacaktır. Ayrıca, birden fazla uzmanın segmentasyonlarını içeren bir eğitim verisi oluşturmak, modelin öğrenme sürecindeki olası önyargıları azaltacaktır.

Modelin gerçek klinik ortamlarda, prospektif olarak test edilmesi de önerilmektedir. Bu sayede, sistemin gerçek zamanlı kullanımda karşılaşabileceği zorluklar veya hatalar belirlenerek giderilebilir ve klinik entegrasyon süreci hızlandırılabilir. Son olarak, farklı görüntü modalitelerini birleştiren yaklaşımlar ve benzer derin öğrenme yöntemlerinin diğer serebrovasküler hastalıklara uyarlanması, bu alanda yapılabilecek gelecek çalışmalar arasındadır. Geliştirilecek yeni yöntemlerle birlikte, yapay zekâ destekli sistemlerin beyin anevrizması tanı ve tedavi yönetiminde standart bir araç haline gelmesi hedeflenmektedir.

Kaynakc¸ a

Adamchic, I., Kantelhardt, S. R., Wagner, H. J., & Burbelko, M. (2024). Artificial intelligence can help detecting incidental intracranial aneurysm on routine brain MRI using TOF MRA data sets and improve the time required for analysis of these images. *Neuroradiology, 66*(12), 2195–2204.

Brinjikji, W., Zhu, Y. Q., Lanzino, G., Cloft, H. J., Murad, M. H., Wang, Z., & Kallmes,

D. F. (2013). Risk factors for growth of intracranial aneurysms: A systematic review and meta-analysis. AJNR American Journal of Neuroradiology, 34(11), 2123–2129.

Brown, R. D., Huston, J., Hornung, C. J., Foroud, T., Kallmes, D. F., Kleindorfer, D., & Meissner,

I. (2008). Screening for brain aneurysm in the general population: A systematic review. Stroke, 39(3), 880–887.

Chen, G., Bian, Y., Zhang, J., Wang, D., Zhang, Z., Ding, R., . . . & Li, Y. (2023). Automated unruptured cerebral aneurysms detection in TOF MR angiography images using dual-channel SE-3D U-Net: a multi-center research. European Radiology, 33(5), 3532–3543.

Claux, F., Baudouin, M., Bogey, C., & Rouchaud, A. (2023). Dense, deep learning-based intracranial aneurysm detection on TOF MRI using two-stage regularized U-Net. Journal of Neuroradiology, 50(1), 9–15.

Din, M., Agarwal, S., Grzeda, M., Wood, D. A., Modat, M., & Booth, T. C. (2023). Detection of cerebral aneurysms using artificial intelligence: a systematic review and meta-analysis. Journal of NeuroInterventional Surgery, 15(3), 262–271.

Etminan, N.,& Rinkel, G. J. (2016). Unruptured intracranial aneurysms: Development, rupture and preventive management. Nature Reviews Neurology, 12(12), 699–713.

Ham, S., Seo, J., Yun, J., Bae, Y. J., Kim, T., Sunwoo, L., Yoo, S., Jung, S. C., Kim, J. W., & Kim, N. (2023). Automated detection of intracranial aneurysms using skeleton-based 3D patches, semantic segmentation, and auxiliary classification for overcoming data imbalance in brain TOF- MRA. Scientific Reports, 13, 12018.

He, K., Gkioxari, G., Dollár, P., & Girshick, R. (2017). Mask R-CNN. In Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV) (pp. 2961–2969).

Hu, B., Shi, Z., Lu, L., Miao, Z., Wang, H., Zhou, Z., . . . & Zhang, L. J. (2024). A deep-learning model for intracranial aneurysm detection on CT angiography images in China: a stepwise, multicentre, early-stage clinical validation study. The Lancet Digital Health, 6(4), e261–e271.

Jiang, L., . . . & Hu, C. (2020). A clinically applicable deep-learning model for detecting intracranial aneurysm on CT angiography images. Nature Communications, 11(1), 6090.

Joo, B. (2025). Methodological challenges in deep learning-based detection of intracranial aneurysms: A scoping review. Neurointervention, 20(2), 52–65.

Lakhani, P., & Sundaram, B. (2017). Deep learning at chest radiography: Automated classifica- tion of pulmonary tuberculosis by using convolutional neural networks. Radiology, 284(2), 574–582.

Lehnen, N. C., Haase, R., Schmeel, F. C., Vatter, H., Dorn, F., Radbruch, A., & Paech, D. (2022). Automated detection of cerebral aneurysms on TOF-MRA using a deep learning approach: An external validation study. American Journal of Neuroradiology, 43(12), 1700–1705.

Li, Y., Zhang, H., Sun, Y., Fan, Q., Wang, L., Ji, C., . . . & Zhang, C. (2024). Deep learning-based platform performs high detection sensitivity of intracranial aneurysms in 3D brain TOF-MRA: An external clinical validation study. International Journal of Medical Informatics, 188, 105487.

Lin, T. Y., Maire, M., Belongie, S., Hays, J., Perona, P., Ramanan, D., . . . & Zitnick, C. L. (2014). Microsoft COCO: Common objects in context. In European Conference on Computer Vision (ECCV) (pp. 740–755).

Milletari, F., Navab, N., & Ahmadi, S. (2016). V-Net: Fully convolutional neural networks for volumetric medical image segmentation. In Proceedings of the 4th International Conference on 3D Vision (3DV) (pp. 565–571).

Molyneux, A., Kerr, R., Stratton, I., Sandercock, P., Clarke, M., Shrimpton, J., & Holman, R. (2002). International subarachnoid aneurysm trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus

endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: A randomised trial. The Lancet, 360(9342), 1267–1274.

Park, A., Chute, C., Rajpurkar, P., Lou, J., Ball, R. L., Shpanskaya, K., . . . & Yeom, K. W. (2019). Deep learning–assisted diagnosis of cerebral aneurysms using the HeadXNet model. JAMA Network Open, 2(6), e195600.

Ren, S., He, K., Girshick, R., & Sun, J. (2015). Faster R-CNN: Towards real-time object detection with region proposal networks. Advances in Neural Information Processing Systems, 28, 91–99.

Ronneberger, O., Fischer, P., & Brox, T. (2015). U-Net: Convolutional networks for biomedical image segmentation. In Proceedings of the International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention (MICCAI) (pp. 234–241).

Shahzad, R., Pennig, L., Goertz, L., Thiele, F., Kabbasch, C., Schlamann, M., . . . & Borggrefe, J. (2020). Fully automated detection and segmentation of intracranial aneurysms in subarachnoid hemorrhage on CTA using deep learning. Scientific Reports, 10, 21799.

Sichtermann, T., Faron, A., Sijben, R., Teichert, N., Freiherr, J., & Wiesmann, M. (2019). Deep learning–based detection of intracranial aneurysms in 3D TOF-MRA. American Journal of Neuroradiology, 40(1), 25–32.

Stember, J. N., Chang, P. D., Bose, A., Khandwala, N., & Mocco, J. (2019). Convolutional neural networks for the detection and measurement of intracranial aneurysms on magnetic resonance angiography. Stroke, 50(10), 3017–3021.

Terasaki, Y., Yokota, H., Tashiro, K., Maejima, T., Takeuchi, T., Kurosawa, R., . . . & Suyari, H. (2022). Multidimensional deep learning reduces false-positives in the automated detection of cerebral aneurysms on time-of-flight MR angiography: A multi-center study. Frontiers in Neurology, 12, 742126.

Ueda, D., Yamamoto, A., Nishimura, H., Shimazaki, A., Ito, M., & Shuto, T. (2020). Deep learning-based detection of unruptured intracranial aneurysms in magnetic resonance angiog- raphy. Stroke, 51(1), 54–61.

Vach, M., Wolf, L., Weiss, D., Ivan, V. L., Hofmann, B. B., Himmelspach, L., Caspers, J., . . . & Rubbert, C. (2024). Reproducibility and across-site transferability of an improved deep learning approach for aneurysm detection and segmentation in time-of-flight MR-angiograms. Scientific Reports, 14, 18749.

van Gijn, J., Kerr, R. S., & Rinkel, G. J. (2007). Subarachnoid haemorrhage. The Lancet, 369(9558), 306–318.

Zhang, Y., Yu, F., Jiang, Y., & Xie, Y. (2020). Computer-aided detection of intracranial aneurysms in MR angiography. Complexity, 2020, 1–13.

Zhou, Y., Li, Z., Zhu, H., Tang, F., & Li, X. (2019). Intracranial aneurysm detection and segmentation using deep learning: A review. Frontiers in Neurology, 10, 338.