



Yayınevi: NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ YAYINLARI

Publisher: NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY PRESS (NEU PRESS)

Yaka Mah. Yeni Meram Cad. Kasım Halife Sok. B Blok No: 11 Meram / KONYA / TÜRKİYE

+90 332 221 0 575 www.neupress.org info@neupress.org

Sertifika No / Certificate Number: 49846

ROR ID: https://ror.org/013s3zh21

Crossref Funder ID: 501100016981

Genel Yayın Yönetmeni / Executive Editor:

Dr. Öğr. Üyesi/Asst. Prof. Dr. Fatih KALECİ, fkaleci@neupress.org

Telif ve Lisanslama Müdürü / Rights and Permission Manager:

Muammer KÖROĞLU, mkoroglu@neupress.org

Yayın No. / Publication Number: 492

Kitap Adı / Book Title: 2ND INTERNATIONAL CONGRESS ON SOCIAL INNOVATION AND DATA ANALYTICS PROCEEDINGS BOOK

E-ISBN: 978-625-8684-37-7

Editörler/Editors

Prof. Dr. Ferhan ELMALI

Prof. Dr. Mustafa Agah TEKİNDAL

Dr. Öğr. Üyesi Fatih KALECİ

Tasarım/Design

Enes Malik YALÇIN, enesyalcin@neupress.org

Redaksiyon/Redaction

Torun BAYRAMLAR, torun@neupress.org

Sertifika No / Certificate No: 48888

Yayın Türü / Publication Type: Kitap-Akademik Yayınlar / Book-Academic Publications

Yayın Tarihi / Publication Date: Aralık 2025/December 2025

Yayın Yeri / Place of Publication: Konya, Türkiye

Yayın Dili / Language: Türkçe/Turkish

Ebat / Dimensions: 21x29.7 cm

Baskı Sayısı / Edition: 1

Sayfa Sayısı / Page Count: XI + 136

Kategori/Category: Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimler / Social, Human, and Administrative Sciences

SDG Kategori/SDG Category: 4-Nitelikli Eğitim, 9-Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı, 11-Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar, 16-Barış, Adalet ve Güçlü Kurumlar, 17-Amaçlar için Ortaklıklar

Anahtar Kelimeler: Sosyal İnovasyon, Veri Analitiği, Disiplinlerarası İş Birliği

Keywords: Social Innovation, Data Analytics, Interdisciplinary Collaboration



Lisans Türü | OA License: CC BY 4.0

Erişim | Access: neupress.org

Copyright 2025

**This book is published under CC BY license, which means that you can copy, redistribute, remix, transform, and build upon the content for any purpose, even commercially, as long as you give appropriate credit, provide link to the license, indicate if changes were made, and do not impose additional terms or conditions on others that prohibit them from exercising the rights granted by that license, including any effective technological measures.*

GENERAL INFORMATION/GENEL BİLGİ

Sizleri Necmettin Erbakan Üniversitesi ve İzmir Katip Çelebi Üniversitesi iş birliği ile 23-24 Ekim 2025 tarihlerinde İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Hekim Hacı Paşa Konferans Salonu'nda düzenlenecek olan "2. Uluslararası Sosyal İnovasyon ve Veri Analitiği Kongresi"ne davet etmekten büyük bir memnuniyet ve onur duyarız.

21. yüzyılın karmaşık sosyal, ekonomik ve çevresel sorunları; yalnızca klasik yöntemlerle değil, yenilikçi ve veri temelli yaklaşımlarla çözülebilecek çok katmanlı yapılar haline almıştır. Sosyal inovasyon, toplumsal ihtiyaçlara yaratıcı çözümler üretirken, bu sürecin etkili bir biçimde yürütülebilmesi için sağlam bir analitik temele ihtiyaç duyulmaktadır. Veri analitiği ise yalnızca sayısal verilerin işlenmesi değil, aynı zamanda sosyal problemlerin daha doğru anlaşılması, önceliklerin belirlenmesi ve etkili müdahale stratejilerinin geliştirilmesinde stratejik bir araç haline gelmiştir.

Bu bağlamda kongremiz; sosyal inovasyonun veri odaklı yaklaşımlarla nasıl güçlendirilebileceğini tartışmak, disiplinlerarası bilgi paylaşımını teşvik etmek, akademik ve uygulamalı çalışmalar arasında köprü kurmak amacıyla düzenlenmiştir. Kamu, özel sektör, sivil toplum ve akademi temsilcilerini bir araya getirerek; sosyal inovasyonun toplumsal dönüşümdeki rolünü, veri odaklı stratejilerle birlikte ele almayı hedeflemekteyiz.

Siz değerli araştırmacıları, alanında öncü çalışmalarını paylaşmak, yeni iş birlikleri geliştirmek ve sosyal inovasyonun veri analitiği ile buluştuğu bu bilimsel platformda yer almak üzere kongremize bekliyoruz.

HONORARY BOARD/ONUR KURULU

Prof. Dr. Cem ZORLU Necmettin Erbakan Üniversitesi Rektörü Türkiye

Prof. Dr. Saffet KÖSE İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Rektörü Türkiye

CONGRESS PRESIDENTS/KONGRE BAŞKANLARI

Prof. Dr. Ferhan ELMALI İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Türkiye

Prof. Dr. Mustafa Agah TEKİNDAL İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Fatih KALECİ Necmettin Erbakan Üniversitesi Türkiye

ORGANIZING COMMITTEE/DÜZENLEME KURULU

Adem MENEKŞEOĞLU Sosyal İnovasyon Ajansı Türkiye

Ali GÜNEY Sosyal İnovasyon Ajansı Direktörü Türkiye

Athanasios G. ANASTASIOU Peloponnese Üniversitesi Yunanistan

Anıl BAYBURA İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Teknoloji Transfer Ofisi Türkiye

Bekir EMİROĞLU İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sürekli Eğitim Merkezi Türkiye

Berhan ÇOBAN İzmir Katip Çelebi Üniversitesi İSMER Türkiye

Çağdaş Hakan ALADAĞ Türk İstatistik Derneği Türkiye

Emine Nihan Cici KARABOĞA Necmettin Erbakan Üniversitesi Büyük Veri Koordinatörlüğü Türkiye

Erçin GÜDÜCÜ İzmir Ticaret Borsası Türkiye

Erdal COŞGUN Microsoft Research Amerika Birleşik Devletleri

Gabriel Marian MANOLACHE Dunarea de Jos University of Galati Romanya

Gökmen ZARARSIZ Eastern Mediterranean Region, International Biometric Society Türkiye

Hafız T. A. KHAN University of West London Birleşik Krallık

Halit KARTAL İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Uzaktan Eğitim Merkezi Türkiye

Hanife ŞAHİN Necmettin Erbakan Üniversitesi Büyük Veri Koordinatörlüğü Türkiye

Harun BAYKAL NTT DATA Birleşik Arap Emirlikleri

Havva KIRGIZ Necmettin Erbakan Üniversitesi Büyük Veri Koordinatörlüğü Türkiye

İrem ÜLGEL Ege Bölgesi Sanayi Odası Türkiye

Mehmet ÖZKAYA Necmettin Erbakan Üniversitesi Büyük Veri Koordinatörlüğü Türkiye

Melike TEKİNDAL Sosyal İnovasyon ve Veri Analitiği Eğitim Araştırma ve Uygulama Derneği Türkiye

Oğuz YILMAZ Necmettin Erbakan Üniversitesi Büyük Veri Koordinatörlüğü Türkiye

Özden ÖLMEZ CEYLAN İzmir İl Milli Eğitim Müdürlüğü Türkiye

Thomas MEYER Baden-Württemberg Kooperatif Devlet Üniversitesi Almanya

Yaşar ALDIRMAZ İzmir Katip Çelebi Üniversitesi İSMER Türkiye

Yelda GÜÇLÜ Necmettin Erbakan Üniversitesi Büyük Veri Koordinatörlüğü Türkiye

Zacharias DERMATIS Peloponnese Üniversitesi Yunanistan

SCIENTIFIC COMMITTEE/BİLİM KURULU

Alper Buğra ARSLAN Batman Üniversitesi Türkiye

Ana C. Romea MARTÍNEZ San Jorge Üniversitesi İspanya

Antonio PRIETO-ANDRES San Jorge Üniversitesi İspanya

Büşra EMİR İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Türkiye

Cayetano Fernandez ROMERO San Jorge Üniversitesi İspanya

Ertuğrul ÇOLAK Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türkiye

Fatma Ezgi CAN İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Türkiye

Femin YALÇIN KÜÇÜKBAYRAK İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Türkiye

Hakkı KAHVECİ Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türkiye

Maria Luisa SIERRA San Jorge Üniversitesi İspanya

Maria Agualeles BAUTISTA San Jorge Üniversitesi İspanya

Mehmet Akif OKUR Yıldız Teknik Üniversitesi Türkiye

Mehmet Göktuğ EFGAN İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Türkiye

Mustafa Onur ÖZTAN Klinik für Kinder- und Jugendchirurgie Almanya

Mustafa Can KOÇ İstanbul Gelişim Üniversitesi Türkiye

Müşfiq ORUCOV Azerbaijan Medical University Azerbaycan

Teodora Mihaela ICONOMESCU Dunarea de Jos University of Galati Romanya

Tolga ŞENTÜRK İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Türkiye

Yunus ŞAHİNLER İstanbul Gelişim Üniversitesi Türkiye

SECRETARIAT/SEKRETERYA

Doç. Dr. Mehmet Göktuğ EFGAN İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Türkiye

Öğr. Gör. Gürcihan ZAMAN İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Türkiye

Arş. Gör. Elif KAYMAZ İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Türkiye

Zeynep ÖZEL İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Türkiye

Bünyamin BİÇER Necmettin Erbakan Üniversitesi Türkiye

PROGRAM GUIDE/PROGRAM KİTAPÇIĞI

23 EKİM 2025-PERŞEMBE

09:00-09:30	Kayıt
09:30-10:00	Açılış Konuşmaları Prof. Dr. Saffet KÖSE-Izmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Cem ZORLU – Necmettin Erbakan Üniversitesi Rektörü Ali Arda YÜKSEL- Ege Bölgesi Sanayi Odası Yönetim Kurulu Üyesi Dr. Cemil TUGAY-Izmir Büyükşehir Belediye Başkanı Süleyman ELBAN- İzmir Valisi (Arzu ettikleri takdirde)
10:00-10:10	Ara
10:10-11:10	Panel: Veri Temelli Dönüşümde Meslek Kuruluşlarının Rolü: Sosyal İnovasyondan Ekonomik Etkiye Moderatör: Prof. Dr. Yasin BULDUKLU Muhlis Kaan ÖZHELVAÇI-Ege Genç İş İnsanları Derneği Yönetim Kurulu Başkanı Ali Arda YÜKSEL- Ege Bölgesi Sanayi Odası Yönetim Kurulu Üyesi Yiğit TATIŞ-Ege Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği Yönetim Kurulu Üyesi
11:10-11:25	Ara
11:25-12:45	Panel: Veri, Eğitim ve Kalkınma: Uygulayıcı Kurumların Sosyal Etki Deneyimleri Moderatör: Prof. Dr. Süleyman AKBULUT Prof. Dr. Gökmen ZARARSIZ - Erciyes Üniversitesi Kurumsal Veri Yönetimi ve Analitiği Koordinatörü - Araştırma Dekanı Prof. Dr. Koray VELİBEYOĞLU- İzmir Planlama Ajansı Başkanı Doç. Dr. Özden ÖLMEZ CEYLAN-İl Millî Eğitim Şube Müdürü Dr. Kenan KESKİNKILIÇ-İzmir Ticaret Borsası Araştırma ve Piyasa Geliştirme Müdürü
12:45-13:30	Yemek

23 EKİM 2025-PERŞEMBE

13:30-15:00

HEKİM HACI PAŞA KONFERANS SALONU	TOPLULUK SALONU
Panel: Sosyal İnovasyon ve Toplumsal Katkı Oturma Başkanı: Prof. Dr. Melike TEKİNDAL Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı: Geçmişten Günümüze Sosyal Hizmet Modelleri Adem SOYLU-Izmir Aile ve Sosyal Hizmetler İl Müdür Yardımcısı ASBÜ Araştırma ve Sosyal Girişimcilik Ekosistemi Prof. Dr. Erdal AKDEVE-Ankara Sosyal Bilimler Üniversitesi, Sosyal İnovasyon Araştırma Merkezi Müdürü Verinin Sosyal Faydaya Dönüşüm Serüveni: Sosyal İnovasyon Ajansı Modeli Adem MENEKŞEOĞLU-Sosyal İnovasyon Ajansı Sosyal İnovasyon Ekosisteminde Ar-Ge Kültürü: Üniversite-Sektör İş Birliğinden Toplumsal Etkiye Yeliz ERKOÇ KÖK-ANATEK A.Ş. Genel Müdürü Üniversite -Sektör İşbirliği Koordinatörü/ Anadolu Üniversitesi Sosyal İnovasyon Örneği Olarak Mobil Gençlik Merkezleri: Almanya Modeli Üzerinden Bir İnceleme Yeşim ACAR-Lecturer DHBW Baden-Württemberg Cooperative State University, Almanya Sosyal Hizmet Uzmanı dictrict of Rems-Murr-Kreis, Almanya Understanding youth in public space - New challenges for Mobile Youth Work Prof. Dr. Thomas MEYER-Baden-Wuerttemberg Cooperative State University Almanya (DHBW)	Çevrimiçi Oturumlar Oturma Başkanı: Öğr. Gör. Dr. Berhan ÇOBAN Tekstil Terbiye İşletmelerinde Kimyasal ve Boyar Madde Takibine Yönelik Dijital Platform Geliştirilmesi Çağla Nur YILDIRIM, Begüm KAYA, Dilek AYKAN TANTUNÇ, Ali YAĞAN Dijital Girişimcilik Alanında Araştırma Eğilimleri: Bibliyometrik Bir Analiz Oğuzhan KODALAK, Mehmet Yasin ÖZSAĞLAM Üniversite Öğretim Üyelerinin Öğrencilerle Etkileşimlerinde Etik ve Etik Dışı Olarak Algılanan Davranışları Hakkı Kahveci, Hasan Samed USLU Dijital Dönüşüm Sürecinde Dezavantajlı Grupların Konumu: Ekonomik Katılım Perspektifinden Bir İnceleme Elmas Burcu KARATAŞ

15:00-15:15

ARA

23 EKİM 2025-PERŞEMBE

15:15-16:30

HEKİM HACI PAŞA KONFERANS SALONU	TOPLULUK SALONU
Yüzyüze Oturumlar Oturum Başkanı: Prof. Dr. Ferhan ELMALI	Çevrimiçi Oturumlar Oturum Başkanı: Öğr. Gör. Dr. Yaşar ALDIRMAZ
Dynamics of Bank Income: Causality and Cointegration Analysis with Fourier Approaches in the Case of Azer Turk Bank Nazrin Gurban BURJALIYEVA	Yerel Kamusal Hizmetlerde Yeni Nesil Teknolojilerin Kullanımı: Yapay Zekanın Belediye Hizmetlerinin Etkinlik ve Verimliliğine Etkisinin Analizi Mustafa Gökberk ERTAN, Songül AKSU
Yapay Zekâ Ajanları Çağında Sosyal Medya ve Açık Kaynak İstihbaratı Fatih Sinan ESEN, Fatma İrem KONYALIOĞLU	Üretken Yapay Zekânın Öğrenme Analitiklerindeki Rolü: Kişiselleştirilmiş Geri Bildirimlerden Karar Destek Sistemlerine Mehmet KOKOÇ
Koşullu veri yapılarında kanonik korelasyon analizi yöntemlerinin simülasyonla karşılaştırılması Buğra VAROL, İmran KURT ÖMÜRLÜ, Mevlüt TÜRE	İnsan Bilgisayar Etkileşimi Konulu Makalelerin Bibliyometrik Analizi ile Kamu Yönetiminin Gelecek Tayinini Yapmak İrfan ÖZACIT
Veri Görselleştirmede Optimizasyon: Poligonol Döngü Grafikleri için Düzen Algoritmalarında Hesaplama Karmaşıklığı ve Görsel Kalite Analizi Ümit SARP, Ahmet EMİN, Bilal DEMİR	Türkiye'de Doğrudan Yabancı Yatırımların Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi Ferdî AKPLIÇ
Tıp Eğitiminde Biyoistatistik Kaygısı ve Katılım Profilleri Fulden CANTAŞ TÜRKİŞ, Buğra VAROL	Sosyal Hizmette Sosyal Adaletin Sağlanmasında Demokratik Araçlar Olarak Sosyal İnovasyon ve Sosyal Girişimcilik Aybike Betül MARAL, Sevgi TIKTAŞ ÇELİK
Küresel İnovasyon Endeksi Temelinde OECD Ülkelerinin Sosyal İnovasyon Potansiyelinin Sınıflandırılması ve Türkiye'nin Konumu Berhan ÇOBAN	

24 EKİM 2025-CUMA

09:30-11:00

HEKİM HACI PAŞA KONFERANS SALONU	TOPLULUK SALONU
Yüzyüze Oturumlar Oturum Başkanı: Emine Ece GÜLEÇ	Yüzyüze Oturumlar Oturum Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi Büşra EMİR
Lav Lambası ile Sonsuz Güvenlik: Özgün Rassal Anahtarlar ve Şekil Analizi Temelli Yüksek Güvenlikli Şifreleme Ömer SADIK KÜÇÜK, Emre BOZKAYA, Tuğba COŞKUN	Coğrafya ve Kültürün Edebiyata Etkisi Hülya ÜNSAL, Berra BAŞOĞUL
Pascal Üçgeni ile Şifreleme Dora Defne YILDIRIM	Türklerde Mesleklerin Toplumsal Yansımaları Hülya ÜNSAL, Seyhan Efsa YAŞAR, Nilü Karalı, Hanzade CELEP
Açılarla Şifreleme Hüma ŞEN, Yavuz ŞEN, Egehan OTGÖZ	Özel Yetenekli Öğrenciler Yazmacılığı Yaşatıyor: Geleneksel El Sanatının Gelecek Nesillere Aktarılması Üzerine Bir Çalışma Savaş ŞAHİN, Metehan GÖK, Deniz Çınar ÖZER
Fraktal ile Pksel Şifreleme Hediye Azra KALEMCI	Kutuplardaki Zaman Algısı ve İnsan Psikolojisine Etkileri Hülya ÜNSAL, Öykü IŞIK, Osman AKTOPRAK
Kuantum Şifreleme Ada ANIK, Selim ADIGÜZEL	Kadın Algısının Edebî Temsili: Sylvia Plath'ın Sırça Fanus ve Leylâ Erbil'in Tuhaf Bir Kadın Romanlarının Karşılaştırmalı İncelemesi Hülya ÜNSAL, Deva GÜRÇAN
OGLE SMC-ECL-2096 Çift Sistemi: Işık Eğrisi ve Tayf Çözümleri Mehmet KAYA, Ali Cemal GÜNDÜZ, Esra YAZGAN	
6 Bardak Problemi ve Problem Parametrelerinin Sayı Dizileri ve İkili Sayı Sistemi ile Çözüm Algoritması Suna ÇELİK	

11:00-11:15

ARA

24 EKİM 2025-CUMA

11.15-12:30

HEKİM HACI PAŞA KONFERANS SALONU

Yüzyüze Oturumlar

Oturum Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi Fatma Ezgi CAN

Tohumdan Ağaca: Totoro ve Anadolu Kültüründe Tohum Ritüelleri Aracılığıyla Kültürel Etkileşimler
Elvan Şahin KEŞKEK

Nesilden Nesile Zeytindağ: Tariş'in Gölgesinde Bir Köyün Zeytin Hafızası
Özlem YILDIZ, Talha Ali SAATÇI, Umutcan DOĞAN

Televizyonun Aynasından Kadın
Güneş Yücel ÇELİK, Azra TEMEL

İngiliz Pop Müziğinde Son 25 Yıldaki Argo Kullanımı
Güneş Yücel ÇELİK, Süleyman Sarp COŞKUN

Küçük Araştırmacılarla Yeşil Vatan: Çocukların Oyunlaştırılmış Veri Günlüğü ile Doğa Sevgisinin Analizi
Elçin DEVEDEN, Cem YILDIRIM, Buse AY

TOPLULUK SALONU

Yüzyüze Oturumlar

Oturum Başkanı: Doç. Dr. Halil KOYU

Doğadan Gelen İlham Biyoplastik
Yunus Emre GÖRDÜ, Azra Duru KIŞIOĞLU, Utku Çağlar SÖNMEZ

Dökülmüş Sahil Çamı Yapraklarından Nanoselüloz Eldesi, Karakterizasyonu ve Kullanımı
İlker TURAÇOĞLU, Nazlı ÖZEM, Mert Ata MAKİNACI

Orman Yangını Riskinin Yapay Zekâ Tabanlı Modellenmesi
Defne ESER, Ömer Göktuğ ŞEN, Bora GÖRMÜŞ

Rip Akıntılarının Görüntü İşleme ve Derin Öğrenme ile Tespiti
İrem ŞENARAS

Grafen Oksit ve Yumurta Kabuğu Takviyeli Polivinil Klorür Hibrit Kompozitlerin Mekanik Özelliklerinin Araştırılması
İlker TURAÇOĞLU, Ege KUYUCU

Nioli Yağı Katkılı Yara Örtüsünün Antibakteriyel Etkilerinin İncelenmesi
İlker TURAÇOĞLU, Neva ERÖZYÜREK

12:30-13:30

YEMEK

24 EKİM 2025-CUMA

13.30-15:00

HEKİM HACI PAŞA KONFERANS SALONU

Yüzyüze Oturumlar

Oturum Başkanı: Prof. Dr. Mustafa Ağah TEKİNDAL

Havalimanı Çalışanlarının Vardiyalı Çalışma Sistemlerinin İş-Yaşam Dengesi ve Çalışan Sağlığı Üzerindeki Etkileri: Sistematik Bir İnceleme
Ahmet Eren AYDIN, Hatice TEZCAN, Taha Can DEMİR

Büyük Veri Çağında İnovasyonun Yayılımı ve Sosyal Ağ Analizi ile Haritalandırılması
Cevat Sercan ÖZER, Nahit Erdem KÖKER

Türkiye İçin Bölgesel Aktüeryal İklim İndeksi: 1982–2024 Analizi
Hanife TAYLAN SELAMLAR

TOPLULUK SALONU

Yüzyüze Oturumlar

Oturum Başkanı: Öğr. Gör. Dr. Berhan ÇOBAN

Topolojinin Günlük Hayatta Kullanımının Araştırılması
Ömer ŞAHİN

Artistik Buz Pateni Puanlama Sisteminin Matematiksel Modeli
Berin AKPINAR, Derya TAYGAN

Yangın Göleti Verimliliği İçin Zaman Serisi Analizi Yöntemi
Defne YILMAZ, Elif Özüm GÖK, Naz Duru BAKIR, Tuğba COŞKUN

Nim Oyunu'nun 4. Teoremi
Yusufemin GÜLER

Dijital Çağda Matematik Öğretimi: Özel Sayılarla Mobil Uygulama Deneyimi
Yiğit YAYICI, Emine Ece GÜLEÇ, Güzde ZABZUN

Tip 2 Diyabet Riskinin Matematiksel Modellenmesi ve Masaüstü Uygulamaya Entegre Edilmesi
Furkan ÖZDİNGİŞ, Ayaz GÜNER

15:00-15:15

ARA

24 EKİM 2025-CUMA

15:15-16:30

HEKİM HACI PAŞA KONFERANS SALONU

Yüzyüze Oturumlar

Oturum Başkanı: Doç. Dr. Bekir EMİROĞLU

Aliağa Denizcilik Kültürü ve Mavi Miras İçin Oyun-Tabanlı Kaçış Oyunu Uygulaması
Alev ÇELİK, Bade ÖZCAN, Umut KOŞAL

Veriyi Anlamlandırma

Furkan BAKKAL, Ateş HABACI

Tauma Zekâ ve Strateji Oyunu: Şövalyelerin Dansı

Mira ÇAVUŞOĞLU, Atahan TÜRK

Bilsem Öğrencilerinde Değerler Eğitimi Kapsamında Kutu Oyunu Uygulaması: Bir Gözlem Çalışması

Öznur YILDIZ, Gökçen KARABULUT, Rosida Defne YILDIRIM

Üstün Yetenekli Öğrenciler ile Normal Ortaokula Giden Öğrencilerdeki Bilim Algılarının Karşılaştırılması

Olgun HAN, Onur Kerem DURUKAN

Şapka Harekâtı: Bilsem Öğrencilerinin Dil Bilinci ve Düzeltme İşaretinin Kullanımı Üzerine Farkındalıklarının Ölçülmesi

Önder İLHAN, Nida DOĞAN, Nisa Cennet HATİPOĞLU

Elektrik Devrelerine Dayalı Atölye Modelinin Sosyal İnovasyon Becerilerine Etkisi

Elvan ŞAHİN KEŞKEK

TOPLULUK SALONU

Yüzyüze Oturumlar

Oturum Başkanı: Öğr. Gör. Gürçihan ZAMAN

İkinci El Araba Fiyatlarını Tahmin Eden Yapay Zekâ
Mevlüt Furkan AYVACIOĞLU

Küresel Isınma Kaynaklı Hastalık Risk Bölgelerinin CBS Kullanılarak İncelenmesi
Esra YAZGAN, İnci Duru GÜLBENLİ, Metin Artun ANAÇ, Süleyman Sarp COŞKUN, Muhammed Yusuf YILMAZ

Psikostimülan İstismarının Önüne Geçme Amaçlı İlaç Kutusu Prototipi
Azra KUTLU, Alya BUDUN, Eylem KILIÇASLAN

Laboratuvarımı Kendim Yaptım

Ahmet Emir KEYLAN, Ömer Mete AYDIN, Demir DURUCAN, Eylem KILIÇASLAN

Vermikülit ve Perlitin Toprak Nem Tutma Kapasitesine Etkileri Ve Kurak Bölgelerde Su Verimliliğine Katkısı

Esra YAZGAN, Aden AKINCI, Çınar YILMAZ, Zeynep ÖZEN, Zeynep ŞEN

Urmiye Gölü'nün 2015–2024 Yılları Arasındaki Alan Değişimlerinin Uydu Verileri ile Analizi

Esra YAZGAN, Artin ARYA, Ege ÖZDEN, Kuzey BAŞARAN, Mehmet Bartu PEHLİVAN, Reyhan Eylem YILMAZ

PTT Kargo Rotasında Verimlilik

Güney TATCI, Arif HATUNOĞLU

KAPANIŞ

ATÖLYELER

22 Ekim 2025-Çarşamba

Atölye-1

YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ NİTEL VERİ ANALİZİ: AILYZE PROGRAMINA GİRİŞ

Eğitmen: Prof. Dr. Melike TEKİNDAL

Tarih : Saat: 14:00-15:30

Yer: Çevrimiçi

24 Ekim 2025-Cuma

İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Uzaktan Eğitim Merkezi Bilgisayar Salonu

Atölye-2: SPSS İLE UYGULAMALI VERİ ANALİZİ

Eğitmen: Öğr. Gör. Yelda GÜÇLÜ

Saat: 09:30-11:00

Atölye-3: R İLE UYGULAMALI VERİ ANALİZİ

Eğitmen: Öğr. Gör. Hanife ŞAHİN

Saat: 11:15-12:30

Atölye-4: TASARIM ODAKLI DÜŞÜNME

Eğitmen: Aysin ÖZKAN NEĞİŞ

Tarih : Saat: 13:30-15:00

Atölye-5: VERİ GÖRSELLEŞTİRME

Eğitmen: Öğr. Gör. Havva KIRGIZ

Saat: 15:15-16:45

İÇİNDEKİLER

GENERAL INFORMATION/GENEL BİLGİ.....	III
UNDERSTANDING YOUTH IN PUBLIC SPACE – NEW CHALLENGES FOR MOBILE YOUTH WORK	1
HAVALİMANI ÇALIŞANLARININ VARDİYALI ÇALIŞMA SİSTEMLERİNİN İŞ-YAŞAM DENGESİ VE ÇALIŞAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: SİSTEMATİK BİR İNCELEME.....	6
DİJİTAL GİRİŞİMCİLİK ALANINDA ARAŞTIRMA EĞİLİMLERİ: BİBLİYOMETRİK BİR ANALİZ.....	19
DYNAMICS OF BANK INCOME: CAUSALITY AND COINTEGRATION ANALYSIS WITH FOURIER APPROACHES IN THE CASE OF AZER TURK BANK	35
CROSS-BORDER IMPACT WITH COST-EFFICIENT BUDGET: LİMİTED SOURCES INTERNATIONAL DİGİTAL MARKETİNG STRATEGİES	44
VERMİKÜLİT VE PERLİTİN TOPRAK NEM TUTMA KAPASİTESİNE ETKİLERİ VE KURAK BÖLGELERDE SU VERİMLİLİĞİNE KATKISI	58
URMİYE GÖLÜ'NÜN 2015–2024 YILLARI ARASINDAKİ ALAN DEĞİŞİMLERİNİN UYDU VERİLERİ İLE ANALİZİ	65
KÜRESEL ISINMA KAYNAKLI HASTALIK RİSK BÖLGELERİNİN CBS KULLANILARAK İNCELENMESİ	69
İNSAN BİLGİSAYAR ETKİLEŞİMİ KONULU MAKALELERİN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ İLE KAMU YÖNETİMİNİN GELECEK TAYİNİNİ YAPMAK.....	74
SOCIAL MEDIA AND OPEN-SOURCE INTELLIGENCE IN THE AGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AGENTS.....	93
VERİ GÖRSELLEŞTİRMEDE OPTİMİZASYON: POLİGONAL DÖNGÜ GRAFLARI İÇİN DÜZEN ALGORİTMALARINDA HESAPLAMA KARMAŞIKLIĞI VE GÖRSEL KALİTE ANALİZİ	121
RİP AKINTILARININ GÖRÜNTÜ İŞLEME VE DERİN ÖĞRENME İLE TESPİTİ	129

UNDERSTANDING YOUTH IN PUBLIC SPACE – NEW CHALLENGES FOR MOBILE YOUTH WORK

Thomas Meyer

DHBW Stuttgart (Germany)

ABSTRACT

The presentation summarises the key findings of the scientific monitoring of a mobile youth work project in inner-city public spaces. The project ‘Mobile Youth Work in Stuttgart City Centre’ was implemented in response to the so-called ‘Stuttgart riot night’ in the summer of 2020. The background to this was violent riots by young people, which led to the formulation of new prevention strategies. The aim of the project is to make the city centre more youth-friendly and to meet the needs of young people in order to avoid future conflicts.

The project was accompanied by extensive data collection, e.g. observations and interviews, which were used to investigate why public spaces are attractive to young people and how they appropriate them. This also gave rise to the heuristic concept of ‘making a home’, which emphasises young people's right to participation and belonging.

In the course of the project, the classic concept of mobile youth work – consisting of street work, individual case assistance, group and community work – was expanded to include four new areas of responsibility: data collection, outreach counselling in public spaces, organisation of large-scale youth events and the establishment of a comprehensive cooperation network.

The results show positive developments: fewer conflicts, new leisure and counselling services, better cooperation with the police and city administration, and greater youth participation. Overall, numerous stakeholders – from the police to urban planners to cultural institutions – benefit from the findings. Mobile youth work gained public visibility, assumed an expert role, and contributed significantly to re-establishing social work and youth participation in urban areas.

Introduction

The concept of mobile youth work was developed in Stuttgart in the 1970s by Walter Specht (1979). The background to this was that in some suburbs there were problems with youth groups who attracted attention with criminal, provocative behaviour that disturbed public order. These youth groups were not reached by other services. Therefore, the concept has always been aimed at youth groups that attracted attention in public spaces with deviant behaviour (Specht 1979, S. 108). To this day,

mobile youth work projects are always called for when problems arise with youth groups in public spaces.

The most recent project is mobile youth work in Stuttgart city centre. The reason for implementation of this project were riots by young people in the city centre – the so-called ‘Stuttgart riot night’ in the summer of 2020. This incident attracted enormous media attention and caused great concern among the city's residents. Various youth groups rioted in Stuttgart city centre and committed numerous crimes. The trigger was a police check on a young person, which many young people perceived as stigmatising, whereupon the situation escalated. However, the restrictions in public spaces at that time due to the coronavirus pandemic were probably also a reason why young people had become extremely frustrated. Whatever the reasons were, the situation was unique for the Swabian metropolis, which is otherwise considered sleepy and peaceful.

One consequence of this incident was that authorities wanted to address the causes and, in doing so, come up with ideas for solutions in the form of a preventive strategy. The clear goal was to ensure that such a situation would never happen again in Stuttgart city centre. This led to the creation of the innovative youth work concept of ‘Mobile Youth Work City Centre’ in Stuttgart, with the aim of addressing the needs and participation wishes of young people and, on this basis, developing needs- based services in public spaces (State Capital Stuttgart 2020). The global goal was formulated as making Stuttgart's city centre more ‘youth-friendly’.

The concept development and testing were accompanied by two scientific studies: on the one hand, a youth survey conducted by the University of Applied Sciences of Eastern Switzerland in St. Gallen (Krass et al. 2024; Pohl/Reutlinger 2025; Reutlinger et al. 2025a) and, on the other hand, by scientific monitoring of the Mobile Youth Work City Centre team (Meyer & Lepthin 2025; Fregin et al. 2024). The aim of both studies was to understand why urban spaces are attractive to young people and how they appropriate these spaces. This resulted in many offers that can be described using the heuristic ‘Making a home’ (Reutlinger et al. 2025b). The aim was to avoid conflicts with other population groups. The scientific support provided to Mobile Youth Work Stuttgart City Centre aimed to systematically accompany the work of the street workers. Various instruments were developed for this purpose:

- Questionnaire for observations while street work (n=1.970) and questionnaire for interviews with young people (n=1.332)
- Comprehensive documentation of projects/events (n=250), individual aid (n=1.384), contacts with collaborative partners (n=1.264) and running cooperations (n=103).
- Quarterly group interviews with the team (n=12)
- 10 expert interviews

Among these things, the question of what needs young people express in conversations with staff and to what extent these can be addressed and implemented in the

form of concrete offers was always explored. The following presentation presents the results of the scientific monitoring.

1) Mobile youth work in public spaces – new tasks and functions

In the course of the project, many new tasks and functions developed that go beyond the previous concept (Meyer & Lepthin 2024). The classic concept of MJA consists of four methods: street work, individual aid, group work and community work. All four pillars were expanded to include four additional tasks:

- Street work – on the move with an research purpose: data collection
- Individual aid – out of the offices: establishing low-threshold counselling in public spaces
- Group work – dealing with large numbers of young people: organising large-scale events
- Community work – new collaborations are needed: establishing a comprehensive network

The diversity of youth groups in the city meant that it was not possible to work using only the usual methods. Street work had to be used to understand what the young people's needs were in the first place, and individual aid could no longer be provided solely in the office because so many young people needed counselling. Club work does not work because there are sometimes hundreds of young people in the city centre, and community work has become more complex because street workers are confronted with various interest groups (police, shop owner, restaurants, cultural institutions as museums, libraries, opera etc.). Findings are presented based on these four extensions.

2) Selected findings from the scientific monitoring

Based on the information function (while street work), various findings were generated from observations of locations and documentation of conversations in the context of street work:

- There is a positive correlation between alcohol level, self-expression, police presence and emerging aggressive mood.
- There is a negative correlation between diversity and emerging aggressive mood.
- In the first half of the project, the young people often expressed a need for meeting places and leisure activities, but there is an increasing demand for advice on various life issues.

The events organised (group work) gave rise to many new formats that made the city more colourful and encouraged young people to regard the city centre as 'their own' (making a home). Conflicts with the police and damage to property decreased.

Over 100 partnerships were established as part of community work. Partnerships with the police and other social services remain important to this day. Street workers now train the police, and other social services accompany them on street work.

The increasing demand for counselling was met with specific services: a counselling bus parked in the city park and the social 'Späti', a counselling centre for everyone. The many new partnerships have also opened up new opportunities: for example, a psychologist is on hand once a week to counsel young people with mental health issues.

3) Summary: Who benefits from the new approach?

The variety of results and experiences can be used by various actors. The results were considered helpful by

- the police,
- urban planning,
- city marketing and event management,
- social and youth welfare planning,
- local politics, and
- cultural and educational institutions.

The police are now being trained by street workers, urban planning and event management are based on observational data when planning urban development and events, social planning is developing more tailored services for young people, local politics is involving young people (youth participation) and cultural and educational institutions are developing new formats for young people.

Finally, social work is becoming more visible to the public and is taking on an expert role. Its image is improving and access to help is becoming easier.

REFERENCES

- Fregin, S., Krass, A. & Meyer, T. (2024): Aufsuchende Jugendarbeit im Spannungsfeld öffentlicher Interessen und der Bedarfe junger Menschen - das Beispiel Mobile Jugendarbeit Stuttgart Innenstadt. In: In: deutsche jugend 72 (12), Seite 528-535.
- Krass, Anna/Pohl, Axel/Reutlinger, Christian (2024): Aufwachsen in Stuttgart – ersten Einblicke in die Stuttgarter Jugendstudie. In: Susanne Heynen/Landeshauptstadt Stuttgart, Jugendamt (Hrsg.): Stuttgarter Beiträge zur Qualitätsentwicklung und Praxisforschung in der Jugendhilfe. Band 2. Weinheim und München: Beltz Juventa, S. 189-204.
- State Capital Stuttgart (Landeshauptstadt Stuttgart) (2020): Kommunale Jugendhilfestrategie für eine integrierte Jugendarbeit in der Innenstadt. Beschlussvorlage. GR Drs 986/2020. Online unter: [https://www.domino1.stuttgart.de/web/ksd/KSDRedSystem.nsf/0/C6728CD2B62845D1C-125865C0048009F/\\$File/F6DDDB EE58171F02C12586100051FDD8.pdf?OpenElement](https://www.domino1.stuttgart.de/web/ksd/KSDRedSystem.nsf/0/C6728CD2B62845D1C-125865C0048009F/$File/F6DDDB EE58171F02C12586100051FDD8.pdf?OpenElement).
- Meyer, T. & Lepthin, J. (2025): Mobile Jugendarbeit Stuttgart-Innenstadt. Abschlussbericht der wissenschaftlichen Begleitung. Online unter: https://www.mobile-jugendarbeit-stuttgart.de/site/assets/files/9972/abschlussbericht_mja_innenstadt_11_03_2025_endversion.pdf
- Pohl, Axel/Reutlinger, Christian (2025). Zwischen Krawall und Teilhabe: Making a Home Jugendlicher im öffentlichen Raum. In: Diskurs Kindheits- und Jugendforschung/Discourse. Journal of Childhood and Adolescence Research Heft 3-2025, S. 369– 388.
- Pohl, Axel; Reutlinger, Christian; Walther, Andreas; Wigger, Annegret (Hg.) (2019): Praktiken Jugendlicher im öffentlichen Raum – Zwischen Selbstdarstellung und Teilhabeansprüchen. Ein Beitrag zur Partizipationsdebatte. Wiesbaden: Springer VS.
- Reutlinger, C., Pohl, A. & Krass, A. (2025a) (Hrsg.): Making a Home in der Stadt. Aneignungsformen Jugendlicher im öffentlichen Raum – eine Einleitung. Springer VS: Wiesbaden.
- Reutlinger, Christian/Pohl, Axel/Krass, Anna (2025b): Making a Home in der Stadt – der konzeptionelle Kern. In: Reutlinger, Christian/Pohl, Axel/Krass, Anna (Hrsg.): Making a Home in der Stadt. Aneignungsformen Jugendlicher im öffentlichen Raum. Wiesbaden: SpringerVS, S. 47-54
- Specht, Walter (1979): Jugendkriminalität und Mobile Jugendarbeit. Ein stadtteilbezogenes Konzept von Street Work. Luchterhand, Neuwied/Darmstadt.

HAVALİMANI ÇALIŞANLARININ VARDİYALİ ÇALIŞMA SİSTEMLERİNİN İŞ-YAŞAM DENGESİ VE ÇALIŞAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: SİSTEMATİK BİR İNCELEME

Ahmet Eren Aydın

İstanbul Esenyurt Üniversitesi

Hatice Tezcan

İstanbul Esenyurt Üniversitesi

Taha Can Demir

İstanbul Esenyurt Üniversitesi

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, havalimanı çalışanlarının vardiyalı çalışma sistemlerinin iş-yaşam dengesi ve çalışan sağlığı üzerindeki etkilerini incelemektir. Çalışma, havalimanlarında uygulanan vardiyalı çalışma sisteminin avantaj ve dezavantajlarını nitel bir araştırma yaklaşımıyla ele almaktadır. Araştırma, Google Scholar, DergiPark ve ResearchGate veri tabanlarında “havalimanı”, “vardiyalı çalışma”, “vardiya sistemi”, “çalışan sağlığı” ve “iş-yaşam dengesi” anahtar kelimeleri kullanılarak taranan yayınlanmış akademik makalelerin sistematik değerlendirilmesine dayanmaktadır. Toplam 23 çalışma incelenmiş olup, bunların 13’ü genel vardiyalı çalışma sistemleri, 10’u ise doğrudan havalimanı çalışanlarıyla ilgilidir. İncelenen çalışmalar, içeriklerine göre üç ana başlık altında sınıflandırılmıştır: çalışan sağlığı, iş-yaşam dengesi ve sosyal etkiler ile örgütsel verimlilik. Bulgular dört temel sonuç kategorisi altında toplanmıştır: uyku ve sağlık sorunları, iş stresi ve tükenmişlik, aile ve özel yaşam dengesinde bozulma, kısmi esneklik ve avantajlar. Elde edilen veriler, vardiyalı çalışma sistemlerinin havalimanı çalışanları üzerinde önemli ölçüde olumsuz etkiler yarattığını göstermektedir. Uyku bozuklukları, kronik yorgunluk ve stres, çalışan sağlığını ve performansını doğrudan etkilemektedir. Ayrıca vardiyalı çalışma, aile ve sosyal yaşam ile iş arasında dengesizlikler oluşturarak yaşam kalitesini düşürmektedir. Bununla birlikte, esnek vardiya uygulamaları belirli durumlarda çalışanlara avantajlar sağlamak ve iş-yaşam dengesini kısmen iyileştirebilmektedir. Araştırma ayrıca, vardiya sürelerinin ve çalışma saatlerinin optimize edilmesinin hem çalışan sağlığı hem de iş-yaşam dengesi açısından kritik öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, havacılık sektöründe insan kaynakları uygulamalarının yeniden değerlendirilmesi; vardiya düzenlemeleri ve çalışan destek programlarının geliştirilmesi önerilmektedir. Sonuç olarak, çalışma vardiyalı çalışma ile ilgili mevcut bilgileri sistematik olarak derleyerek, havalimanı çalışanlarına özgü uygulanabilir stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Anahtar kelimeler: Vardiyalı çalışma, Havalimanı çalışanları, İş-aile dengesi, İş stresi, Çalışan sağlığı

GİRİŞ

Havacılık sektörü, küresel rekabet ve teknolojik yeniliklerle sürekli bir değişim içerisinde. Bu dinamik ortam, hizmet sürekliliğini sağlamak amacıyla vardiyalı çalışma sistemini zorunlu kılmıştır. Havacılıkta uçuş operasyonları, yer hizmetleri, kargo taşımacılığı, güvenlik ve acil müdahale birimleri gibi birçok faaliyet, 7 gün 24 saat kesintisiz yürütülmek zorundadır. Bu nedenle vardiyalı çalışma sistemi, hem işverenler hem de hizmetin kullanıcıları açısından kritik bir gereklilik hâline gelmiştir (Karaca & Uzun, 2021).

Çalışan perspektifinden bakıldığında, vardiyalı çalışma çoğu zaman bir tercih değil, yaşam koşullarının dayattığı bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle gece vardiyaları, çalışanların biyolojik ritmini bozmakta, uyku düzenini ve sosyal yaşamını olumsuz etkilemektedir. Çalışanlar, aile ve sosyal hayatlarını sürdürebilmek için maddi kazanç elde etmeye çalışırken, gece vardiyalarında yorgun ve mutsuz bir şekilde çalışma hayatlarını sürdürmek zorunda kalmaktadır. Bu durum, iş-aile çatışması, rol baskısı ve sosyal izolasyon gibi olumsuz sonuçları beraberinde getirebilmektedir (Yılmaz, 2018).

Vardiyalı çalışma sisteminin çalışan üzerinde yol açtığı bazı etkiler aşağıdaki tabloda özetlenmiştir:

Tablo 1: Vardiya Türleri, Saat Dilimleri, Olası Etkileri ve Sektörel Örnekleri

Vardiya Türü	Örnek Saat Dilimi	Olası Etkiler	Sektörel Örnek
Sabah vardiyası	06:00 – 14:00	Yorgunluk, erken kalkma stresi	Uçuş öncesi hazırlıklar, bagaj işlemleri
Öğle vardiyası	14:00 – 22:00	Dikkat dağınıklığı, sosyal yaşam sınırlaması	Yer hizmetleri, bilet gişesi operasyonları
Gece vardiyası	22:00 – 06:00	Uyku bozukluğu, motivasyon düşüklüğü, iş kazaları	Kargo operasyonları, havaalanı güvenliği

Araştırmalar, iş kazalarının özellikle öğleden sonra 15:00 civarında ve gece 03:00-04:00 saatlerinde en yüksek seviyeye ulaştığını göstermektedir. Öğle öncesi ve sonrası dönemlerde meydana gelen kazalar, çalışanların yemek molası, şeker seviyesi değişimleri ve vardiya sonuna doğru artan yorgunluk ile ilişkilendirilmektedir (Çavdar, Manyaslı, Akkaya, Sevener, & Tüfekçi, 2022). İş kazaları, yalnızca çalışan sağlığını değil işletmenin verimliliğini de doğrudan etkilemektedir.

Vardiyalı çalışma sistemi, işveren açısından hizmet sürekliliğini ve operasyonel verimliliği sağlarken, çalışan açısından daha fazla gelir elde etme ve iş bulma fırsatı sunmaktadır. Ulaşım, sağlık ve emniyet gibi temel hizmetlerin kesintisiz yürütülebilmesi için vardiyalı çalışma gereklidir (Avcıkaya, 2016; Koç, 2017). Bu sistem, özellikle havacılık sektöründe küresel rekabetin yoğun olduğu bölgelerde stratejik bir zorunluluk olarak uygulanmaktadır.

Bu araştırma, havacılık sektöründe vardiyalı çalışanların iş ve sosyal hayatına dair etkileri detaylı bir şekilde incelemeyi amaçlamaktadır. Sistematik literatür taraması ve alan çalışmalarıyla vardiyalı çalışma sisteminin hem avantajları hem de dezavantajları ortaya konulacaktır. Çalışma, çalışan sağlığı, motivasyon ve iş performansı gibi boyutlarda vardiyalı çalışmanın etkilerini anlamaya yönelik akademik ve uygulamalı katkılar sağlamayı hedeflemektedir.

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Vardiyalı Çalışma Sistemi

Tarihsel gelişim

Sanayi devrimi ile birlikte gelişen endüstriyel yapı, üretimin artmasına neden olmuştur. Üretim artışı için mevcut çalışma sistemi yeterli olmayıp çalışma saatlerinin artırılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Ancak vardiyalı çalışma sistemi ilk kez Sanayi Devrimi ile ortaya çıkmamış, daha eskiye dayandığı bilinmektedir. Mevcut verilere göre vardiya sistemi Roma döneminde başlamış, Sanayi Devrimi ile birlikte sistematik bir yapıya kavuşmuştur (Akgöl, 2010).

Vardiyalı Çalışma Düzeni

Vardiyalı çalışma düzeni, örgütün faaliyet gösterdiği sektöre, işin niteliğine ve çalışan sayısına göre farklı şekillerde planlanabilmektedir (Kazancı, 2016). Genel olarak işletmelerde vardiya düzenleri sabit vardiya sistemi ve dönüşümlü vardiya sistemi olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Korkusuz, 2005).

Sabit Vardiya Sistemi

Sabit vardiya düzeninde, belirli bir ekip olağandışı bir durum olmadıkça sürekli olarak gündüz ya da gece çalışır. Çalışanlar hep aynı saat diliminde görev yapar. Ancak sosyal hukuk kavramının önem kazanmasıyla birlikte, sürekli gece vardiyasında çalışmanın fiziksel ve ruhsal açıdan olumsuz etkileri dikkate alınmış ve iş yerlerinde bu uygulama azaltılmıştır (İncir, 1998; Korkusuz, 2005; Değirmencioglu, 2019; Yılmaz, 2016).

Dönüşümlü Vardiya Sistemi

Dönüşümlü vardiya sisteminde, ekipler belirli bir periyotta farklı vardiyalarda görev yapar. Bu sistemde çalışanlar gündüz, akşam veya gece vardiyalarında, yasal süreyi aşmamak kaydıyla, dönüşümlü olarak çalışırlar (İncir, 1998; Korkusuz, 2005).

Dönüşümlü vardiya düzeni, işletmenin türüne göre üç farklı şekilde uygulanabilmektedir (Kazancı, 2016):

- **Süreksiz Sistem:** En basit uygulama biçimidir. Çalışma süresi 24 saati aşmaz, hafta sonları ve bayramlarda faaliyet gösterilmez (İncir, 1998).
- **Yarı Sürekli Sistem:** Örgüt 24 saat aktiftir, ancak çalışanlar hafta sonu ve bayramlarda da görev yapmaktadır (İncir, 1998).

- **Sürekli Sistem:** İşletme, hafta içi, hafta sonu ve bayramlar dâhil olmak üzere kesintisiz şekilde faaliyet göstermektedir (İncir,1998).

Araştırmanın Yöntemi

Bu çalışma, havalimanı çalışanlarının vardiyalı çalışma sisteminden kaynaklanan deneyimlerini, literatürde yer alan çalışmalar üzerinden inceleyen nicel bir literatür taramasıdır. Araştırmada anket veya saha çalışması gibi birincil veri toplanmamış, tamamen yayınlanmış akademik çalışmaların ve tezlerin verileri sistematik olarak değerlendirilmiştir.

Araştırma Tasarımı

Araştırma, sistematik literatür taraması yöntemi ile yürütülmüştür. Bu yöntem, vardiyalı çalışmanın çalışanlar üzerindeki etkilerini ele alan çalışmaları derleyip karşılaştırmaya olanak sağlar. Sistematik tarama kapsamında seçilen çalışmaların belirli kriterlere göre dahil edilmesi ve analiz edilmesi sağlanmıştır. Araştırmada aşağıdaki aşamalar uygulanmıştır:

1. Kaynak Seçimi:

- Çalışmaların akademik dergilerde veya hakemli yayınlarda yer alması,
- Tarih aralığı olarak son beş yılın (2021–2025) tercih edilmesi,
- Vardiyalı çalışma ile ilgili olmasının sağlanması.

2. Dahil Etme/Kapsama Kriterleri:

- Vardiyalı çalışma sisteminin avantaj ve dezavantajlarını ele alan çalışmalar,
- Havacılık sektöründe çalışanları veya benzer hizmet sektörlerini kapsayan çalışmalar.

3. Veri Analizi Yöntemi:

Seçilen çalışmaların verileri, vardiyalı çalışmanın çalışanlar üzerindeki etkileri açısından kategorize edilmiştir:

- **Avantajlar:** Operasyonel süreklilik, esneklik, istihdam olanakları, yoğunluk yönetimi,
- **Dezavantajlar:** Fiziksel sağlık, psikolojik ve sosyal etkiler, iş güvenliği riskleri, motivasyon ve iş tatmini.

Araştırmanın Örneklemi ve Veri Kaynakları

Araştırmanın örneklemini, literatürde vardiyalı çalışmayı inceleyen 23 akademik çalışma ve tezden oluşmaktadır. Bu çalışmalar, Türkiye’de farklı havalimanlarında ve havacılık işletmelerinde vardiyalı çalışanları kapsayan verileri sunmaktadır. Örneklem, sektörel çeşitlilik ve farklı çalışma koşullarını içermesi açısından kapsamlı bir tablo hâline getirilmiştir.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır:

- Çalışma yalnızca yayınlanmış akademik kaynaklarla sınırlıdır, bu nedenle henüz yayımlanmamış saha verileri göz ardı edilmiştir.
- Sadece Türkçe yayınlar ve Türkiye örneklemi değerlendirilmiştir; uluslararası çalışmalar bu kapsam dışında bırakılmıştır.
- Vardiyalı çalışmanın sektörel farklılıkları detaylı olarak incelenmiş olmasına rağmen, bireysel psikolojik etkilerin tüm boyutları literatürde sınırlı şekilde ele alınmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Araştırmada vardiyalı çalışmanın avantajları ve dezavantajları, literatür bulguları ve sektörel örneklerle birlikte incelenmiştir. Bulgular, çalışan memnuniyeti, iş-yaşam dengesi, motivasyon ve güvenlik açısından tartışılmıştır.

4.1. Vardiyalı Çalışmanın Avantajları

• Operasyonel Süreklilik ve Esneklik

Vardiyalı çalışma sistemi, işletmelerin operasyonel sürekliliğini sağlamak ve hizmetin kesintisiz yürütülmesini mümkün kılmak açısından kritik bir role sahiptir. Özellikle havacılık sektöründe uçuş operasyonları, yer hizmetleri, güvenlik ve kargo işlemleri 7/24 sürdürülmek zorunda olduğundan, vardiya düzeni, operasyonel süreçlerin durmaksızın işlemesine olanak tanır.

Bu sistem aynı zamanda esneklik sağlayarak, iş gücünün farklı zaman dilimlerine adapte olabilmeye imkan verir. Örneğin, yoğun yolcu trafiğinin olduğu dönemlerde veya beklenmedik operasyonel değişikliklerde, vardiya planlaması hızlı bir şekilde uyarlanabilir. Böylece hizmet kalitesi korunurken çalışanlar da aşırı yüklenmekten korunur.

Vardiyalı çalışmanın esnek yapısı, işletmelerin acil durumlara ve değişken talep koşullarına karşı daha hazırlıklı olmasını sağlar. Bu sayede planlanan operasyonlar dışında ortaya çıkan yoğunluk veya gecikmeler, uygun vardiya dağılımıyla yönetilebilir. Ayrıca, esnek vardiya uygulamaları çalışanların yaşam tarzlarına ve biyolojik ritimlerine uygun planlamalar yapılmasına olanak tanıyarak, iş-yaşam dengesini kısmen iyileştirir.

Sonuç olarak, operasyonel süreklilik ve esneklik, hem işletmelerin performansını artıran hem de çalışan memnuniyetini destekleyen önemli bir avantaj olarak öne çıkmaktadır. Bu yapı, özellikle dinamik ve yoğun iş ortamlarında sürdürülebilir verimlilik sağlamak için vazgeçilmez bir strateji niteliğindedir.

- **İstihdam Olanaklarının Artması**

Vardiyalı çalışmayı gerektiren sebepler arasında sosyo-politik ve ekonomik faktörler önemli bir yer tutmaktadır. Vardiyalı çalışma, özellikle işsizliğin yüksek olduğu bölgelerde istihdamı artırmak ve toplumsal refahı yükseltmek amacıyla kullanılan bir yöntemdir (Saraçel, 1987). Gelişmekte olan veya işgücünün yoğun, sermayenin kısıtlı olduğu ülkelerde, yeni iş olanaklarının yaratılmasının zor olduğu durumlarda, vardiyalı çalışma sistemi işsizliğin önlenmesine katkı sağlayan bir alternatif olarak değerlendirilmektedir.

Bu sistem, sadece mevcut işgücünü daha verimli kullanmakla kalmaz; aynı zamanda farklı vardiyalarda çalışabilecek çalışan gruplarını da iş hayatına kazandırarak toplumsal istihdam oranını artırır. Örneğin, kadınların veya öğrencilerin gündüz mesai saatlerinde çalışamayacağı durumlarda, esnek vardiya sistemleri onlara iş imkânı sunabilmektedir. Ayrıca, işletmeler için işgücünün yoğun olduğu saatlerde sürekli operasyonu sürdürebilmek, üretim ve hizmet sürekliliği açısından kritik önem taşımaktadır.

Dolayısıyla az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde işsizliği azaltmak veya kontrol altına almak amacıyla vardiyalı çalışma sistemine destek verildiği görülmektedir (Yılmaz, 2019). Bu uygulama, hem ekonomik kalkınmaya hem de sosyal istikrara katkı sağlayarak, toplumsal refahın artmasına yardımcı olmaktadır. Aynı zamanda işverenler açısından, üretim kapasitesinin artırılması ve operasyonel sürekliliğin sağlanması gibi avantajlar da sunmaktadır.

- **Yoğunluk Yönetimi**

Vardiyalı çalışma sistemi, iş gücünün dağılımını optimize ederek operasyonel yoğunluğun yönetilmesine olanak tanır. Özellikle havalimanı gibi 7/24 hizmet veren ve yoğun iş akışına sahip sektörlerde, çalışanların vardiyalara uygun şekilde planlanması, iş yükünün dengeli dağıtılmasını sağlar. Bu sayede yoğun saatlerde meydana gelebilecek iş aksaklıkları ve gecikmeler minimize edilir, çalışanlar arasında aşırı yorgunluk ve stresin oluşması engellenir.

Yoğunluk yönetimi, sadece iş performansını artırmakla kalmaz; aynı zamanda çalışanların verimliliğini ve iş tatminini de olumlu yönde etkiler. Vardiya düzeninin planlanmasında iş yoğunluğu analizlerinin yapılması, kritik zamanlarda yeterli sayıda personelin görev almasını sağlayarak iş kazalarının ve operasyonel hataların önlenmesine katkıda bulunur. Bu sistem, özellikle havacılık sektöründe, yolcu güvenliği, bagaj ve kargo işlemleri, uçuş hazırlıkları gibi kritik süreçlerde kesintisiz hizmet sunulmasına yardımcı olur.

Ayrıca, yoğunluk yönetimi sayesinde, çalışanlar aşırı iş yüküne maruz kalmadıkları için tükenmişlik ve motivasyon kaybı gibi olumsuz etkiler azaltılabilir. İşletmeler, vardiya planlamasını doğru şekilde yaparak hem hizmet kalitesini artırmakta hem de çalışanların iş-yaşam dengesi üzerinde olumlu etkiler yaratmaktadır.

Vardiyalı Çalışmanın Dezavantajları

İnsanoğlu genellikle gündüzleri çalışan bir varlıktır. Bu sebeple vardiyalı çalışma sistemi bireyi doğal yaşam biçiminden daha farklı bir şekilde yaşamaya zorlamaktadır. Bundan dolayı insanın biyolojik ve toplumsal işlevleri aksamaktadır. Bu durum, çalışmada fizyolojik rahatsızlıklar ve psikolojik sorunlar yaratmaktadır (Pease, 2003)

• Fiziksel Sağlık Üzerindeki Etkiler

Vardiyalı çalışma sisteminin çalışan sağlığı üzerindeki en belirgin olumsuz sonuçları arasında uyku bozuklukları yer almaktadır. Özellikle gece vardiyalarında, çalışanların biyolojik saatleri ile çalışma saatleri arasında ortaya çıkan uyumsuzluk, uyku süresinin kısılmasına ve uyku kalitesinin düşmesine yol açmaktadır. Bunun sonucunda çalışanlar, vardiya sırasında aşırı uykululuk yaşayarak iş kazalarına daha yatkın hâle gelmektedir. Nitekim literatürde, vardiyalı çalışmanın gastrointestinal sistem bozuklukları, kardiyovasküler hastalıklar, serebrovasküler hastalıklar, hipertansiyon ve diyabet gibi çok sayıda kronik rahatsızlıkla ilişkili olduğu belirtilmektedir (Sönmez et al., 2010). Bu durum yalnızca kısa vadeli etkilerle sınırlı kalmamakta, uzun süre vardiyalı sistemde çalışan bireylerde kronik yorgunluk, bağışıklık sisteminde zayıflama ve metabolik sendrom görülme olasılığı artmaktadır. Dolayısıyla vardiyalı çalışma, çalışanların sadece iş hayatlarını değil, genel yaşam kalitelerini ve uzun dönem sağlık durumlarını da doğrudan tehdit etmektedir. Araştırmalar, bu etkilerin temelinde biyolojik ritimlerin bozulması olduğunu göstermektedir. İnsan organizması, gündüz uyanıklık ve gece uyku döngüsü üzerine kurulu bir içsel saate sahiptir. Vardiyalı çalışma, bu doğal döngüyü bozarak bireyin fizyolojik uyumunu olumsuz etkilemektedir. Literatürde bu düzenin tehlikeye girdiği ve vardiyalı çalışmanın zihinsel ve fiziksel sağlık üzerindeki zararlı etkilerinin arkasında biyolojik mekanizmaların yattığı ileri sürülmektedir. Bu günlük ritimler, beyindeki anterior hipotalamusta yer alan suprakiazmatik çekirdek (SCN) tarafından kontrol edilmektedir (Abbott, 2015; Akıncı & Orhan, 2016). Bu noktada, vardiya sistemlerinin çalışan sağlığı üzerindeki etkilerini azaltmak için biyolojik saat dostu uygulamaların önem taşıdığı söylenebilir. Örneğin, uzun süreli gece vardiyalarından kaçınılması, vardiya geçişlerinin düzenli bir döngüde yapılması ve çalışanların yeterli dinlenme sürelerine sahip olmaları bu olumsuz etkileri azaltabilir. Ayrıca işverenlerin, vardiyalı çalışanlarda düzenli sağlık taramaları yapması ve çalışanlara uyku hijyeni konusunda eğitimler vermesi, uzun dönem sağlık risklerini düşürmede kritik bir rol üstlenebilir.

• Psikolojik ve Sosyal Etkiler

Vardiyalı çalışmanın yalnızca fiziksel değil, aynı zamanda psikolojik ve sosyal yaşam üzerinde de olumsuz etkiler yarattığı bilinmektedir. Çeşitli psikosomatik ve psikonörotik şikâyetlerin vardiyalı çalışanlar arasında daha yaygın olduğu bildirilmiştir (Pati et al., 2002). Bu bireyler genellikle daha stresli koşullara maruz kalmakta; aile ve sosyal yaşamlarındaki zorluklarla birleşen bu durum irritabilite, sinirlilik ve kaygı gibi belirtilerin artmasına yol açmaktadır. Yüksek anksiyete düzeyine sahip çalışanlarda stresle başa çıkma becerisinin zayıflaması, psikolojik dayanıklılığın azalması ve ruhsal sorunların daha kolay ortaya çıkması dikkat çekmektedir. Bu bağlamda, vardiyalı çalışmanın ruhsal sorunlara zemin hazırlayan mekanizmasının hem sirkadiyen

ritimdeki senkronizasyon bozukluğu hem de psikososyal stres faktörleri olduğu öne sürülmektedir.

Literatürde vardiyalı çalışanlar arasında depresif bozukluklar, anksiyete bozuklukları, uyku bozuklukları, alkol ve ilaç bağımlılıkları gibi rahatsızlıkların yaygın görüldüğü vurgulanmaktadır (Cole et al., 1990; Sarıcaoğlu et al., 2005; Selvi et al., 2010). Özellikle mevsimsel afektif bozukluğu olan bireylerde gündüz ışığının eksikliğine bağlı olarak duygudurum belirtilerinin alevlenmesi mümkündür (Cole et al., 1990). Gece çalışmasına bağlı uyku yoksunluğu ise unutkanlık, enerji kaybı, dikkat eksikliği ve ilgi kaybına yol açarak depresif bozukluk tablosuna benzeyen bir klinik görünüm oluşturabilmektedir (Scott et al., 1997; Sarıcaoğlu et al., 2005). Uyku sorunları genellikle gündüz aşırı uykululuk veya insomnia şeklinde kendini göstermektedir. Bu durum yalnızca bireyin sağlığını değil, aynı zamanda iş performansını da olumsuz yönde etkilemektedir (Akerstedt, 1988).

Bu nedenle vardiyalı sistemde çalışan bireylerin kronotip özelliklerinin göz önünde bulundurulması önerilmektedir. Örneğin, akşam kronotipine sahip olanların gece vardiyalarında, sabah kronotipine sahip olanların ise gündüz vardiyalarında görevlendirilmesi daha uygun olacaktır (Selvi et al., 2007). Bu yaklaşım hem verimliliği artırabilir hem de psikolojik rahatsızlık riskini azaltabilir.

Vardiyalı çalışmanın bireylerin sosyal yaşamları üzerinde de ciddi etkileri bulunmaktadır. Çalışanlar çoğu zaman ailelerinden ve sosyal çevrelerinden uzak hissetmekte, bu da sosyal izolasyon ve yalnızlık duygusunu artırmaktadır. Ailenin bir üyesi ve bir çalışan olarak farklı roller arasında denge kurmaya çalışmak, rol çatışmalarına ve yetersizlik hissine neden olabilmektedir. Uzun süreli vardiyalı çalışmanın en belirgin sonuçlarından biri tükenmişlik sendromu'dur. Nitekim bir araştırmada vardiyalı çalışanlar, hafta sonları ve özel günlerde çalışmanın sosyal yaşamlarını olumsuz etkilediğini belirtmiştir (Ruggiero & Pezzino, 2006).

Son yıllarda yapılan çalışmalar da bu bulguları desteklemektedir. Vardiyalı çalışan bireylerde stres, tükenmişlik ve iş-aile çatışması gibi psikolojik sorunların yaygın olduğu; biyolojik ritim bozukluklarının ise erken yaşlanma, depresyon ve uyku problemlerine yol açtığı bildirilmektedir (Özesmer, 2024; Değirmencioğlu, 2019). Ayrıca yalnızlık, sosyal izolasyon ve tükenmişlik gibi durumların sıklıkla gözlemlendiği de belirtilmektedir. Kantarcı, Aydın, Tezcan ve Demir (2025) tarafından Adıyaman Havalimanı çalışanları üzerinde yapılan bir araştırmada, demografik faktörlere göre lisans mezunlarının tükenmişlik düzeylerinin diğer gruplara kıyasla daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu bulgu, eğitim düzeyinin de psikolojik etkiler üzerinde belirleyici bir faktör olabileceğini göstermektedir.

Sonuç olarak, vardiyalı çalışma yalnızca fizyolojik değil, aynı zamanda psikolojik ve sosyal boyutlarıyla da çalışan sağlığını tehdit eden bir sistemdir. Bu nedenle, vardiya planlamalarının yapılmasında bireylerin biyolojik, psikolojik ve sosyal özelliklerinin göz önünde bulundurulması; çalışanlara psikososyal destek sağlanması ve aile-iş dengesini koruyacak politikaların geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

- **İş Güvenliği Riskleri**

Vardiyalı çalışma sisteminde iş güvenliği risklerinin artması, literatürde sıkça vurgulanan bir konudur. Çalışanların yetkinliklerine uygun olmayan işlerde görevlendirilmesi, iş kazası ve meslek hastalığı riskini belirgin şekilde artırmaktadır. Özellikle insan-makine-çevre uyumsuzluğu, vardiyalı çalışmanın getirdiği yorgunluk ve dikkat dağınıklığı ile birleştiğinde, iş güvenliği üzerinde ciddi tehditler oluşmaktadır. Yetersiz güvenlik önlemleri, uzun mesai süreleri ve düzensiz vardiyalar, çalışanların iş yükünü artırarak performans düşüşüne ve hata yapma olasılığının yükselmesine neden olmaktadır.

Fiziksel koşulların yetersizliği, ergonomik olmayan çalışma ortamları, iş süreçlerindeki monotonluk ve sosyal ilişkilerdeki problemler de iş kazalarını dolaylı yoldan tetikleyen unsurlar arasındadır. Özellikle gece vardiyalarında artan dikkat kaybı, makinelerle doğrudan temas hâlinde olan çalışanlar için risk faktörünü daha da yükseltmektedir. Bu nedenle vardiyalı çalışanlarda iş güvenliği, yalnızca teknik önlemlerle değil, aynı zamanda biyolojik ritim, uyku düzeni ve psikososyal faktörler göz önünde bulundurularak değerlendirilmelidir.

Sonuç olarak vardiyalı çalışmanın iş güvenliği boyutunda hem fiziksel hem de psikososyal riskler yer almakta olup, iş kazalarını önlemek için vardiya planlamalarının ergonomi ilkelerine göre yapılması, çalışanlara periyodik eğitim verilmesi ve dinlenme sürelerinin titizlikle uygulanması gerekmektedir.

- **Motivasyon ve İş Tatmini Üzerindeki Olumsuz Etkiler**

Vardiyalı çalışma, çalışanların motivasyonunu ve iş tatminini de doğrudan etkilemektedir. Çalışma saatlerinin düzensizliği, sosyal yaşamla uyumsuzluk, aile içi rol çatışmaları ve uyku problemleri çalışanların işe olan bağlılıklarını azaltmaktadır. Özellikle gece vardiyalarında çalışan bireylerin, biyolojik ritimlerinin bozulmasına bağlı olarak düşük motivasyon, performans kaybı ve işe yabancılaşma yaşadıkları sıkça raporlanmıştır.

Ayrıca iş tatminini olumsuz etkileyen faktörler arasında monoton iş süreçleri, yetersiz sosyal destek, iş-aile çatışması ve tükenmişlik sendromu öne çıkmaktadır. Çalışanlar, yoğun iş temposu ve düzensiz vardiyalar nedeniyle kendilerini değer görmeyen, sürekli yorgun ve işine yabancılaşmış bireyler olarak hissedebilmektedir. Bu durum uzun vadede işten ayrılma niyetini artırmakta ve örgütsel bağlılığı zayıflatmaktadır.

Literatürde, vardiyalı çalışmanın motivasyon ve iş tatmini üzerindeki olumsuz etkilerinin, psikolojik faktörler (stres, kaygı, depresyon) ve sosyal faktörler (izolasyon, aile yaşamına uyumsuzluk) ile birlikte değerlendirildiği görülmektedir. Bu bağlamda çalışanların iş tatminini artırmak için, vardiya sistemlerinin çalışan odaklı tasarlanması, sosyal destek mekanizmalarının güçlendirilmesi ve çalışanlara psikolojik destek programlarının sunulması önerilmektedir.

Genel Değerlendirme

Araştırma bulguları, vardiyalı çalışmanın hem avantajlar hem de dezavantajlar açısından kapsamlı bir etki alanına sahip olduğunu göstermektedir. Avantajlar

bölümünde vurgulandığı gibi, vardiyalı çalışma sistemi işletmelerin operasyonel sürekliliğini ve esnekliğini sağlamakta, yoğun iş akışının yönetilmesine olanak tanımakta ve özellikle işsizliğin yüksek olduğu bölgelerde istihdam olanaklarını artırmaktadır (Saraçel, 1987; Yılmaz, 2019). Bu yönleriyle, vardiyalı çalışma hem ekonomik hem de toplumsal açıdan önemli faydalar sunmaktadır.

Diğer yandan, vardiyalı çalışmanın çalışanlar üzerinde oluşturduğu olumsuz etkiler de oldukça belirgindir. Fiziksel sağlık açısından, uyku bozuklukları, metabolik ve kardiyovasküler rahatsızlıklar gibi ciddi riskler söz konusudur (Sönmez et al., 2010; Abbott, 2015; Akıncı & Orhan, 2016). Psikolojik ve sosyal boyutta ise depresyon, anksiyete, stres, tükenmişlik ve sosyal izolasyon gibi olumsuz sonuçlar ortaya çıkmaktadır (Pati et al., 2002; Scott et al., 1997; Özesmer, 2024; Değirmencioğlu, 2019; Kantarcı, Aydın, Tezcan & Demir, 2025). Ayrıca vardiyalı çalışma, iş güvenliği risklerini artırmakta, çalışan motivasyonu ve iş tatmini üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Bu durum, iş kazaları ve örgütsel bağlılık kaybı gibi sonuçlara da yol açabilmektedir.

Araştırma bulgularının bütüncül değerlendirmesi, vardiyalı çalışmanın doğru planlandığında avantaj sağlayan bir sistem olduğunu, ancak **çalışan odaklı önlemler alınmadığında ciddi sağlık ve psikososyal riskler doğurduğunu** ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, vardiya planlamalarının biyolojik ritimlere uygun şekilde yapılması, uyku ve dinlenme sürelerinin optimize edilmesi, psikososyal destek mekanizmalarının güçlendirilmesi ve iş güvenliği önlemlerinin titizlikle uygulanması, olumsuz etkilerin azaltılmasında kritik öneme sahiptir.

Sonuç olarak, vardiyalı çalışma sistemlerinin sürdürülebilir ve verimli olması, yalnızca işletme ihtiyaçlarıyla değil, aynı zamanda çalışan sağlığı, psikolojik dayanıklılığı ve sosyal yaşam dengesi ile de uyumlu hâle getirilmesine bağlıdır. Bu yaklaşım, hem işletme performansını artırmakta hem de çalışanların iş-yaşam dengesini koruyarak uzun vadeli sağlık ve motivasyonlarını desteklemektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu sistematik inceleme, havalimanı çalışanlarının vardiyalı çalışma sistemlerinden kaynaklanan iş-yaşam dengesi ve sağlık üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde değerlendirmiştir. Bulgular, vardiyalı çalışmanın hem avantajlar hem de ciddi dezavantajlar taşıdığını ortaya koymaktadır. Operasyonel süreklilik, esneklik, yoğunluk yönetimi ve istihdam olanakları gibi avantajlar, havacılık sektöründe işlerin kesintisiz yürütülmesi açısından kritik öneme sahiptir. Ancak vardiyalı çalışmanın uyku bozuklukları, kronik yorgunluk, stres, psikolojik rahatsızlıklar, sosyal izolasyon ve iş güvenliği riskleri gibi olumsuz etkileri, çalışan sağlığı ve verimliliği üzerinde belirgin bir tehdit oluşturmaktadır. Bu durum, çalışanların fiziksel ve psikososyal iyilik hâli ile iş performansı arasındaki dengenin önemini vurgulamaktadır.

Araştırma sonuçları doğrultusunda geliştirilmesi gereken öneriler aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

1. Biyolojik Saat Dostu Vardiya Planlaması: Vardiya planlamalarında çalışanların kronotip özelliklerinin dikkate alınması, gece ve gündüz vardiyalarının dönüşümlü ve düzenli bir biçimde uygulanması sağlanmalıdır. Bu yaklaşım, biyolojik ritimlerin bozu-

İmasını azaltarak uyku kalitesini ve çalışan performansını olumlu yönde etkileyebilir. Örneğin, sabah kronotipine sahip çalışanların sabah vardiyalarına, akşam kronotipine sahip olanların ise akşam ve gece vardiyalarına atanması önerilmektedir.

2. Dinlenme ve Uyku Sürelerinin Optimize Edilmesi: Çalışanların vardiya süreleri ve dinlenme araları, uzun vadeli sağlık ve iş-yaşam dengesi açısından optimize edilmelidir. Özellikle uzun süreli gece vardiyalarından kaçınılmalı, vardiya geçişleri planlı ve öngörülebilir olmalıdır. Dinlenme sürelerinin etkin kullanımı, çalışanların tükenmişlik ve yorgunluk düzeylerini azaltacaktır.

3. Psikososyal Destek ve Eğitim Programları: Vardiyalı çalışmanın yol açtığı stres, kaygı ve psikolojik yorgunluk gibi olumsuz etkilerin azaltılması amacıyla çalışanlara psikososyal destek sağlanmalı, stres yönetimi, uyku hijyeni ve psikolojik dayanıklılık konularında eğitim programları düzenlenmelidir. Bu programlar, çalışanların psikolojik sağlıklarını koruyarak motivasyon ve iş tatminini artırabilir.

4. İş Güvenliği Önlemlerinin Güçlendirilmesi: Vardiyalı çalışma, iş kazaları ve meslek hastalıkları açısından riskleri artırmaktadır. Bu nedenle ergonomik çalışma ortamları sağlanmalı, iş süreçleri gözden geçirilmeli ve güvenlik eğitimleri düzenli olarak uygulanmalıdır. Yorgunluk ve dikkat kaybının iş kazalarına etkisi göz önünde bulundurularak, vardiya planlamaları ve iş yükü dağılımı buna göre optimize edilmelidir.

5. Esnek ve İhtiyaca Uygun Vardiya Uygulamaları: Çalışanların iş-yaşam dengesi ve biyolojik ritimleri göz önünde bulundurularak esnek vardiya uygulamaları hayata geçirilmelidir. Yoğun yolcu trafiği veya operasyonel değişiklikler gibi durumlarda esnek planlama, hem hizmet kalitesini koruyacak hem de çalışan memnuniyetini artıracaktır.

6. İnsan Kaynakları Politikalarının Yeniden Değerlendirilmesi: Havacılık sektöründe insan kaynakları stratejileri, vardiyalı çalışma sistemlerinin sürdürülebilirliği ve çalışan sağlığının korunması açısından gözden geçirilmelidir. İşe alım, eğitim, performans yönetimi ve destek programları, çalışan odaklı bir yaklaşım çerçevesinde yeniden yapılandırılmalıdır.

7. Uzun Dönem Sağlık İzleme ve Risk Değerlendirmesi: Vardiyalı çalışmanın uzun vadeli sağlık etkilerini değerlendirmek amacıyla periyodik sağlık taramaları ve risk analizleri yapılmalıdır. Kronik hastalıklar, metabolik ve kardiyovasküler riskler düzenli olarak izlenmeli; erken müdahale ve önleyici programlar uygulanmalıdır.

8. Sektörel ve Politik Önlemler: Vardiyalı çalışma uygulamalarının olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla sektör çapında standartlar oluşturulabilir. İşverenler, çalışanların biyolojik, psikolojik ve sosyal ihtiyaçlarını gözeten politika ve prosedürleri benimsemelidir. Bu yaklaşım, hem çalışan sağlığını koruyacak hem de işletme performansının sürdürülebilirliğini sağlayacaktır.

Sonuç olarak, vardiyalı çalışma sistemleri havalimanı operasyonları için kaçınılmaz olsa da, çalışan odaklı önlemler alınmadığı takdirde ciddi sağlık, psikolojik ve sosyal riskler ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, sistematik planlama, biyolojik ve psikososyal ihtiyaçların gözetilmesi, dinlenme sürelerinin optimize edilmesi ve destekleyici programların uygulanması, hem işletme performansını artıracak hem de çalışanların

iş-yaşam dengesini ve uzun vadeli sağlık durumunu iyileştirecektir. Bu bağlamda, havacılık sektöründe vardiyalı çalışma sistemlerinin sürdürülebilir ve verimli hale gelmesi, yalnızca operasyonel gerekliliklerle değil, aynı zamanda çalışan sağlığı ve motivasyonu ile de uyumlu olmasına bağlıdır.

KAYNAKÇA

- Abbott, S. M., Reid, K. J., & Zee, P. C. (2015). Circadian rhythm sleep-wake disorders. *Psychiatric Clinics of North America*, 38(4), 805–823.
- Akgöl, A. (2010). *Vardiyalı çalışanlarda örgüte bağlılık* (Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Akıncı, E., & Orhan, F. E. (2016). Sirkadiyen ritim uyku bozuklukları. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar-Current Approaches in Psychiatry*, 8, 178–189.
- Åkerstedt, T. (1988). Sleepiness as a consequence of shift work. *Sleep*, 11(1), 17–34.
- Avcıkaya, D. (2016). *Vardiya çalışma düzeni ile çalışanların beslenme alışkanlıklarının incelenmesi* (Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ev Ekonomisi Anabilim Dalı).
- Çavdar, U., Manyaslı, M., Akkaya, E., Sevener, D., & Tüfekçi, Z. (2022). Yaşanan iş kazalarının kaza saatlerine ve cinsiyete göre istatistiki olarak değerlendirilmesi ve yorumlanması. *International Journal of Engineering Research and Development*, 14(1), 360–368.
- Cole, R. J., Loving, R. T., & Kripke, D. F. (1990). Psychiatric aspects of shiftwork. *Occupational Medicine*, 5, 301–314.
- Değirmencioglu, M. (2019). Vardiyalı çalışma sistemi çalışanlar için ne kadar iyi? *Journal of Aviation*, 3(2), 113–121. <https://doi.org/10.30518/jav.591364>
- İncir, G. (1998). *Çoklu vardiya çalışmasının ergonomik tasarımı*. MPM Yayınları.
- Karaca, A., & Uzun, F. (2021). Vardiyalı çalışan personelin iş-aile çatışma düzeyinin belirlenmesi: Elazığ Havalimanı örneği. *Uluslararası İktisadi ve İdari Akademik Araştırmalar Dergisi*, 1(2), 1–22.
- Kantarıcı, H., Aydın, A. E., Tezcan, H., & Demir, T. C. (2025). Havacılık sektörü çalışanlarının tükenmişlik düzeylerinin demografik faktörlere göre incelenmesi: Adıyaman Havalimanı örneği. *İstanbul Esenyurt Üniversitesi İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 1–19. <https://doi.org/10.61349/iesbad.1663177>
- Koç, M. (2017). *Vardiyalı çalışma sisteminin çalışan motivasyonu üzerine etkisi: Özel güvenlik personeli üzerine bir uygulama* (Yüksek lisans tezi, İstanbul Gelişim Üniversitesi).
- Kazancı, Y. E. (2016). Gece vardiyasının işçiler üzerinde yarattığı fizyolojik, psikolojik, sosyolojik ve iş kazası etkilerine ilişkin bir alan araştırması (Yüksek lisans tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi).
- Korkusuz, R. (2005). Vardiyalı (postalar halinde) çalışma ve Türk iş hukuku'ndaki düzenlemesi. *Gazi Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 9(1–2), 68–85.
- Özesmer, İ. (2024). *Vardiyalı çalışan özel güvenlik görevlilerinin uyku kalitesi ve stres düzeylerinin ruhsal durumlarıyla ilişkisi* (Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi).
- Pati, A. K., Chandrawshi, A., & Reinberg, A. (2002). Shift work: Consequence and management. *Current Science*, 81, 32–47.
- Ruggiero, J. S., & Pezzino, J. M. (2006). Nurses' perceptions of the advantages and disadvantages of their shift and work schedules. *Journal of Nursing Administration*, 36(9), 450–453.
- Saraçel, N. (1986). Gece çalışması ve Türk iş hukukunda gece çalışmasının düzenlenme esasları (Doktora tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Sarıcaoğlu, F., Akıncı, S. B., Gözaçan, A., Güner, B., Rezaki, M., & Aypar, Ü. (2005). Gece ve gündüz vardiyalı çalışmasının bir grup anestezi asistanının dikkat ve anksiyete düzeyleri üzerine etkisi. *Türk Psikiyatri Dergisi*, 16, 106–112.
- Scott, A. J., Monk, T. H., & Brink, L. L. (1997). Shiftwork as a risk factor for depression: A pilot study. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 2(2), 2–9.
- Selvi, Y., Gulec, M., Agargun, M. Y., & Besiroglu, L. (2007). Mood changes after sleep deprivation in morningness-eveningness chronotypes in healthy individuals. *Journal of Sleep Research*, 16, 241–244.
- Selvi, Y., Özdemir, P. G., Özdemir, O., Aydın, A., & Beşiroğlu, L. (2010). Sağlık çalışanlarında vardiyalı çalışma sisteminin sebep olduğu genel ruhsal belirtiler ve yaşam kalitesi üzerine etkisi. *Dusunen Adam*, 23, 238–243.
- Sönmez, S., Ursavaş, A., Uzaslan, E., Ediger, D., Karadağ, M., & Gözü, R. O. et al. (2010). Vardiyalı çalışan hemşirelerde horlama, uyku bozuklukları ve iş kazaları. *Türk Toraks Dergisi*, 11, 105–108.
- Vernikovskiy, V. A., Pease, V. L., Vernikovskaya, A. E., Romanov, A. P., Gee, D. G., & Travin, A. V. (2003). First report of early Triassic A-type granite and syenite intrusions from Taimyr: Product of the northern Eurasian superplume? *Lithos*, 66, 23–36.
- Yılmaz, Ç. (2016). *Havacılık sektöründe vardiyalı ve normal mesaili çalışanların bazı demografik değişkenlere göre SCL-90 açısından incelenmesi* (Yüksek lisans tezi, Çag Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).

DİJİTAL GİRİŞİMCİLİK ALANINDA ARAŞTIRMA EĞİLİMLERİ: BİBLİYOMETRİK BİR ANALİZ

Arş. Gör. Dr. Oğuzhan Kodalak

Necmettin Erbakan Üniversitesi

Öğr. Gör. Mehmet Yasin Özsağlam

Necmettin Erbakan Üniversitesi

ÖZET

Dijital girişimcilik, yeni iş modellerinin geliştirilmesi, uygulanması ve değer yaratılması süreçlerinde merkezi bir rol oynayan bir dizi dijital faaliyet olarak tanımlanabilir. Dijital girişimcilik, internet, sosyal medya, mobil uygulamalar, büyük veri, yapay zekâ ve blok zinciri gibi teknolojilerin kullanımıyla geleneksel girişimcilik yaklaşımlarından ayrılır. Bu, girişimcilerin küresel pazarlara daha hızlı erişmelerini ve yenilikçi yöntemlerle tüketiciler için dönüştürücü deneyimler yaratmalarını kolaylaştırmaktadır. Dijital bağlamlarda yenilikçi iş yaklaşımlarının ortaya çıkışı, pandemiden sonra dijital dönüşümün hızlı ilerlemesi ve gelişmekte olan ekonomilerdeki kurumsal eşitsizliklerin dijital yöntemlerle düzeltilmesi, bu alana artan ilginin altında yatan gerekçeyi desteklemektedir. Sonuç olarak, dijital girişimcilik çağdaş dönemde çok katmanlı, dinamik ve çok disiplinli bir araştırma ve uygulama alanı olarak kabul edilmektedir. Bu kapsamda, 2021-2025 döneminde İşletme, Yönetim ve Muhasebe alanlarında yayınlanan toplam 173 İngilizce makale analiz edilmiştir. Bu çalışma Scopus veri tabanını kullanmış ve veriler Biblioshiny (R Studio) aracılığıyla bibliyometrik yöntemler kullanılarak analiz edilmiştir. Bu çalışmanın üç amacı vardır: ilk olarak, mevcut eğilimleri ortaya koymak; ikinci olarak, alanın kavramsal ve metodolojik gelişimini haritalandırmak ve üçüncü olarak, gelecekteki araştırmalar için bir kılavuz çerçeve sağlamaktır. Bulgular, önemli bir büyüme ve dinamizm olduğunu göstermektedir. Yayın hacmi 2023 ve 2024 yıllarında zirveye ulaşmıştır; yayın başına ortalama atıf sayısının yüksek olması, bu alandaki araştırmaların bilim camiası tarafından olumlu karşılandığını göstermektedir. En çok atıf alan çalışmalar arasında Nambisan & Baron (2021), Modgil vd. (2022), Paul vd. (2023) ve Soluk et al. (2021) bulunmaktadır. Bu çalışmalar, farklı boyutlarda bu alanın gelişimine yön vermektedir. En fazla katkı sağlayan kurumlar incelendiğinde, Duisburg-Essen Üniversitesi (N=8) yayın sayısı açısından ilk sırada yer almıştır ve diğer üniversitelerle arasında önemli bir fark gözlemlenmiştir. Bulgular hem akademik literatür hem de politika yapımcılar için dikkate değer içgörüler sağlamaktadır. Akademik açıdan, çalışma gelecekteki araştırmaların daha ayrıntılı olarak ele alabileceği kavramsal boyutlar için bir kılavuz çerçeve sunmaktadır. Uygulamalı bir bakış açısıyla, dijital girişimciliğin gelişiminin

yalnızca teknolojik yatırımlara bağılı olmadığını, kurumsal destek mekanizmaları, girişimcilik eğitimi ve sosyoekonomik politikalarla da güçlendirilebileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Dijital Dönüşüm, Dijital Girişimcilik, Dijitalleşme

ABSTRACT

Digital entrepreneurship can be defined as a set of digital activities that play a central role in the processes of developing, implementing, and creating value for new business models. Digital entrepreneurship is distinguished from traditional entrepreneurial approaches by its utilisation of technologies such as the internet, social media, mobile applications, big data, artificial intelligence, and blockchain. This facilitates entrepreneurs in accessing global markets with greater expediency and engendering transformative experiences for consumers through innovative means. The emergence of innovative business approaches in digital contexts, the rapid acceleration of digital transformation following the pandemic, and the use of digital methods to address institutional inequalities in developing economies all support the rationale behind the growing interest in this field. Consequently, digital entrepreneurship is regarded as a multi-layered, dynamic and multidisciplinary field of research and application in the contemporary era. In this context, a total of 173 English articles published in the fields of Business, Management, and Accounting during the 2021–2025 period were analysed. The present study utilised the Scopus database, and the data were analysed using bibliometric methods via Biblioshiny (R Studio). The purpose of this study is threefold: first, to reveal current trends; second, to map the conceptual and methodological development of the field; and third, to provide a guiding framework for future research. The findings indicate significant growth and dynamism. Publication volume peaked in 2023 and 2024; the high average number of citations per publication indicates that research in this field has been well received by the scientific community. The most cited studies include Nambisan & Baron (2021), Modi et al. (2022), Paul et al. (2023), and Soluk et al. (2021). These studies guide the development of the field in different dimensions. When examining the institutions that contributed the most, the University of Duisburg-Essen (N=8) ranked first in terms of publications, with a significant difference observed between it and other universities. The findings provide noteworthy insights for both the academic literature and policymakers. From an academic perspective, the study provides a guiding framework for conceptual dimensions that future research can address in greater detail. From an applied perspective, it reveals that the development of digital entrepreneurship is not solely dependent on technological investments; it can also be strengthened by institutional support mechanisms, entrepreneurship education, and socio-economic policies.

Keywords: Digital Transformation, Digital Entrepreneurship, Digitalization

GİRİŞ

Dijital devrim, ekonomik ve toplumsal yapıları kökten dönüştürmüştür; işletmelerin, bireylerin ve kurumların iş çözümlerini yeniden şekillendirmiştir. İnternet teknolojilerinin yaygınlaşması, mobil uygulamalar ve mobil cihazların günlük yaşamın ayrılmaz bir parçası haline gelmesi, bunun yanı sıra Yapay Zekâ (AI), Büyük Veri (Big Data), Bulut

Bilişim (Cloud Computing) ve Blok Zinciri (Blockchain) gibi yenilikçi teknolojilerin hızla gelişmesi, girişimcilik kavramına da yeni bir boyut kazandırmıştır (Nambisan, 2017; Kraus vd., 2023). Bu bağlamda ortaya çıkan dijital girişimcilik (digital entrepreneurship), yalnızca dijital teknolojilerin kullanıldığı bir iş modeli değil, aynı zamanda değer yaratma, yenilik geliştirme ve rekabet avantajı elde etme biçimlerinin yeniden tanımlandığı bir dönüşüm sürecidir (Hull vd., 2007; Nambisan & Baron, 2021).

Dijital girişimcilik, geleneksel girişimcilik anlayışından farklı olarak fiziksel sermayenin yanında dijital altyapıya, bilgiye ve ağ temelli etkileşimlere dayanmaktadır (Hair vd., 2021). Bu durum, özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelerin küresel pazarlara erişimini kolaylaştırmakta, yenilikçi fikirlerin hızlı biçimde ticarileştirilmesini sağlamaktadır (Leick & Aldogan Eklund, 2021). Ayrıca, sosyal medya ve dijital platformların yaygınlaşması, girişimcilerin tüketicilerle doğrudan etkileşime girmesini ve yeni değer önerilerini gözlemlenmesini ve geliştirmesini mümkün kılmıştır (Soluk vd., 2021; Song vd., 2025). Böylece dijital girişimcilik, sadece ekonomik değil, aynı zamanda sosyal inovasyon, sürdürülebilir kalkınma ve kültürel dönüşüm süreçlerinin de temel bir bileşeni haline gelmiştir. Pandemi süreci, dijital girişimciliğin önemini daha da artırmıştır. Covid-19'un neden olduğu küresel kriz, uzaktan çalışma, e-ticaret, dijital sağlık ve çevrim içi eğitim gibi alanlarda hızlı bir dijitalleşmeyi tetiklemiş ve yeni iş fırsatlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur (Modgil vd., 2022; Kraus vd., 2023). Özellikle gelişmekte olan ekonomilerde, dijital araçlar sayesinde girişimciler kurumsal boşlukları dijital yöntemlerle aşabilmiş ve yenilikçi çözümler geliştirmiştir (Soluk vd., 2021). Bu süreç, dijital girişimciliğin yalnızca kriz dönemlerinde geçici bir çözüm değil, aynı zamanda uzun vadeli ekonomik direncin bir aracı olduğunu göstermektedir (Purnomo vd., 2020). Dijital girişimcilik araştırmaları, disiplinler arası bir karaktere sahiptir. Bilgi sistemleri, yönetim, pazarlama, inovasyon ve eğitim alanlarını birleştiren bu yaklaşım, akademik literatürde giderek genişleyen bir araştırma alanı yaratmıştır (Sánchez-García vd., 2024; Sitaridis & Kitsios, 2024). Nambisan (2017), dijital girişimciliği "dijital teknolojilerin girişimsel süreçlerin tüm aşamalarına entegrasyonu" olarak tanımlayarak, bu olgunun girişimcilik araştırmalarında yeni bir paradigma sunduğunu vurgulamaktadır. Bu paradigma, iş modeli inovasyonu, dijital dönüşüm ve platform ekonomileri gibi kavramlarla yakından ilişkilidir (Hull vd., 2007).

LİTERATÜR TARAMASI

Son yıllarda yapılan bibliyometrik analizler, dijital girişimcilik alanında hızlı bir yayın artışı olduğunu göstermektedir. Paul vd. (2023) tarafından yapılan sistematik incelemede, 2010 sonrası dönemde bu alandaki bilimsel üretimin özellikle pandemi sonrasında ivme kazandığı; yayın sayısı, atıf düzeyi ve uluslararası iş birliği oranlarının belirgin şekilde arttığı belirtilmiştir. Benzer biçimde, Fadillah vd. (2024) çalışması da 2020-2024 döneminde dijital girişimcilik konulu yayınların yıllık ortalama %15 oranında arttığını ve kavramsal çeşitliliğin genişlediğini ortaya koymaktadır. Dijital girişimcilik yalnızca teknolojik bir olgu olarak değil, aynı zamanda davranışsal ve kurumsal bir fenomen olarak da ele alınmalıdır. Nambisan & Baron (2021), dijital girişimcilerin karşılaştıkları rol çatışması ve stresin girişim performansı üzerindeki etkisini inceleyerek, dijital girişimcilik ekosistemlerinde psikolojik faktörlerin önemine dikkat çekmiştir. Benzer şekilde, Al-Mamary & Alraja (2022), dijital girişimcilik niyetini açıklamak için Planlı Davranış Teorisi (TPB) modelini kullanmış ve dijital becerilerin

girişim ve davranış üzerindeki belirleyici rolünü vurgulamıştır. Bu tür çalışmalar, dijital girişimciliğin sadece teknolojik bir yenilik süreci değil, aynı zamanda bireysel motivasyonlar, toplumsal normlar ve kurumsal destek mekanizmalarıyla şekillenen çok boyutlu bir süreç olduğunu göstermektedir (Maldonado-González vd., 2025; Mohamad vd., 2025). Gelişmekte olan ülkelerde dijital girişimcilik, ekonomik kalkınmanın ve sosyal kapsayıcılığın önemli bir aracı olarak değerlendirilmektedir. Özellikle kadın girişimciler ve genç nüfus için dijital platformlar, düşük maliyetli girişim olanakları ve yeni gelir kaynakları yaratmaktadır. Bu çalışma, dijital girişimcilik literatüründeki mevcut eğilimleri, kavramsal gelişmeleri ve metodolojik yaklaşımları analiz ederek, alandaki bilimsel üretkenliği değerlendirmeyi amaçlamaktadır. 2021-2025 yılları arasında Scopus veri tabanında yayımlanan 173 İngilizce makalenin bibliyometrik analizine dayanan bu çalışma, dijital girişimcilik alanının yapısal özelliklerini ortaya koymakta ve gelecekteki araştırmalara kavramsal bir çerçeve sunmaktadır. Bulgular, dijital girişimciliğin giderek artan bir akademik ilgi gördüğünü, güçlü uluslararası iş birlikleriyle desteklendiğini ve dijital dönüşüm politikalarının temel bileşeni haline geldiğini göstermektedir. Bu bağlamda dijital girişimcilik, çağdaş ekonomilerin yenilik kapasitesini artıran, bilgi temelli kalkınmayı destekleyen ve toplumsal dönüşümleri yönlendiren stratejik bir araştırma alanı olarak değerlendirilmektedir. Gelecekteki çalışmaların dijital girişimcilik ekosistemlerinde sürdürülebilirlik, etik sorunlar, yapay zekâ destekli karar süreçleri ve dijital beceri uçurumları gibi temalara odaklanması, alanın derinleşmesi açısından önem taşımaktadır (Tangri vd., 2023; Judijanto & Arfiansyah, 2024).

METODOLOJİ

Literatür taraması mevcut bilgi birikimindeki boşlukların belirlenmesi ve ilgili alanın gelişiminin sistematik olarak değerlendirilmesi amacıyla kullanılan temel yöntemlerden birisidir (Tranfield vd., 2003). Bu yöntemin temel amacı, ilgili araştırma alanındaki bilgi birikimini sistematik olarak analiz ederek, bibliyometrik analiz kapsamında değerlendirilen istatistiksel yöntemler vasıtasıyla alanın yapısal özelliklerini yansıtan değişkenlerin belirlenmesini sağlamaktır. Bu çalışmada bibliyometrik analiz sürecini göstermek amacıyla Scopus veri tabanından “Dijital Girişimcilik” yazılarak tarama işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda çalışmada bazı kısıtlar uygulanmıştır. İlk olarak 15.08.2025 tarihinde 2021-2025 yılları arasındaki “İşletme, Yönetim ve Muhasebe” alanlarındaki İngilizce olarak yapılan çalışmalar dikkate alınmıştır. Dolayısıyla başlangıçta 260 olan çalışma sayısı 173’e düşürülerek veri temizleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Sonrasındaki süreçte Scopus veri tabanından ilgili makaleler Bibtext formatında indirilerek R programına entegre olan R Studio programı yardımıyla analiz edilmiştir. Araştırma sürecinde aşağıdaki sorulara yanıtlar aranmıştır.

- Scopus veri tabanında “Dijital Girişimcilik” kavramına ilişkin en fazla atıf alan yazarlar kimlerdir?
- Scopus veri tabanında “Dijital Girişimcilik” kavramına ilişkin sorumlu yazarların ülkeleri nelerdir?
- Scopus veri tabanında 2021-2025 yılları arasında “Dijital Girişimcilik” kavramına ilişkin yıllık bilimsel üretim nasıldır?

- Scopus veri tabanında “Dijital Girişimcilik” kavramına ilişkin en ilişkili kurumlar hangileridir?

BULGULAR

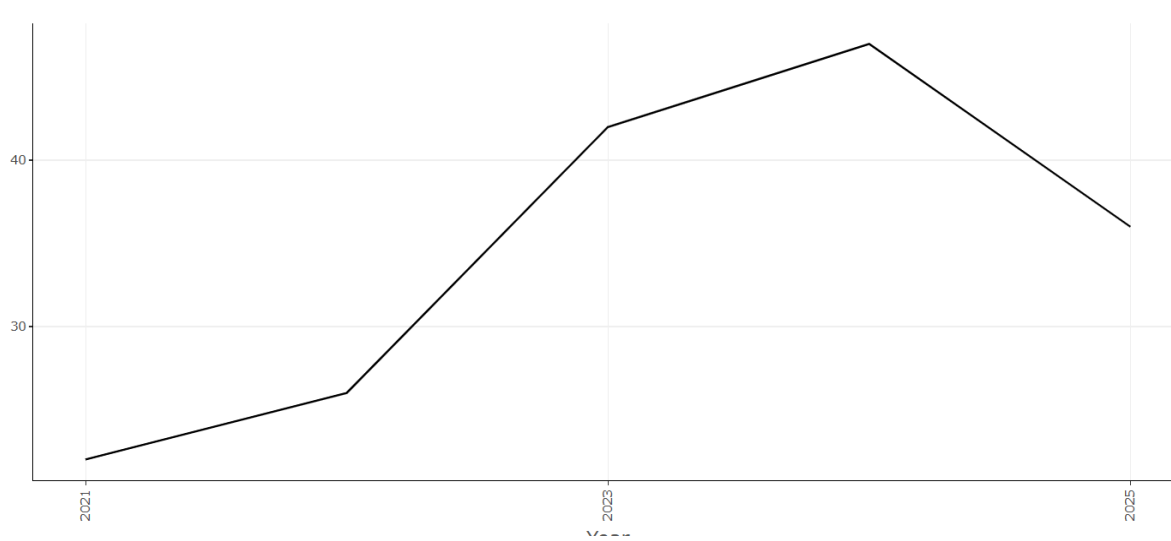
Bu kısımda “Dijital Girişimcilik” kavramına ilişkin elde edilen veriler yardımıyla gerçekleştirilen çeşitli analizlere yer verilmiştir. Bu doğrultuda ilk olarak “Dijital Girişimcilik” kavramına ilişkin genel bulgular değerlendirilmiştir.



Şekil 1. Dijital inovasyon kavramına ilişkin temel göstergeler

2021–2025 yılları arasındaki “dijital inovasyon” kavramına ilişkin akademik üretkenliği özetleyen bu görsel, disiplinler arası iş birliği, yayın sayısı ve etki düzeyine dair önemli göstergeler sunmaktadır. Şekil 1. İncelendiğinde Toplamda 173 belge 129 farklı kaynaktan yayımlanmış olup, bu yayınlar 428 farklı yazar tarafından üretilmiştir. Yayın başına ortalama 2.8 ortak yazar bulunması, çalışmalarda güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bu durum, uluslararası iş birliklerinin de dikkate değer bir düzeyde olduğunu (yaklaşık %24.28) ortaya koymaktadır. Yine de sadece 21 yayının tek yazarlı olması, kolektif araştırmanın bu dönemde daha etkin olduğunu desteklemektedir.

Akademik üretimde yıllık %13,1 oranında bir büyüme kaydedilmiştir ki bu, alanın dinamizmini ve giderek artan ilgi düzeyini göstermektedir. Yayınların yaş ortalaması 1,72 yıl olup, bu çalışmaların yeni ve güncel olduğunu göstermektedir. Öte yandan, belge başına ortalama 14.51 atıf alınması, bu yayınların akademik topluluk içinde dikkate değer bir etki oluşturduğunu ortaya koymaktadır. 523 anahtar kelime ile literatürde önemli bir kavramsal çeşitlilik sağlanmıştır. Elde edilen veriler neticesinde yayın profili; güçlü iş birlikleri, artan yayın hacmi ve yüksek atıf etkisi ile dikkat çeken, canlı ve üretken bir akademik ortam olduğu sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 2. Yıllık bilimsel üretim

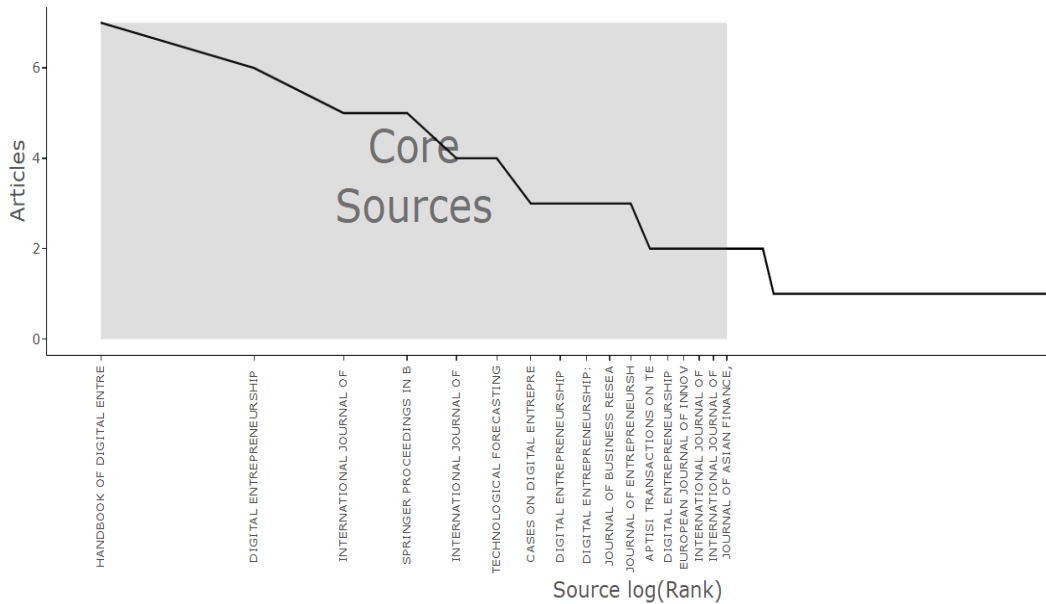
2021–2025 yıllarını kapsayan grafik, incelenen dönemdeki akademik yayın üretiminin niceliksel değişimini ortaya koymaktadır. 2021 yılında yaklaşık 22 yayınlı başlayan süreç, 2022 yılında sınırlı bir artış göstererek 25 yayına ulaşmıştır. Bu erken dönem, literatürde istikrarlı fakat düşük yoğunluklu bir üretim temposunu yansıtmaktadır. 2023 yılı itibarıyla yayın sayısında dikkat çekici bir artış gözlemlenmiş; yaklaşık %68'lik bir sıçramayla 42 yayına ulaşılmıştır. Bu durum, alana yönelik akademik ilginin arttığını, araştırma fonlarında genişleme yaşandığını veya bilimsel topluluğun daha fazla iş birliğiyle üretim gerçekleştirdiğini düşündürmektedir.

2024 yılı, söz konusu artış eğiliminin sürdüğü ve yayın sayısının yaklaşık 47 ile zirveye ulaştığı bir dönem olarak öne çıkmaktadır. Bu yıl, alanın üretim kapasitesinin en yüksek düzeye eriştiğini ve bilimsel faaliyetlerin yoğunlaştığını göstermektedir. Ancak 2025 yılında yayın sayısında kayda değer bir azalma meydana gelmiş ve bu sayı 35'e gerilemiştir. Bu düşüş, 2025 yılına ait verilerin henüz tam olarak derlenmemiş olmasından kaynaklanabileceği gibi, alandaki üretim ivmesinde yapısal bir yavaşlamanın da işareti olabileceğini düşündürmektedir. Genel olarak grafik, 2021–2024 arasında belirgin bir artış eğilimi sergileyen bir yayın performansına işaret ederken, 2025 yılındaki düşüş, veri bütünlüğü ve sürdürülebilir akademik üretkenlik açısından dikkatle değerlendirilmesi gereken bir kırılma noktası oluşturmaktadır. Bu durum, uzun vadeli bilimsel trendlerin sağlıklı analiz edilebilmesi için bahsedilen zaman serisinin tamamlanmasını ve daha ayrıntılı bağlamsal incelemelerin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bahsedilen dönem detaylı olarak incelendiğinde dijital girişimcilik kavramının 2016 yılında dijital dönüşüm, yenilikçi girişim (Jawad vd., 2021; Leick & Aldogan Eklund, 2021), 2022 yılında iş modeli inovasyonu (Kraus vd., 2023), 2023 yılında yıkıcı inovasyon, dijital inovasyon (Kraus vd., 2023; Tangri vd., 2023). 2024 yılında girişimcilik eğitimi, girişimcilik (Sánchez-García vd., 2024; Sitaridis & Kitsios, 2024), 2025 yılında dijital okuryazarlık, kurumsal destek, kadın dijital girişimciliği (Maldonado-González vd., 2025; Mohamad vd., 2025; Song vd., 2025). Konularının sıklıkla çalışıldığı görülmüştür.



Şekil 3. En ilişkili kaynaklar

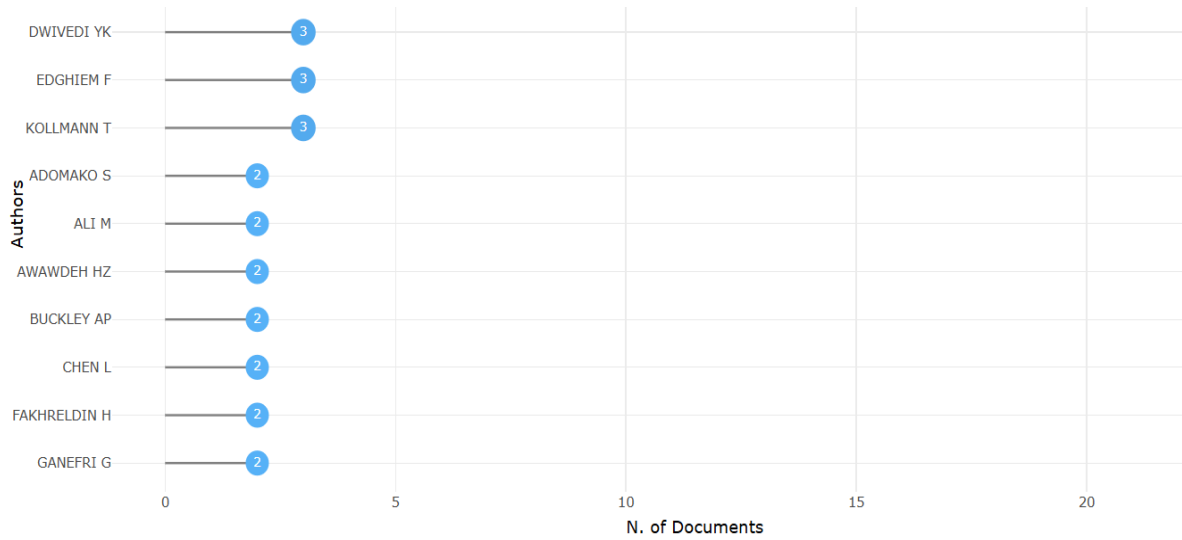
Şekil 3'te dijital girişimcilik alanında yayımlanan belgelerin hangi kaynaklarda yoğunlaştığı gösterilmektedir. Şekil incelendiğinde Handbook of Digital Entrepreneurship (n=7) ve Digital Entrepreneurship and Co-Creating Value (n=6) en fazla yayın yapılan kaynaklar olarak öne çıkmaktadır. Bu durum, söz konusu yayınların alanda temel başvuru eserleri olarak kullanıldığını ve dijital girişimcilik literatürüne yön verici nitelikte olduklarını göstermektedir. Bunun yanı sıra, International Journal of Entrepreneurial Behaviour ve Springer Proceedings in Business and Economics (n=5) dokümanla önemli katkılar sunmaktadır. Bu dergiler hem teorik çerçeveler hem de uygulamalı araştırmalar açısından dijital girişimcilik çalışmalarının akademik temellerini güçlendirmektedir. Ayrıca, International Journal of Management Education ve Technological Forecasting and Social Change dergisinin (n=4) belge ile literatürde yer bulması, dijital girişimciliğin yalnızca girişimcilik ve işletme disiplini içinde değil, aynı zamanda teknoloji ve yönetim eğitimi bağlamında da önem kazandığını göstermektedir.



Şekil 4. Bradford's yasası

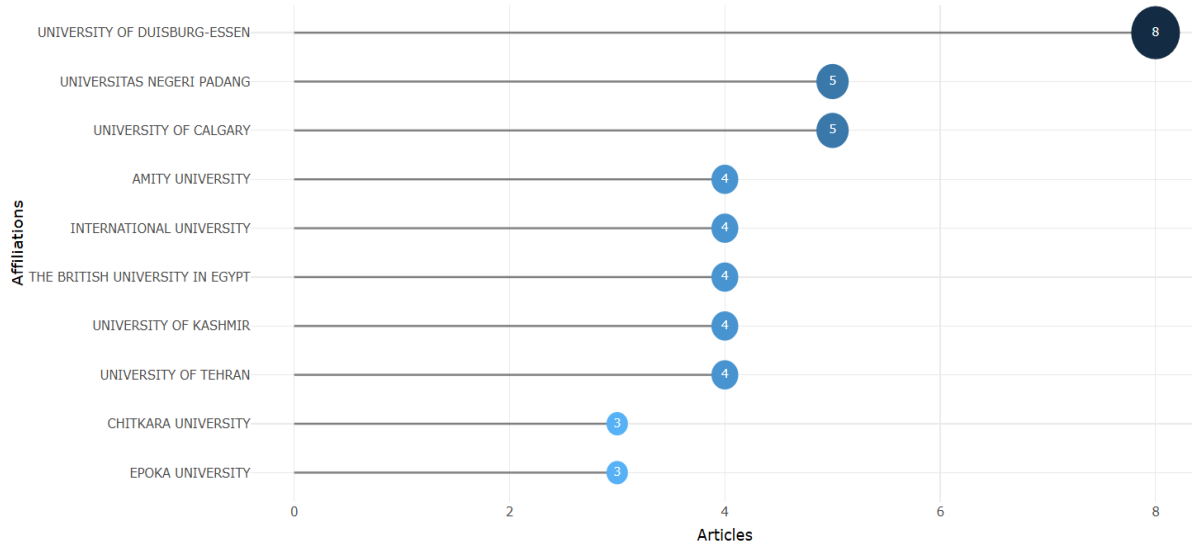
Bradford 'un dağılma yasası, dergilerde yayımlanan makalelerin sayısı arasındaki nicel ilişkiyi açıklayan teorik bir çerçeve sunmaktadır (Borgohain vd., 2021). Bradford yasasına göre ilgili çalışmaları yayımlayan dergiler hemen hemen eşit olarak üç bölgeye ayrılmaktadır (Yazdi vd., 2023). Bradford yasasına göre belirli bir konu hakkındaki çalışmalara gelen atıfların birinci bölgede yer alan sınırlı sayıda çekirdek dergiden geldiği görülürken ikinci bölgede aynı sayıda atıfa ulaşmak için daha fazla dergiye ihtiyaç duyulacak ve üçüncü bölgede daha fazlası gerekmektedir (Venable vd., 2014).

Dijital girişimcilik kavramına ilişkin yapılan inceleme sonucunda, Handbook of Digital Entrepreneurship (n=7), Digital Entrepreneurship and Co-Creating Value Through Digital Encounters (n=6), International Journal of Entrepreneurial Behaviour and Research (n=5), Springer Proceedings in Business and Economics (n=5) ve International Journal of Management Education (n=4) gibi yayınların çekirdek kaynaklar arasında yer aldığı tespit edilmiştir. Toplamda 58 makale incelenmiş olup, bunların 17'si çekirdek literatürü oluşturmaktadır.



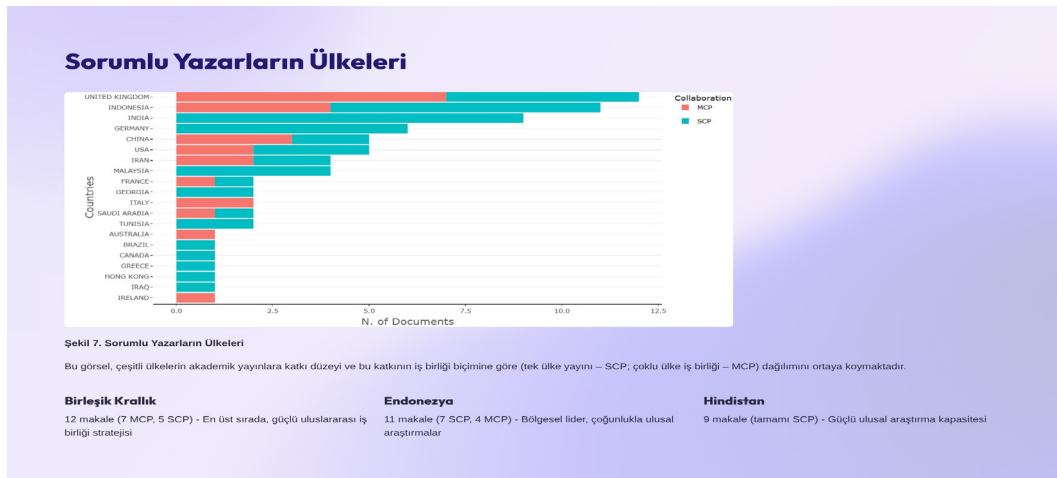
Şekil 5.En ilişkili yazarlar

Grafik incelendiğinde, Dwivedi Y.K., Edgheim F. ve Kollmann T.'nin (n=3) yayınlara en üretken yazarlar arasında öne çıktığı görülmektedir. Bu isimler, alanın gelişiminde öncü katkılar sağlayan ve literatürde sıkça atıf alan araştırmacılar arasında değerlendirilebilirler. Adomako S., Ali M., Awawdeh H.Z., Buckley A.P., Chen L., Fakhreldin H. ve Ganefri G. (n=2) yayınlara katkı sağlamış olup, alandaki bilimsel üretimin çeşitlenmesine katkıda buldukları söylenebilir.



Şekil 6. En ilişkili kurumlar

En fazla katkı sağlayan kurumlar, University of Duisburg-Essen (n=8) yayın ile ilk sırada yer alırken diğer üniversitelerle arasında belirgin bir fark oluşmuştur. Onu (n=5) yayın ile Universitas Negeri Padang ve University of Calgary izlemektedir. Orta seviyede katkı sağlayan üniversiteler arasında Amity University, International University, The British University in Egypt, University of Kashmir ve University of Tehran yer almakta olup, her biri (n=4) yayın ile katkı sunmuştur. En az katkı verenler ise (n=3) yayın ile Chitkara University ve Epoka University olmuştur. Bu dağılım, bilimsel üretkenliğin kurumlar arasında gösterdiği farklılığı ortaya koymaktadır. Özellikle Duisburg-Essen Üniversitesi'nin lider konumu, bu kurumda ya çok aktif bir araştırma ekibinin olduğunu ya da söz konusu çalışmada merkezi bir pozisyonda olduğunu göstermektedir. Öte yandan, gelişmekte olan ülkelerden üniversitelerin listede yer alması, küresel araştırma sahnesinde görünürlüklerinin arttığını ve uluslararası yayınlarda daha fazla yer bulduklarına işaret etmektedir. Akademik açıdan değerlendirildiğinde, bu tablo potansiyel iş birliği yapılabilecek kurumları belirlemek ve uluslararası akademik ağları stratejik olarak genişletmek için önemli bilgiler sunmaktadır.



Şekil 7. Sorumlu yazarların ülkeleri

Şekil incelendiğinde çeşitli ülkelerin akademik yayınlara katkı düzeyi ve bu katkının iş birliği biçimine göre (tek ülke yayını – SCP; çoklu ülke iş birliği – MCP)

dağılımı görselleştirilmiştir. Bu bağlamda en fazla yayına sahip ülke Birleşik Krallık olup, yaklaşık (n=12) makale ile en üst sırada yer almaktadır. Dikkat çekici şekilde, bu üretkenliğin önemli bir kısmı MCP (n=7) formatında gerçekleşmiş olup, ülkenin uluslararası iş birliklerine açık bir yayın stratejisi izlediğini göstermektedir. Bu ülkeyi sırasıyla Endonezya toplam (n=11) yayınlara ve bu sayının (n= 7) 'si SCP olup Hindistan (n= 9) yayının tamamı SCP yayınlarından meydana gelmektedir. Bu araştırmalar ise çoğunlukla ülke içi ekiplerce yürütüldüğü belirlenmiştir. Onları sırasıyla Almanya (n=6), Çin (n=5), Amerika (n=5), İran (n=4) ve Malezya (n=4) yayınlara takip etmektedir.

Tablo 1. *En fazla atıf alan yayınlar*

Yazar	Dergi	Başlık	Toplam Alıntı	Yıllık Ortalama Alıntı
(Nambisan & Baron, 2021)	Journal of Business Research	On The Costs of Digital Entrepreneurship: Role Conflict, Stress, and Venture Performance in Digital Platform-Based Ecosystems	206	41.20
(Modgil vd., 2022)	Technological Forecasting & Social Change	Has Covid-19 accelerated opportunities for digital entrepreneurship? An Indian perspective	161	40.25
(Paul vd., 2023)	Journal of Business Research	Journal of Business Research	138	46
(Soluk vd., 2021)	Technological Forecasting & Social Change	Digital Entrepreneurship in Developing Countries: The Role of Institutional Voids	125	25
(Al-Mamary & Alraja, 2022)	International Journal of Information Management Data Insights	Understanding Entrepreneurship Intention and Behavior in the Light of TPB Model from the Digital Entrepreneurship Perspective	119	29.75

Tablo 1’de gösterilen yayınlar, dijital girişimcilik literatürüne ilişkin en fazla atıf alan yayınları göstermektedir. Yüksek atıf düzeyleri, konunun hem akademik dünyada hem de uygulamada önemli bir etkileşim aldığını göstermektedir. Nambisan & Baron (2021) çalışması, 206 toplam atıf ve yıllık ortalama 41,20 atıf ile listenin başında yer almakta; dijital girişimcilikte rol çatışması, stres ve girişim performansı arasındaki ilişkileri ele alarak ekosistem düzeyinde önemli katkı sağlamaktadır. Öte yandan, yıllık ortalama atıf sayısına bakıldığında Paul vd., (2023) çalışması yıllık ortalama 46 atıf ile en yüksek atıf alan makale olarak belirlenmiştir. Bu durum makalenin çok kısa süre içerisinde yoğun ilgi gördüğünü ve literatüre hızlı bir şekilde entegre olduğunu göstermektedir. Covid-19’un dijital girişimcilik üzerindeki etkilerini inceleyen Modgil vd., (2022). Çalışması da toplam 161 atıf ve yıllık ortalama 40.25 yıllık ortalama atıf ile dikkat çekmektedir; bu çalışmada pandeminin dijital girişimcilik araştırmalarında yeni bir oluşum başlattığı belirlenmiştir. Soluk vd., (2021). Çalışması ise gelişmekte olan ülkelerde kurumsal boşluklar bağlamında dijital girişimciliği değerlendirmekte olup toplam 125 atıf almış ve yıllık ortalama atıf sayısı 25 olarak gerçekleşmiştir. Al-Mamary & Alraja, (2022). Dijital girişimcilik niyeti üzerine yaptığı çalışmada toplam 119 atıf ve yıllık ortalama 29.75 atıf aldığı belirlenmiştir. Tablo genel olarak

Bu görselde, hiyerarşik kümeleme analizine dayalı bir dendrogram sunulmaktadır. Dendrogram, incelenen kavramların benzerlik düzeylerine göre sınıflandırılmasını sağlayarak literatürdeki ana temaların birbirleriyle olan yakınlıklarını görselleştirmektedir (Boyko & Tkachyk, 2023). Şekil incelendiğinde dijital girişimcilikle ilgili literatürün en üst seviyedeki dallanmada iki ana eksenle incelendiği görülürken bu eksenlerden ilki internet, sürdürülebilir kalkınma, yapay zekâ ve dijitalleşme gibi makro düzeydeki kavramlara değinirken diğer eksenle ise iş modeli inovasyonu, girişimcilik ekosistemi, Covid 19, dijital platformlar ve startup'lar gibi girişimcilik kavramına ilişkin uygulama ile ilgili kavramları içermektedir. Orta düzeydeki kümeler değerlendirildiğinde ise girişimcilik niyeti, girişimcilik eğitimi ve girişimcilik zihniyeti gibi daha çok davranış odaklı kavramların birlikte gruplandığı görülmektedir. Bununla birlikte iş modeli, inovasyon ve dijital teknolojiler gibi iş yapış şekillerine ilişkin temalarında alt kümeler oluşturduğu belirlenmiştir. Alt seviyelerde yer alan sık dallanmalar ise bahsedilen kavramların daha dar alt temalar şeklinde incelendiğini ortaya koymaktadır. Bunlara örnek olarak dijital okuryazarlık, sosyal medya, devlet desteği ve ekosistem kavramları arasındaki yakın ilişki gösterilmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada, 2021–2025 döneminde İşletme, Yönetim ve Muhasebe alanlarında yayımlanan 173 İngilizce makale incelenerek dijital girişimcilik kavramına ilişkin akademik üretkenlik değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler, R Studio ile entegre olan Biblioshiny yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir (Fadillah vd., 2024). Bulgular, alanın son yıllarda dikkate değer bir dinamizm kazandığını ve özellikle 2023 ile 2024 yıllarında yayın hacminin zirveye ulaştığını ortaya koymaktadır (Judijanto & Arfiansyah, 2024). Ayrıca, yayın başına düşen yüksek atıf ortalaması, bu çalışmaların bilimsel toplulukta güçlü bir karşılık bulduğunu ve alana yön verici bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Araştırma sonuçları, uluslararası iş birliklerinin artan düzeyini de ortaya koymakta; bu durum dijital girişimciliğin küresel ölçekte disiplinler arası bir araştırma alanı haline geldiğini teyit etmektedir (Purnomo vd., 2020). Yayınların çoğunun kolektif çalışmalar sonucu üretilmesi, akademik üretimde iş birliği kültürünün güçlü bir biçimde benimsendiğini göstermektedir. Literatürün konu odakları incelendiğinde; dijital platformlarda girişimcilik etkinliği, rol çatışması ve stres (Shahbandi, 2022; Nambisan & Baron, 2021), pandemi sonrası ortaya çıkan fırsatlar (Modgil vd., 2022) ve kurumsal eksikliklerin gelişmekte olan ekonomilerdeki etkileri (Soluk vd., 2021) gibi temaların en çok atıf alan yayınlar kısmında öne çıktığı görülmektedir. Bu durum, dijital girişimciliğin yalnızca teknoloji tabanlı bir olgu değil, aynı zamanda davranışsal, kurumsal ve sosyo-ekonomik boyutlarıyla bütünlük çok katmanlı bir yapı olduğunu ortaya koymaktadır. Kurumsal katkılar açısından bakıldığında, Duisburg-Essen Üniversitesi'nin öne çıkması, Avrupa merkezli akademik üretimin etkinliğini göstermektedir. Ayrıca İran, Hindistan ve Endonezya gibi gelişmekte olan ekonomilerden sağlanan katkılar, dijital girişimciliğin yalnızca gelişmiş ülkelerle sınırlı kalmadığını, aynı zamanda küresel ölçekte geniş bir ilgi alanına sahip olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, bu araştırma dijital girişimciliğin dünya çapında hızla ilerleyen, multidisipliner ve etkileşimli bir alan oluşturduğunu belirlemiştir.

Elde edilen sonuçlar hem bilimsel söylem hem de politika yapıcılar açısından önemli çıkarımlar sunmaktadır. Akademik açıdan bu çalışma, gelecekteki araştırma-

lara yön gösterecek kavramsal çerçeveler ve derinlemesine inceleme alanları için bir referans niteliği taşımaktadır. Uygulama boyutunda ise dijital girişimciliğin gelişiminin yalnızca teknolojik yatırımlarla değil, aynı zamanda kurumsal destek mekanizmaları, girişimcilik eğitimi ve sosyo-ekonomik politikalar aracılığıyla güçlendirilebileceği ortaya konulmuştur. Dijital girişimcilik ekosisteminin gelecekteki evrimi; dijital yetkinliklerin geliştirilmesi, veri güvenliğinin korunması, kaynakların etik yönetimi ve yeni iş modellerinin dönüşümü gibi faktörlerle yakından ilişkilidir. Özellikle yapay zekâ, nesnelerin interneti ve blok zinciri gibi ileri teknolojilerdeki gelişmeler, girişimcilik süreçlerini temelden dönüştürmekte ve işletmelerin değer yaratma dinamiklerinde köklü değişimlere yol açmaktadır. Bu bağlamda, dijital girişimcilik ile sürdürülebilir kalkınma hedefleri arasındaki ilişki hem kuramsal araştırmalar hem de pratik uygulamalar açısından giderek genişleyen yeni bir inceleme alanı sunmaktadır. Gelecekteki çalışmaların toplumsal kapsayıcılık, çevresel sürdürülebilirlik ve dijital etik boyutlarına odaklanması; alanın kuramsal olgunluğunun artmasına ve dijital girişimciliğin küresel politika gündeminde daha bütüncül bir konuma ulaşmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca, dijital girişimciliğin sosyal yenilik kapasitesi ve toplumsal dönüşüm potansiyeline yönelik araştırmaların derinleştirilmesi, özellikle dezavantajlı grupların dijital ekonomiye entegrasyonu açısından yeni fırsat alanları oluşturabileceği tahmin edilmektedir. Bu perspektif, girişimcilik politikalarının yalnızca ekonomik büyümeyi hedeflemekle kalmayıp, aynı zamanda sosyal adalet ve eşitlik ilkeleriyle uyumlu bir yapıya evrilmesini gerekli kılmaktadır. Sonuç olarak, dijital girişimcilik, bu çok boyutlu yaklaşım çerçevesinde küresel refahın artırılması ve sürdürülebilir kalkınmanın desteklenmesi açısından dönüştürücü bir araç olarak yeniden konumlanmaktadır. Gelecekte yapılacak araştırmaların sürdürülebilirlik, sosyal etkiler ve dijital girişimciliğin küresel eşitsizlikler üzerindeki rolü gibi görece az incelenmiş temalara yönelmesi, bilimsel literatürdeki boşlukların giderilmesine ve alanın kuramsal gelişiminin güçlendirilmesine katkı sağlayacağı tahmin edilmektedir.

KAYNAKÇA

- Al-Mamary, Y. H. S., & Alraja, M. M. (2022). Understanding Entrepreneurship Intention and Behavior in the Light of TPB Model from the Digital Entrepreneurship Perspective. *International Journal of Information Management Data Insights*, 2(2), 100106. <https://doi.org/10.1016/j.jjime.2022.100106>
- Borgohain, D. J., Verma, M. K., Nazim, M., & Sarkar, M. (2021). Application of Bradford's law of scattering and Leimkuhler model to information science literature. *COLLNET Journal of Scientometrics and Information Management*, 15(1), 197-212. <https://doi.org/10.1080/09737766.2021.1943041>
- Boyko, N. I., & Tkachyk, O. A. (2023). Hierarchical Clustering Algorithm for Dendrogram Construction and Cluster Counting. *Informatics and Mathematical Methods in Simulation*, 13(1-2), 5-15. <https://doi.org/10.15276/imms.v13.no1-2.5>
- Fadillah, R., Ganefri, G., Yulastri, A., Luthfi, A., Hidayat, H., Samala, A. D., & Rawas, S. (2024). Digital Entrepreneurship Research for Learning and Teaching in Education: A Bibliometric Analysis. *TEM Journal*, 13(3), 1997-2011. <https://doi.org/10.18421/TEM133-28>
- Hair, N., Wetsch, L. R., Hull, C. E., Perotti, V., & Hung, Y. T. (2021). Market Orientation in Digital Entrepreneurship. *Journal of Business Research*, 122, 38-47.
- Hull, C. E., Hung, Y. T., Hair, N., Perotti, V., & DeMartino, R. (2007). Taking Advantage of Digital Opportunities: A Typology of Digital Entrepreneurship. *International Journal of Networking and Virtual Organisations*, 4(3), 290-303.
- Jawad, M., Naz, M., & Maroof, Z. (2021). Era of Digital Revolution: Digital Entrepreneurship and Digital Transformation in Emerging Economies. *Business Strategy & Development*, 4(3), 220-228. <https://doi.org/10.1002/bsd2.145>
- Judijanto, L., & Arfiansyah, F. (2024). A Bibliometric Study on Digital Entrepreneurship: Mapping the Evolutions and Its Impact on Startups. *West Science Journal Economic and Entrepreneurship*, 2(04), 497-506. <https://doi.org/10.58812/wsjee.v2i04.1384>
- Kraus, S., Jarmai, K., Orlandi, L. B., & Zardini, A. (2023). Digital Entrepreneurship: The Role of Entrepreneurial Orientation and Digitalization for Disruptive Innovation. *Technological Forecasting & Social Change*, 193, 1-12. <https://doi.org/10.4018/IJEEI.315294>
- Leick, B., & Aldogan Eklund, M. (2021). Digital – Digital Entrepreneurship as Innovative Entrepreneurship. İçinde D. Uzunidis, F. Kasmi, & L. Adatto (Ed.), *Innovation Economics, Engineering and Management Handbook 2* (1. bs, ss. 121-127). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119832522.ch13>
- Maldonado-González, M., González-Moreno, S. E., León-Alberca, T. B., & Torres-Toukoumidis, A. (2025). Fashion Influencers Mexicanas: Caracterización Del Emprendimiento Digital Femenino. *Revista Venezolana de Gerencia*, 30(Especial 13), 711-725. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.30.especial13.45>
- Modgil, S., Dwivedi, Y. K., Rana, N. P., Gupta, S., & Kamble, S. (2022). Has Covid-19 Accelerated Opportunities for Digital Entrepreneurship? An Indian Perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 175, 121415. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121415>
- Mohamad, Z., Alim, N. S. S. M., Rashid, N. K. Abd., Hassim, N. H. C., Anang, Z., Abdullah, S., & Nasir, A. (2025). The Impact of Digital Entrepreneurial Competencies, Digital Literacy and Government Support on Digital Entrepreneurship Using Regression Analysis. *ECONOMICS*, 13(1), 289-308. <https://doi.org/10.2478/eoik-2025-0025>
- Nambisan, S., & Baron, R. A. (2021). On the Costs of Digital Entrepreneurship: Role Conflict, Stress, and Venture Performance in Digital Platform-Based Ecosystems. *Journal of Business Research*, 125, 520-532. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.06.037>
- Nambisan, S. (2017). Digital Entrepreneurship: Toward a Digital Technology Perspective of Entrepreneurship. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 41(6), 1029-1055
- Paul, J., Alhassan, I., Binsaif, N., & Singh, P. (2023). Digital Entrepreneurship Research: A Systematic Review. *Journal of Business Research*, 156, 113507. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.113507>
- Purnomo, A., Susanti, T., Sari, A. K., Firdaus, M., & Dewi, R. (2020). A Study of Digital Entrepreneurship through Bibliometric Visualizing from 1993 to 2019. *2020 International Conference on Information Management and Technology (ICIMTech)*, 911-915. <https://doi.org/10.1109/ICIM-Tech50083.2020.9211270>
- Sánchez-García, E., Martínez-Falcó, J., Marco-Lajara, B., & Gigauri, I. (2024). Building the Future through Digital Entrepreneurship and Innovation. *European Journal of Innovation Management*.
- Shahbandi, M. (2022). Explain the Effect of Role Conflict and Stress on Entrepreneurial Performance in Digital Businesses. *International Business & Economics Studies*, 4(1), p.11. <https://doi.org/10.22158/ibes.v4n1p11>

- Sitaridis, I., & Kitsios, F. (2024). Digital Entrepreneurship and Entrepreneurship Education: A Review of the Literature. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 30(2/3), 277-304.
- Soluk, J., Kammerlander, N., & Darwin, S. (2021). Digital Entrepreneurship in Developing Countries: The Role of Institutional Voids. *Technological Forecasting and Social Change*, 170, 120876. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120876>
- Song, J., Huang, Q., Li, H., & Yang, P. (2025). Improving Firm Performance Through Big Data Analytics Capability: The Role of Corporate Digital Entrepreneurship and Institutional Support. *International Review of Financial Analysis*, 104, 104344. <https://doi.org/10.2139/ssrn.5116188>
- Tangri, K., Kalra, D., Katuse, P., Masaeid, T. A., & Afifi, M. A. (2023). The Nexus between Digital Innovation and Digital Entrepreneurship in the Strategic Transformation. *2023 International Conference on Business Analytics for Technology and Security (ICBATS)*, 1-5. <https://doi.org/10.1109/ICBATS57792.2023.10111410>
- 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>
- Venable, G. T., Shepherd, B. A., Roberts, M. L., Taylor, D. R., Khan, N. R., & Klimo, P. (2014). An Application of Bradford's Law: Identification of the Core Journals of Pediatric Neurosurgery and a Regional Comparison of Citation Density. *Child's Nervous System*, 30(10), 1717-1727. <https://doi.org/10.1007/s00381-014-2481-9>
- Yazdi, M., Mohammadpour, J., Li, H., Huang, H., Zarei, E., Pirbalouti, R. G., & Adumene, S. (2023). Fault Tree Analysis Improvements: A Bibliometric Analysis and Literature Review. *Quality and Reliability Engineering International*, 39(5), 1639-1659. <https://doi.org/10.1002/qre.3271>

DYNAMICS OF BANK INCOME: CAUSALITY AND COINTEGRATION ANALYSIS WITH FOURIER APPROACHES IN THE CASE OF AZER TURK BANK

Nazrin Gurban Burjaliyeva

Baku State University

ABSTRACT

This study empirically investigates the dynamic relationship between interest and noninterest income in the Azerbaijani banking sector, with a particular focus on Azer Turk Bank. Covering the period 2016Q1–2024Q3, the analysis employs modern econometric techniques grounded in Fourier-based approaches to capture both short-term fluctuations and smooth structural shifts that conventional linear models often fail to identify. The inclusion of trigonometric functions enables the detection of cyclical components and gradual shifts in the income dynamics of the bank, which are particularly relevant for emerging financial systems such as Azerbaijan's. The results of the Fourier KPSS tests clearly indicate that both variables are nonstationary at levels but become stationary at their first differences, implying an integration order of $I(1)$. To reinforce these findings, Augmented Dickey–Fuller (ADF) and classical KPSS tests were also conducted, and both confirmed the same integration order. The consistency of these results across traditional and Fourier-based frameworks demonstrates the robustness of the data's stochastic properties and provides a solid foundation for the subsequent cointegration and causality analyses. Based on the integration order of the series and the optimal lag length, the Fourier Toda–Yamamoto causality test is conducted, revealing statistically significant interactions between interest income and noninterest income, where both transmission directions are present but differ in intensity. This finding highlights the interconnected nature of the bank's income structure, where changes in one component tend to affect the other through complex feedback mechanisms. Furthermore, incorporating frequency-specific trigonometric functions into the Johansen cointegration framework allows the model to capture smooth structural shifts and cyclical dynamics, confirming the presence of a stable long-run equilibrium relationship. Importantly, all analyses were performed under the same Fourier frequencies, ensuring methodological coherence and enabling the long-run dynamics to be examined within a unified harmonic structure. This consistency strengthens the interpretability of results and guarantees that short-run and long-run linkages are captured over the same cyclical domain. Estimates from the Vector Error Correction Model (VECM) indicate that deviations from equilibrium are corrected within about 3.6 months, indicating a rapid mean-reversion process and efficient adjustment mechanism in Azer Turk Bank's income system.

Overall, the findings emphasize the resilience and synchronization of the bank's income components and underscore the presence of asymmetric transmission mechanisms that should be carefully considered in future financial decision-making and risk management processes.

Keywords: Fourier analysis, Fourier Toda–Yamamoto, Cointegration, VECM, Bank income

INTRODUCTION

The structure of bank income has undergone significant changes in both developed and emerging economies, particularly in the aftermath of global financial liberalization, technological innovation, and financial crises. Traditionally, banks have relied primarily on interest income generated through lending activities as their main source of revenue. However, over the past two decades, noninterest income, derived from fees, commissions, trading activities, and other off-balance sheet operations, has gained increasing importance. This structural shift is especially relevant for emerging banking systems, where the balance between interest and noninterest income determines both the profitability and stability of financial institutions.

In the case of Azerbaijan, the banking sector has experienced substantial transformation since the early 2000s, characterized by regulatory reforms, consolidation, and integration with global financial markets. In this context, understanding the dynamic relationship between interest and noninterest income is essential for evaluating banks' income diversification strategies, risk management frameworks, and long-term financial stability.

The present study focuses on Azer Turk Bank, a key player in the Azerbaijani banking system, to empirically examine the causal and long-term equilibrium relationships between interest and noninterest income over the period 2016Q1–2024Q3. In contrast to traditional linear models, Fourier-based econometric frameworks allow for the joint modeling of structural shifts and gradual cyclical variations, providing a more flexible representation of dynamic economic relationships. Specifically, Fourier Toda–Yamamoto causality tests are employed to explore directional causal relationships, and Johansen cointegration with trigonometric components to identify long-run linkages. The VECM framework is then used to analyze the short-run dynamics and speed of adjustment toward long-run equilibrium.

This research contributes to the literature by employing modern Fourier-based methods, which flexibly model structural shifts and periodic movements, thus offering novel evidence for the Azerbaijani banking sector. Moreover, by focusing on the interaction between interest and noninterest income, the study sheds light on asymmetric transmission mechanisms within bank income structures, which are crucial for policymakers and financial institutions seeking to enhance financial resilience.

LITERATURE REVIEW

The interaction between banks' interest and noninterest income has been a subject of extensive research due to its relevance for profitability, diversification, and financial

stability. Earlier studies largely emphasized short-term relationships and relied on correlation or regression analyses. Debnath et al. (2024) explored income diversification in Indian banks and stressed its importance for risk management but noted the absence of cointegration analysis. Similarly, Abu Khalaf et al. (2024), focusing on MENA-region banks, confirmed short-run correlations without evaluating long-term elasticities or equilibrium adjustments. Consequently, the structural persistence and cyclical stability of income components remained largely unexamined.

To address such limitations, subsequent research introduced nonlinear and smooth-transition frameworks based on Fourier approximations. Akça (2025) employed Fourier–Shin cointegration (Tsong et al., 2016) and Fourier–KPSS (Becker et al., 2006) tests to capture structural nonlinearities between foreign direct investment and energy consumption in Türkiye, while Alpağut (2024) utilized Fourier–ADL and Fourier–Toda–Yamamoto causality tests to analyze inflation, money supply, and dollarization, revealing long-run relationships yet omitting vector error-correction structures. Akbulaev et al. (2023) studied Brent oil and Moscow stock indices using Granger (1969) and Breitung–Candelon (2006) frequency-domain causality tests, identifying bidirectional short-run causality but leaving long-term co-movements unexplored. These contributions demonstrate the analytical power of Fourier methods in modeling smooth structural breaks but also show that explicit multivariate cointegration systems were still lacking.

Fourier approaches have also been extended to financial and exchange-rate contexts. Burjaliyeva (2024) examined USD/TRY exchange rate movements and Petkim stock prices using Fourier KPSS and Fourier–Shin cointegration, confirming long-term equilibrium but not specifying a Fourier-based VECM. In her later study, Burjaliyeva (2025) applied Fourier KPSS, Fourier–ADL, and Breitung–Candelon causality to Azer Turk Bank and found that interest income directed noninterest income in the short and medium term. Orudzhev and Mammadova (2024) analyzed AZN/RUB and USD/RUB exchange rates using ECM and ARDL, verifying cointegration yet without harmonic components. Ağca et al. (2024) and Suliyanto et al. (2024) further highlighted that Fourier-VAR and Fourier-VECM frameworks outperform linear models when cyclical or sinusoidal effects are present, underscoring the need for explicitly trigonometric error-correction formulations.

A decisive methodological advance was achieved in Orudzhev and Burjaliyeva (2025), which unified Johansen cointegration, Fourier–KPSS, Fourier–ADL, Fourier–Toda–Yamamoto, and Breitung–Candelon causality into a comprehensive econometric framework. Using quarterly data for Azer Turk Bank from 2016Q1–2024Q3, the study derived the first explicit Fourier-based Vector Error Correction Model (VECM) equations, integrating sine and cosine components to model cyclical deviations around nonlinear trends. The findings confirmed a stable long-run equilibrium between interest and noninterest income. The model was estimated under various frequency configurations to ensure robustness and spectral precision. Accordingly, this study established a new methodological benchmark in bank income research by bridging classical and Fourier-based econometrics. Their study not only integrated long-run equilibrium and cyclical dynamics into a unified model but also provided replicable analytical expressions that enhance forecasting accuracy and policy interpretation. Building on this foundation, subse-

quent research can extend the Fourier-VECM approach to broader financial systems and cross-country banking analyses.

RESULTS AND DISCUSSION

This study examines the relationship between interest and noninterest income in the Azerbaijani banking sector, with a specific focus on Azer Turk Bank. Detailed results of the Fourier KPSS, conventional KPSS, and ADF unit root tests are not reported here for brevity, as they have been fully documented and discussed in Burjaliyeva (2025) and Orudzhev & Burjaliyeva (2025). The findings from these tests consistently indicate that both LN_INTEREST_INCOME and LN_NONINTEREST_INCOME are integrated of order one, I(1).

Based on the integration order of the variables and the optimal lag length, the Fourier Toda–Yamamoto causality test (Nazlioglu, 2016) was employed. The results of the causality analysis are presented in Table 1. A strong causal relationship is detected from interest income to noninterest income ($\chi^2 = 74.469$, $p < 0.01$). In addition, there is a statistically significant but weaker causal effect in the opposite direction, from noninterest income to interest income ($\chi^2 = 11.111$, $p \approx 0.025$).

Table 1. *Fourier Toda–Yamamoto Causality Test Results*

	p +	d	χ^2	p-value
LN interest income =>LN noninterest income	4	1	74.46909	2.58E-15
LN noninterest income => LN interest income	4	1	11.11125	0.025342

Based on the minimization of the Akaike and Schwarz information criteria, the optimal Fourier frequency was determined as $k = 1$. Accordingly, the corresponding sine and cosine functions were incorporated into the model as deterministic components. This corresponds to a frequency of

Consequently, the Johansen cointegration model was augmented with trigonometric deterministic components, specifically $\sin(t)$ and $\cos(t)$, to capture smooth structural changes and cyclical patterns more effectively.

The results of the Johansen cointegration test are presented in Table 2. The findings indicate the existence of a long-run cointegration relationship between interest and noninterest income in Azer Turk Bank. Based on the Akaike Information Criterion (AIC) and the Schwarz Criterion (SC), the model with a linear trend and a single cointegrating vector was identified as the optimal specification. This outcome confirms the presence of a stable long-term equilibrium relationship between the two income components, suggesting that despite short-run fluctuations, the variables move together in the long run.

Table 2. Johansen Cointegration Test Results

Date: 09/09/25 Time: 20:55					
Sample: 2016Q1 2024Q3					
Included observations: 30					
Series: LN_INTEREST_INCOME LN_NONINTEREST_INCOME					
Exogenous series: sin(t) cos(t)					
Warning: Rank Test critical values derived assuming no exogenous series					
Lags interval: 2 to 4					
Selected (0.05 level*) Number of Cointegrating Relations by Model					
Data Trend:	None	None	Linear	Linear	Quadratic
Test Type	No Intercept	Intercept	Intercept	Intercept	Intercept
	No Trend	No Trend	No Trend	Trend	Trend
Trace	1	1	1	1	2
Max-Eig	1	1	1	1	2
*Critical values based on MacKinnon-Haug-Michelis (1999)					
Information Criteria by Rank and Model					
Data Trend:	None	None	Linear	Linear	Quadratic
Rank or	No Intercept	Intercept	Intercept	Intercept	Intercept
No. of CEs	No Trend	No Trend	No Trend	Trend	Trend
Log Likelihood by Rank (rows) and Model (columns)					
0	30.73584	30.73584	31.81513	31.81513	32.21350
1	41.04708	41.09967	41.76127	44.08326	44.48032
2	41.68063	41.92677	41.92677	47.95062	47.95062
Akaike Information Criteria by Rank (rows) and Model (columns)					
0	-1.249056	-1.249056	-1.187675	-1.187675	-1.080900
1	-1.669805	-1.606645	-1.584084	-1.672218*	-1.632021
2	-1.445375	-1.328452	-1.328452	-1.596708	-1.596708
Schwarz Criteria by Rank (rows) and Model (columns)					
0	-0.688577	-0.688577	-0.533783	-0.533783	-0.333595
1	-0.922500*	-0.812633	-0.743366	-0.784793	-0.697890
2	-0.511243	-0.300907	-0.300907	-0.475750	-0.475750

Accordingly, the trigonometric functions $\sin(0.1795t)$ and $\cos(0.1795t)$ were incorporated into the Johansen cointegration model as additional deterministic components. This specification allows the model to capture smooth structural changes and cyclical fluctuations more effectively, thereby improving the reliability of the cointegration analysis compared to traditional linear models.

$$\begin{aligned}
& \Delta LN_INTEREST_INCOME_t = \\
& - 0.852 * (LN_INTEREST_INCOME_{t-1} - 0.832LN_NONINTEREST_INCOME_{t-1} - \\
& \quad - 0.039@TREND(16Q1) - 1.365) - 0.416\Delta LN_INTEREST_INCOME_{t-1} - \\
& \quad - 0.605\Delta LN_INTEREST_INCOME_{t-2} - 0.891\Delta LN_INTEREST_INCOME_{t-3} - \\
& - 0.491\Delta LN_NONINTEREST_INCOME_{t-1} - 0.315\Delta LN_NONINTEREST_INCOME_{t-2} - \\
& - 0.063\Delta LN_NONINTEREST_INCOME_{t-3} - 0.237SIN(0.1795t) + 0.05COS(0.1795t) \\
& + \\
& \quad + 0.121
\end{aligned} \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
& \Delta LN_NONINTEREST_INCOME_t = \\
& -0.847 * (LN_INTEREST_INCOME_{t-1} - 0.832LN_NONINTEREST_INCOME_{t-1} - \\
& -0.039@TREND(16Q1) - 1.365) - 0.268\Delta LN_INTEREST_INCOME_{t-1} - \\
& \quad - 0.481\Delta LN_INTEREST_INCOME_{t-2} - 0.794\Delta LN_INTEREST_INCOME_{t-3} - \\
& - 0.789\Delta LN_NONINTEREST_INCOME_{t-1} - 0.536\Delta LN_NONINTEREST_INCOME_{t-2} - \\
& - 0.284\Delta LN_NONINTEREST_INCOME_{t-3} - 0.2SIN(0.1795t) + 0.074COS(0.1795t) + \\
& \quad + 0.097
\end{aligned} \tag{2}$$

Based on the estimations conducted at the selected frequencies, the cointegration coefficients are represented by the vector and both parameters are statistically significant. This result indicates that when the long-run equilibrium between interest and noninterest income is disrupted, both variables exhibit strong and symmetric adjustment mechanisms. Shocks occurring in previous periods are fully corrected on average within 1.2 quarters (approximately 3.6 months). This finding demonstrates the stability of the system and the strong tendency of the bank income structure to revert to long-run equilibrium.

To assess the reliability of the estimated VECM, a series of residual diagnostic tests were conducted:

- Serial correlation: The LM test indicates the presence of first-order serial correlation in the residuals ($p \approx 0.038$). However, tests for lags 2–4 are not statistically significant, indicating that while some short-memory effects are present, there are no severe autocorrelation problems overall.

- Normality: The Jarque–Bera test revealed significant deviations from normality in the second component, in terms of both skewness and kurtosis ($p < 0.01$). This confirms that the residuals deviate substantially from the normal distribution.

- Functional form: The Ramsey RESET test results indicate that the model is well specified, with no significant omitted variable or functional form misspecification ($p \approx 0.38$).
- Homoskedasticity: Heteroskedasticity tests indicate that the residuals exhibit constant variance ($p \approx 0.32$), confirming the stability and reliability of the model.

CONCLUSION

This study provides comprehensive empirical evidence on the dynamic interaction between LN_INTEREST_INCOME and LN_NONINTEREST_INCOME in the Azerbaijani banking sector, focusing on Azer Turk Bank over the period 2016Q1–2024Q3. By integrating both traditional and Fourier-based econometric techniques, the research advances the understanding of how cyclical fluctuations, structural shifts, and equilibrium adjustments jointly shape the income structure of financial institutions in emerging markets. The inclusion of Fourier functions—sine and cosine deterministic components—allowed the modeling of smooth, nonlinear dynamics that conventional linear specifications often fail to capture.

The Fourier Toda–Yamamoto causality test revealed a bidirectional causal relationship between the two income components, although the effect was notably stronger from LN_INTEREST_INCOME toward LN_NONINTEREST_INCOME. This directional dominance implies an asymmetric transmission process in which shocks originating from interest-based activities more strongly influence fee-based income, while reverse feedback remains comparatively weak.

The Johansen cointegration model augmented with frequency-specific trigonometric functions — $\sin(t)$ and $\cos(t)$ — confirmed the existence of a stable long-run equilibrium between LN_INTEREST_INCOME and LN_NONINTEREST_INCOME. The optimal Fourier frequency ($\omega = 0.1795$) was chosen through a bootstrap-based selection procedure, ensuring spectral precision and robustness. The Vector Error Correction Model (VECM) further quantified the adjustment dynamics, showing that deviations from the equilibrium are corrected within roughly 1.2 quarters (about 3.6 months). This rapid mean-reversion process indicates an efficient and self-correcting mechanism in Azer Turk Bank’s income structure, where shocks dissipate quickly and balance between income sources is restored. Both adjustment coefficients were found to be strong (approximately -0.85) and statistically significant, confirming symmetric error correction in both directions.

Diagnostic tests supported the stability and reliability of the estimated model. While the first-order serial correlation was mildly present, higher-order autocorrelation was absent, and the model exhibited homoskedastic residuals with no major misspecification. The application of bootstrap-based critical values compensated for deviations from normality, thereby improving the robustness of inference.

From a policy and managerial perspective, the results demonstrate that LN_INTEREST_INCOME remains the primary driver of LN_NONINTEREST_INCOME. Therefore, any changes in lending rates, funding composition, or interest margins can have immediate and secondary impacts on the bank’s overall profitability. Financial

managers and regulators should thus view income diversification not as a substitute for traditional lending activities but as a complementary strategy that strengthens systemic stability. Future research could extend the Fourier-VECM framework to multi-bank or cross-country panels, employ higher-order Fourier approximations, and incorporate macroeconomic determinants to capture broader cyclical linkages within the financial system.

REFERENCES

- Abu Khalaf, B., Awad, A. B., & Ellis, S. (2024). The impact of noninterest income on commercial bank profitability in the Middle East and North Africa (MENA) region. *Journal of Risk and Financial Management*, 17(3), 103. <https://doi.org/10.3390/jrfm17030103>
- Akbulaev, N., Muradzada, I., & Hasanov, Z. (2023). Relationship between oil prices and Russia exchange indices: analysis of frequency causality. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 13(5), 607–615. <https://doi.org/10.32479/ijeep.14123>
- Akça, T. (2025). The Effects of Energy Consumption and Foreign Direct Investments on Economic Growth in Türkiye: Fourier-Shin Cointegration Test. *TESAM Akademi Dergisi*, 12(1), 457–479. <https://doi.org/10.30626/tesamakademi.1387796>
- Alpağut, S. (2024). Money Supply, Inflation and Dollarization: An Analysis on Türkiye Using Fourier Models. *Uluslararası Ekonomi İşletme ve Politika Dergisi*, 8(1), 244–261. <https://doi.org/10.29216/ueip.1456594>
- Burjaliyeva, N. (2024). The impact of USD/TL exchange rate fluctuations on Petkim stock prices: A Fourier analysis approach. *Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institution*, 45(10), 338–348. <https://doi.org/10.36962/pahtei45102024-35>
- Burjaliyeva, N. (2025). The dynamic interaction between interest and noninterest income in Azer Turk Bank: A Fourier-based econometric study. *Ekonomika i Predprinimatel'stvo*, 2(175), 1051–1056. <https://doi.org/10.34925/EIP.2025.175.2.192>
- Debnath, A., Bisht, R., Rathod, M., & Iqbal, D. S. (2024). The Interdependent Relationship between Interest and Noninterest Income of Indian Banks: A Study of Diversification of Income, Risk, and Traditional vs. Non-Traditional Banking Activities. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4972716> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4972716>
- Nazlioglu, S., Gormus, N. A., & Soytaş, U. (2016). Oil prices and real estate investment trusts (REITs): Gradual-shift causality and volatility transmission analysis. *Energy Economics*, 60, 168–175. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.09.009>
- Orudzhev, E. G., & Burjaliyeva, N. G. (2025). Fourier Cointegration Analysis of the Relationship Between Interest and Noninterest Income in Banks: The Case of Azer Turk Bank. *Economies*, 13(10), 297. <https://doi.org/10.3390/economies13100297>
- Orudzhev, E. G., & Mamedova, L. M. (2024). On the Assessment of the Long-Term Relationship between the AZN/RUB and USD/RUB Rates against the Backdrop of Increasing Sanctions against Russia. *Studies on Russian Economic Development*, 35(2), 308–318. <https://doi.org/10.1134/S1075700724020114>
- Ağca, A., Uçar, O., & Uladi, Ş. (2024). Linking economic growth and international trade taxes in Turkey: A Fourier approach. *Heliyon*, 10(7). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28741>

CROSS-BORDER IMPACT WITH COST-EFFICIENT BUDGET: LIMITED SOURCES INTERNATIONAL DIGITAL MARKETING STRATEGIES

RIYAD GASIMOV

Selçuk University

Prof. Dr. HALİT BULUTHAN ÇETİNTAŞ

Necmettin Erbakan University

ABSTRACT

Topic: This paper, titled "Cross-Border Impact with Cost-Efficient Budget," focuses on digital marketing strategies for small and medium-sized enterprises (SMEs) seeking to expand into international markets with limited financial resources.

Aim: The study's main objective is to provide a theoretical framework and applicable digital marketing strategies that enable businesses to overcome the financial barriers typically associated with international expansion. It aims to demonstrate how digital tools offer more targeted, measurable, and cost-effective solutions compared to traditional marketing channels.

Method: The research methodology is based on a comprehensive literature review that synthesizes various academic sources and existing concepts. In addition to this theoretical foundation, the paper includes case studies and practical recommendations to illustrate the successful implementation of the discussed strategies.

Findings: The paper finds that a strategic approach to digital marketing, including content marketing, social media optimization (SMO), search engine optimization (SEO), and email marketing, is highly effective for global reach. A key finding is that guerrilla marketing, characterized by low-cost, creative tactics like viral and street marketing, acts as a powerful complementary strategy. It highlights that ingenuity and creativity, rather than financial power, are the most valuable assets for SMEs to gain a competitive advantage and create a strong international presence.

Conclusion: The study concludes that digital marketing, especially when combined with unconventional guerrilla tactics, is an indispensable tool for SMEs seeking global market penetration. It asserts that businesses can achieve significant success and brand awareness on a global scale by leveraging these cost-efficient and creative approaches.

Keywords: Digital Marketing, International Marketing, Marketing Strategies, SME, Guerrilla Marketing, Cost-Efficient, Globalization.

UYGUN MALİYETLİ DİJİTAL YÖNTEMLERLE SINIR ÖTESİ PAZARLAMA: SINIRLI KAYNAKLARLA ULUSLARARASI DİJİTAL PAZARLAMA STRATEJİLERİ

ÖZET

Konu: "Uygun Maliyetli Bütçeyle Sınır Ötesi Etki" başlıklı bu makale, uluslararası pazarlara açılmayı hedefleyen ancak sınırlı finansal kaynaklara sahip küçük ve orta ölçekli işletmeler (KOBİ'ler) için dijital pazarlama stratejilerine odaklanmaktadır.

Amaç: Çalışmanın temel amacı, işletmelerin uluslararası genişleme ile ilişkili finansal engelleri aşmalarını sağlayacak teorik bir çerçeve ve uygulanabilir dijital pazarlama stratejileri sunmaktır. Makale, dijital araçların geleneksel pazarlama kanallarına kıyasla nasıl daha hedefli, ölçülebilir ve uygun maliyetli çözümler sunduğunu göstermeyi amaçlamaktadır.

Yöntem: Araştırma metodolojisi, çeşitli akademik kaynakları ve mevcut kavramları sentezleyen kapsamlı bir literatür taramasına dayanmaktadır. Bu teorik temelin yanı sıra, makale, tartışılan stratejilerin başarılı bir şekilde uygulanmasını örneklemek için vaka çalışmaları ve pratik öneriler içermektedir.

Bulgular: Makale, içerik pazarlaması, sosyal medya optimizasyonu (SMO), arama motoru optimizasyonu (SEO) ve e-posta pazarlamasını içeren stratejik bir dijital pazarlama yaklaşımının küresel erişim için oldukça etkili olduğunu bulmuştur. Ana bulgulardan biri, düşük maliyetli, viral ve sokak pazarlaması gibi yaratıcı taktiklerle karakterize edilen gerilla pazarlamasının, güçlü ve tamamlayıcı bir strateji olarak işlev görmesidir. Bu, finansal güçten ziyade yaratıcılık ve özgünlüğün, KOBİ'lerin rekabet avantajı elde etmeleri ve güçlü bir uluslararası varlık oluşturmaları için en değerli varlıklar olduğunu vurgulamaktadır.

Sonuç: Çalışma, özellikle geleneksel olmayan gerilla taktikleriyle birleştirildiğinde dijital pazarlamanın, küresel pazara girmek isteyen KOBİ'ler için vazgeçilmez bir araç olduğu sonucuna varmaktadır. Makale, işletmelerin bu uygun maliyetli ve yaratıcı yaklaşımları kullanarak küresel ölçekte önemli başarı ve marka bilinirliği elde edebileceğini savunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Dijital Pazarlama, Uluslararası Pazarlama, Pazarlama Stratejileri, KOBİ, Gerilla Pazarlama, Uygun Maliyetli, Küreselleşme.

INTRODUCTION

Globalization and digitalization have increased opportunities for small and medium-sized enterprises (SMEs) to expand into international markets. However, international marketing activities typically require high costs, which poses a significant barrier for businesses with limited financial resources. The primary objective of this study is to present applicable digital marketing strategies for businesses aiming to create a cross-border impact on a limited budget. Unlike traditional marketing channels, digital tools offer more targeted, measurable, and cost-effective solutions.

In the realm of international digital marketing strategies, particularly for small and medium enterprises (SMEs) with limited financial resources, the adoption of efficient digital marketing practices is crucial to facilitate market expansion and enhance brand awareness. Digital marketing offers a range of effective tactics and strategies that can help these businesses compete against larger corporations.

The adoption of digital marketing is particularly significant for SMEs aiming to penetrate international markets. A substantial portion of e-retailers, specifically 30%, still refrains from utilizing digital marketing tactics in foreign markets, highlighting a missed opportunity for growth and customer engagement (Goldman et al., 2021).

Another vital aspect of digital marketing for SMEs is its ability to foster brand awareness through various channels such as social media, email marketing, and content marketing. Research indicates that employing these digital platforms can significantly enhance consumer interactions and brand recognition (Makrides et al., 2020). SMEs can leverage these channels to create engaging content that resonates with consumers, thereby establishing meaningful connections without overspending on traditional marketing tactics (Kraus et al., 2019a).

This report will highlight theoretical framework relationship between digital marketing and internationalization, the concept of low-budget marketing and will look into cost-effective digital strategies especially developed by different AI tools. As well as analysis and literature review of case studies of a Turkish and foreign SME entering the international markets by using digital marketing tools and strategies (Fidan & Yildirim, 2021).

Within literature context, following report paper especially sheds light into Guerrilla marketing strategies by using the most available digital tools and online social media platform (Gökerik & Gürbüz, 2024a).

THEORETICAL FRAMEWORK AND LITERATURE REVIEW

This chapter provides a review of existing literature on digital marketing. It begins by examining a selection of academic papers that have employed literature review to map the intellectual structure, evolution, and key trends within the field. Following this, the chapter expands its scope to discuss other significant scholarly articles that address international digital marketing research and the strategic approaches employed by companies in a global context. The insights gleaned from these various publications will serve as a foundational backdrop for the subsequent sections of this work.

A literature review of digital marketing articles reveals key trends, growth patterns, and thematic developments in the field. Over the past decade, the increase in research output on digital marketing has illuminated the impact of digitalization on marketing practices and strategies (Karaman & Aykın, 2021; Pham et al., 2022).

Further examination of recent studies shows a growing integration of advanced technologies within digital marketing, such as the use of artificial intelligence (AI) and big data analytics. Some researchers indicate a marked uptick in the focus on AI applications in digital marketing, revealing significant trends in automation and

personalization (Islam et al., 2024; Paul, 2025; Potwora et al., 2024). While earlier studies were narrowly focused on specific aspects of digital marketing, there has been a gradual broadening of the topic to include various social media platforms and emerging technologies like AI (Ziakis & Vlachopoulou, 2023). This aligns with literature work that has emphasized the critical role of artificial intelligence in advancing business-to-business (B2B) digital marketing strategies and enabling adaptation to shifting market dynamics (Han et al., 2021).

A study on the global trends of digital marketing within small and medium enterprises (SMEs) provided insights into the foundational literature and thematic clusters identified through a literature review (Amiri et al., 2023). The findings indicate that digital marketing is not only crucial for enhancing visibility for SMEs but also for driving customer engagement and business growth (Malesev & Cherry, 2021a).

Another key piece of literature by (Nunes et al., 2024) using "digital transformation" and "internationalization" as keywords, has identified and analyzed important themes, thereby revealing opportunities for future research.

Table 1. *Digital transformation and internationalization - a systematic literature review (Nunes et al., 2024).*

Section	Details
Methodology	A systematic literature review was conducted using the Scopus and Web of Science databases.
Sample	Initially, 156 publications were identified. After applying inclusion/exclusion criteria, the final sample consisted of 74 articles.
Analysis	Both bibliometric and qualitative analyses were performed.
Findings	Eight themes related to internationalization were identified: internationalization strategy, internationalized companies, marketing-related issues, export, global supply chain, entrepreneurship and new ventures, SMEs internationalization, and internationalization of educational institutions.
Additional Findings	Eight themes related to digital transformation were also identified: internationalization drivers, digital technologies, business model innovation, digitalization, Industry 4.0, digital platforms and e-commerce, people and digital transformation, and digital institutional environment.

Source: (Nunes et al., 2024).

Table 1. based on the research systematic literature review as its methodology, drawing from the Scopus and Web of Science databases (Nunes et al., 2024). Process began by identifying an initial pool of 156 publications, which was then narrowed down to a final sample of 74 articles using specific criteria. The analysis of these articles combined both bibliometric and qualitative methods to uncover key themes. The study's findings are categorized into two main groups: eight themes related to internationalization (including strategy, global supply chains, and entrepreneurship) and eight themes related to digital transformation (covering topics such as digital technologies, business model innovation, and Industry 4.0). Inclusion criteria were defined in the sequence.

A literature overview has highlighted the digital marketing landscape, identifying key research trends and thematic developments. The overview showed how the

field has evolved in the past decade, driven by an increase in research output and the adoption of advanced technologies like AI and big data analytics. The discussion also touched upon the critical role of digital marketing for SMEs and its close link to digital transformation and internationalization processes. The insights from a systematic literature review by (Nunes et al., 2024) have been particularly valuable in identifying core themes in these interconnected areas.

THE CONCEPT OF DIGITAL MARKETING

Following a brief review of the current state of digital marketing research, this chapter aims to explore its fundamental definitions, key components, and strategic importance in today's business environment.

Today's digital marketing represents a dynamic approach to achieving marketing objectives by digital technologies and media. The conceptual framework surrounding digital marketing encompasses various strategies, tools, and platforms designed to enhance customer engagement, improve market reach, and ultimately drive sales.

Table 2. *The Brief History of Digital Marketing.*

Date	Event	Date	Event	Date	Event
1990	The term digital marketing was used for the first time.	2001	Universal Music mobile marketing	2010	Instagram is on the market.
1990	Archie; the first search engine launched	2003	Linked-In and Word Press released	2011	Internet usage has surpassed television usage among young people
1994	First clickable web ad banner	2004	Gmail has started	2011	Snapchat introduced to the market
1994	The first e-commerce event has taken place	2004	Facebook is in the market	2013	Social media advertising budgets increase

The evolution of digital marketing can be correlated with advancements in technology, reshaping traditional marketing paradigms. As a result of this reshape digital marketing has transitioned from a predominantly advertising-oriented approach to one that focuses on creating engaging consumer experiences (Fierro et al., 2017). This shift has been driven by the proliferation of social media platforms and mobile technology, which facilitate real-time interactions between businesses and consumers (Drummond et al., 2020).

Furthermore, the rise of social media has prompted a rethinking of consumer behavior and engagement strategies. Additionally, this increased the need for marketers to address consumer well-being in the digital space, highlighting the impact that technology can have on social and psychological aspects of consumers (Mertz et al., 2024). These insights lead to the understanding that digital marketing is not just about promoting products but also about fostering healthy online interactions and connections, which can enhance brand loyalty.

Digital marketing also functions as an important tool for business growth, especially for small and medium enterprises (SMEs). To understand digital technology and marketing capability is essential for SMEs to achieve growth and core competence amidst evolving market conditions (Foroudi et al., 2017). Digital marketing strategies

should be adaptable and inclusive of various digital touchpoints that resonate with consumers' interactions across diverse digital platforms (Vo et al., 2024).

Despite the growing literature dealing with social media marketing (SMM) in small and medium- sized enterprises (SMEs), one area that has not been fully explored is the creation of the content itself. SMEs typically do not have the same resources available that larger companies possess. Therefore, SMEs have to find alternative ways to compensate for this weakness (Kraus et al., 2019b).

Kraus et al. study analyzes SMEs' SMM content creation, specifically on Facebook by applying a qualitative approach. The findings suggest that it is difficult for most SMEs to efficiently use available resources, but also that minimal resources are required to create engaging content. Moreover, SMEs are typically aware of most elements that influence content creation, at least to a certain extent, and that they should have established processes and routines to overcome the burden of limited resources (Kraus et al., 2019b).

Study investigates how small and medium enterprises (SMEs) create social media content despite having limited resources. It finds that the main obstacles are a lack of time and knowledge. To overcome these challenges, successful SMEs employ various strategies, including understanding their target audience, using available tools like Facebook Insights, actively engaging with customers through contests, and focusing on high-quality visuals and an appropriate communication style. The research concludes that even with minimal resources, SMEs can create effective and engaging content by adopting a strategic approach to their social media efforts (Kraus et al., 2019b).

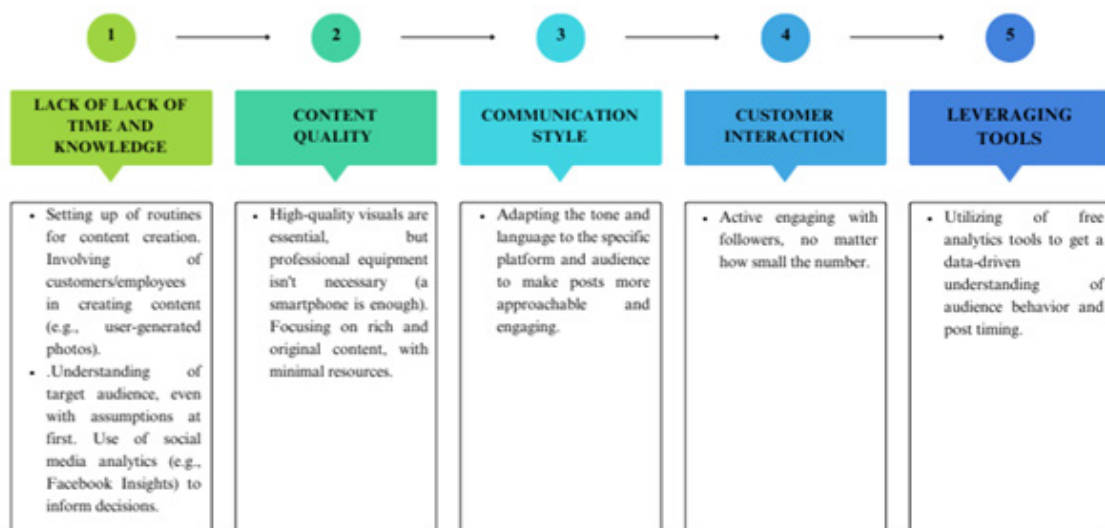


Figure 1. Digital Marketing Key Challenges and Strategies to Overcome. Source: (Kraus et al., 2019a).

Figure 1. provides a visual representation of the core challenges and strategic solutions for SMEs in creation of content for digital marketing, as discussed in the preceded research work (Kraus et al., 2019b). One of preconditions for developing effective digital content is the analysis of the digital macro and microenvironments (Choufani, 2023).

Table 3. *Digital Marketing Micro and Macro Environment Analysis.*

Environment	Description
Micro Digital Environment	<p>1. Segmentation: Effective digital marketing relies on targeting specific user groups through geographic, demographic, psychographic, and behavioral segmentation.</p> <p>2. Competitor Analysis: Benchmarking against competitors' successful digital strategies (e.g., mobile apps, engagement campaigns) is crucial for developing innovative and profitable approaches.</p> <p>3. Supplier Relations: Digital research and communication are vital for establishing and maintaining supplier relationships, especially for brands with a global presence.</p>
Macro Digital Environment	<p>1. Technological Forces: The article highlights the importance of adapting to new technologies, investing in cybersecurity, and using brand ambassadors to promote digital innovations.</p> <p>2. Economic Forces: External economic factors, such as recessions, can impact pricing and consumer demand, requiring companies to adjust their digital strategies to navigate market shifts.</p> <p>3. Political & Legal Forces: Regulatory changes and public health concerns can influence product development and marketing messages, which are then communicated through digital channels.</p> <p>4. Social Forces: A company's commitment to social issues, such as inclusion and environmental sustainability, is often reflected and amplified through its digital and social media campaigns.</p>

Source: (Choufani, 2023).

Table 2. provides a comprehensive analysis of the digital marketing environment adopted from Choufani et. al., dividing its focus between micro- and macro-environmental factors. The micro-analysis reveals that effective digital strategies are contingent upon a thorough understanding of the company's immediate context. This includes strategic segmentation of geographic, demographic, psychographic, and behavioral analysis to effectively target specific consumer groups. Additionally, a crucial aspect of this analysis involves competitor benchmarking, which allows companies to adapt to innovative digital practices, such as mobile applications and loyalty programs, from rivals. On a broader scale, the macro-environmental analysis demonstrates how external forces shape a company's digital approach. The study highlights the impact of technological, economic, political and legal and social factors. In essence, the research establishes that a robust digital marketing strategy must integrate a nuanced understanding of both internal and external environmental factors to achieve success (Choufani, 2023). This approach is particularly relevant for small and medium enterprises (SMEs), as digital and social media marketing are also highlighted as a cost-effective means for these firms to increase their market share in international markets (Malesev & Cherry, 2021b).

Successful cross-border operations are predicated on enhancements in customer engagement and brand awareness. In this context, understanding the influence of both internal and external factors within the digital marketing environment becomes critical, as such an analysis assists businesses in identifying key success factors for sustaining a competitive advantage in global markets (Bagheri Anilu et al., 2023).

The digital economy has transformed how marketing mix elements are executed, as firms increasingly leverage artificial intelligence (AI) and other technologies to fine-tune their strategies. Consequently, companies need comprehensive operational strategies that include international market selection and marketing approaches

tailored for cross-border e-commerce. This highlights the critical role that effective cross-border marketing strategies play in seizing international opportunities while managing associated risks (Chen et al., 2024).

AI integration in digital marketing strategies

Integration of AI into digital marketing provides numerous benefits, including improved customer experience, increased efficiency, and a significant competitive advantage (Efendioglu, 2023). Similarly, Generative AI significantly transforms marketing processes by offering opportunities for personalization and enhanced effectiveness. However, it simultaneously creates challenges related to consumer trust, resistance, and the broader societal and ethical implications of AI in marketing (Durmuş Şen-yapar, 2024).

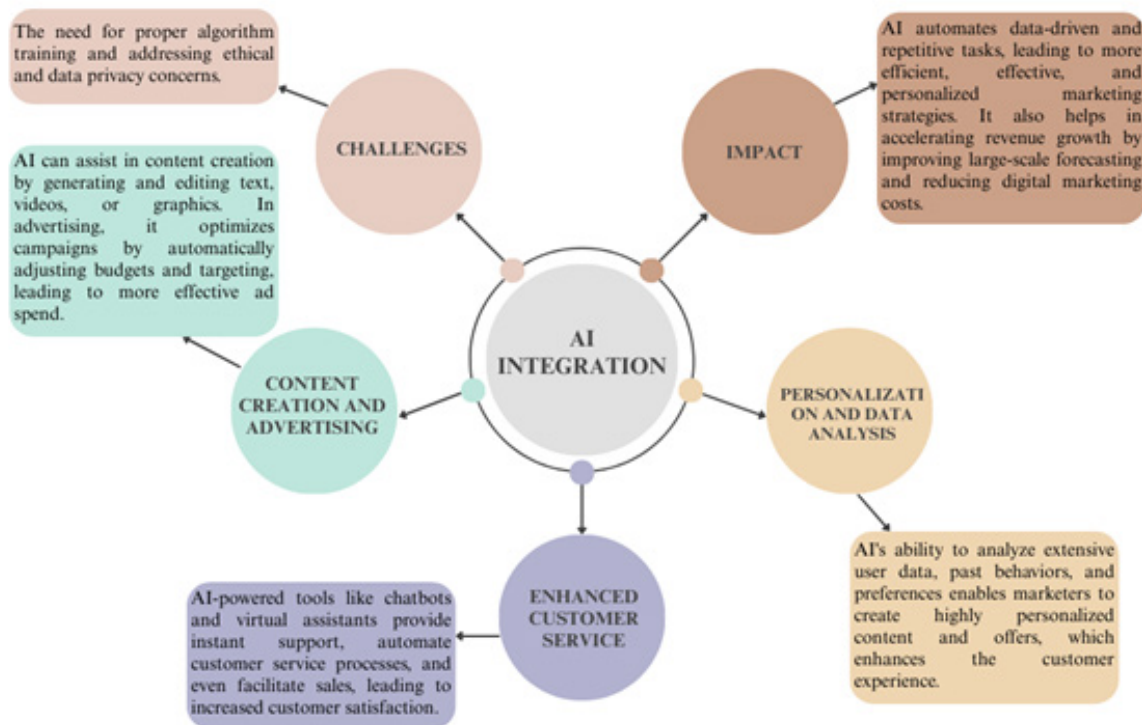


Figure 2. *AI Integration in Digital Marketing.*

Source: (Efendioglu, 2023).

Figure 2. adapted from the research work of Efendioglu et al., illustrates the transformative role of Artificial Intelligence (AI) in modern digital marketing. The figure shows that AI is a pivotal factor shaping future trends by automating data-driven and repetitive tasks, which boosts efficiency, effectiveness, and personalization in marketing strategies (Efendioglu, 2023).

As a result, successful adoption of AI technologies allows businesses to increase competitive advantage and strengthen customer-focused marketing strategies. However,

ethical and privacy issues of these technologies should also be considered. Businesses should carefully manage and audit AI applications. Thus, they can maximize the benefits of AI while minimizing possible risks. Businesses that adapt to the changing needs of society and technological developments can achieve sustainable success by creating a competitive advantage (Durmuş Şenyapar, 2024).

In addition, the ability of consumers to access unlimited information about products and services in the digital environment; the ability to compare products, prices, brands, and consumer experiences within seconds also provides various advantages for the consumer. However, situations that are an advantage for customers are sometimes disadvantageous from the point of view of businesses. This situation has made it difficult to retain the consumer. This difficulty is being overcome through artificial intelligence applications from the point of view of many businesses. Artificial intelligence assistants, which can quickly learn consumer preferences and evaluate these preferences, provide a great advantage in directing customer preferences to match customer preferences by analyzing their past experiences and profiles. While the industry is trying to take advantage of the advantages of artificial intelligence, researchers are also conducting research and experiments in many areas, including marketing related to artificial intelligence, all over the world (Şentürk et al., 2023).

Guerilla marketing strategies in digital marketing

Guerrilla marketing is considered an ideal strategy for entrepreneurs with limited budgets but big ambitions. Especially for small and medium-sized enterprises (SMEs), guerrilla marketing aims to demoralize competitors and secure a market position through small but impactful attacks. This strategy seeks to attract attention with unusual ideas, differentiate from rivals, and provide consumers with a memorable experience. By combining creativity and flexibility, guerrilla marketing has the potential to generate a significant impact with limited resources. This allows small businesses to achieve great success with lower costs and creative approaches (Bağcı & Kılbaş, 2024).

Table 4. *Comparison of Traditional Marketing and Guerrilla Marketing.*

Feature	Traditional Marketing	Guerrilla Marketing
Approach & Strategy	Based on a planned, long-term strategy, requiring larger budgets. Uses more conventional channels.	Adopts an unusual, creative, and surprise-based approach. Aims to create maximum impact with low costs.
Budget	Generally requires large budgets.	Aims to work with small and limited budgets.
Channels & Tools	Focuses on conventional media channels like television, radio, and newspapers.	Uses alternative and unusual channels such as social media, street events, and viral marketing.
Interaction & Engagement	Generally adopts one-way communication.	Aims to interact with customers, encourage their participation, and create an emotional connection.
Continuity & Periodicity	Requires a continuous strategy and long-term campaigns.	Relies on more periodic and instant attacks, appearing unexpectedly to grab attention.
Demographic Target	Aims to reach a broad audience.	Adopts more targeted and customized approaches, aiming to attract the attention of a specific target audience.
Expectation & Surprise	Generally based on a certain expectation.	Aims to influence customers with unexpected, surprising, and interesting ideas.
Flexibility & Speed	Generally relies on more bureaucratic and lengthy processes.	Requires making quick decisions, being flexible, and adapting quickly to changing market conditions.
Scale	A strategy preferred by large-scale companies, as it requires larger budgets and resources.	A more accessible and applicable method for small and medium-sized businesses, as well as entrepreneurs.

Source: (Bağcı & Kılbaş, 2024).

Table 4, which is based on the work of Bağcı & Kılbaş, highlights the differences between traditional marketing and guerrilla marketing strategies (Bağcı & Kılbaş, 2024).

Guerrilla marketing is often used in conjunction with other marketing techniques and encompasses a wide range of tactics with specific characteristics (Gökerik & Gürbüz, 2024b). The unique qualities of guerrilla marketing are frequently utilized in other marketing approaches as well. Below table shows some of the key techniques commonly used in guerrilla marketing (Bağcı & Kılbaş, 2024):

Table 5. Key Guerrilla Marketing Technique.

Guerrilla Marketing Technique	Description
Viral Marketing	Aims to create content that spreads rapidly across the internet, particularly on social media and other online platforms.
Street Marketing	A popular guerrilla marketing tool that involves activities in public spaces, such as street art, unique installations, or live events, to capture the attention of passersby.
Stealth Marketing	Involves associating a brand with a major event without paying a sponsorship fee. It relies on creativity and imagination rather than financial power, making it a key guerrilla marketing strategy.
Experiential Marketing	An approach that focuses on creating memorable and impressive experiences for consumers, rather than just highlighting product features.
Buzz Marketing	Aims to generate conversations and "buzz" about a brand to attract public attention through word-of-mouth.
Stunt Marketing	Involves performing bold actions or spectacular displays to gain public attention and media coverage.
Flash Mobs	Involves organized groups of people who perform unexpected actions in public places to draw attention to a brand or message.

Source:(Bağcı & Kılbaş, 2024).

Table 5. provides a summary of key guerrilla marketing tactics, as identified through a literature review (Bağcı & Kılbaş, 2024; Gökerik & Gürbüz, 2024b).

Guerrilla marketing, characterized by unconventional and low-cost approaches to advertising, has found a significant place within the digital marketing landscape. This innovative strategy aims to create strong brand awareness and memorable consumer experiences through creative, unexpected campaigns that engage audiences in unique ways. In the context of digital marketing, guerrilla strategies leverage various online platforms to maximize reach while minimizing costs, making them particularly attractive for small and medium enterprises (SMEs) (Aitta et al., 2008; Dinh & Mai, 2016).

DISCUSSION AND CONCLUSION

The findings of this study confirm that digital marketing provides a viable and essential pathway for small and medium-sized enterprises (SMEs) to achieve a cross-border impact, even with limited resources. The analysis demonstrates a significant shift from traditional, high-cost marketing methods to more targeted, measurable, and cost-efficient digital strategies. The literature review highlights that a strategic approach, focusing on key areas such as content marketing, Search Engine Optimization (SEO), and social media optimization (SMO), can effectively overcome the financial barriers that traditionally hinder international expansion (Efendioglu, 2023).

This paper specifically emphasizes the role of guerrilla marketing as a powerful and creative complement to these established digital methods. As (Bağcı & Kılbaş, 2024) and (Gökerik & Gürbüz, 2024b) note, guerrilla marketing is an ideal strategy for entrepreneurs with small budgets but large ambitions. Tactics like viral marketing, street marketing, and buzz marketing leverage creativity and surprise to generate maximum impact with minimal expenditure. By integrating these unconventional

approaches with digital platforms, businesses can create memorable consumer experiences that spread rapidly and secure a competitive foothold in new markets. This study's synthesis of these concepts reinforces that ingenuity, rather than financial power, is the most valuable currency in modern international marketing.

This paper concludes that strategic digital marketing, particularly when enhanced by creative guerrilla tactics, is a powerful enabler for SMEs seeking to penetrate international markets. The research presented here demonstrates that businesses with limited budgets are no longer restricted by the high costs associated with traditional global marketing campaigns. By focusing on creating compelling content, optimizing their digital presence, and engaging audiences through innovative, low-cost methods, businesses can build brand awareness and drive growth on a global scale.

The key takeaway is that success in cross-border digital marketing hinges on a deep understanding of audience behavior and a willingness to embrace unconventional strategies. The findings provide a theoretical framework and practical recommendations for entrepreneurs to leverage digital tools to their full potential. However, it is also important to acknowledge the challenges related to data privacy, ethical considerations, and maintaining consumer trust in an increasingly digital world.

For future research, it is recommended to conduct empirical studies and case analyses to validate the effectiveness of these strategies in different cultural contexts. Further exploration into the long-term return on investment (ROI) of guerrilla marketing tactics and their precise integration with AI-driven personalization could provide valuable insights for both academics and practitioners. This will help to build upon the existing theoretical foundation and provide a more robust understanding of how SMEs can continue to thrive in the global digital landscape.

REFERENCES

- Aitta, M., Kaleva, S., & Kortelainen, T. (2008). Heuristic evaluation applied to library web services. *New Library World*, 109(1/2), 25–45. <https://doi.org/10.1108/03074800810845985>
- Amiri, A. M., Kushwaha, B. P., & Singh, R. (2023). Visualisation of global research trends and future research directions of digital marketing in small and medium enterprises using bibliometric analysis. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 30(3), 621–641. <https://doi.org/10.1108/JSBED-04-2022-0206>
- Bağcı, S., & Kılbaş, A. N. (2024). Satış Stratejilerinin Oluşturulması ve Uygulanmasında Gerilla Pazarlanmanın Önemi. *Uluslararası Davranış, Sürdürülebilirlik ve Yönetim Dergisi*, 11(20), 1–18. <https://doi.org/10.54709/jobesam.1332056>
- Bagheri Anilu, S., Vakıl Alroaia, Y., & Heydariyeh, S. A. (2023). Design and Explanation of a Model for Factors Affecting the Digital Marketing Environment in Global Markets. *International Journal of Innovation Management and Organizational Behavior*, 3(1), 52–59. <https://doi.org/10.61838/kman.ijimob.3.1.7>
- Chen, X., Xia, Y., & Hou, T. (2024). Micro, Small, and Medium Enterprises' Cross-Border Business Strategies. *Proceedings of Business and Economic Studies*, 7(2), 191–197. <https://doi.org/10.26689/pbes.v7i2.6802>
- Choufani, S. (2023). Digital Marketing Strategies: Krispy Kreme Micro and Macro Digital Environment Analysis. In *Florya Chronicles of Political Economy-Year (Vol. 9)*.
- Dinh, T. D., & Mai, K. N. (2016). Guerrilla marketing's effects on Gen Y's word-of-mouth intention – a mediation of credibility. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, 28(1), 4–22. <https://doi.org/10.1108/APJML-06-2015-0102>
- Drummond, C., O'Toole, T., & McGrath, H. (2020). Digital engagement strategies and tactics in social media marketing. *European Journal of Marketing*, 54(6), 1247–1280. <https://doi.org/10.1108/EJM-02-2019-0183>
- DURMUŞ ŞENYAPAR, H. N. (2024). ÜRETKEN YAPAY ZEKÂ VE PAZARLAMA STRATEJİLERİ: SWOT ANALİZİ PERSPEKTİFİ. *R&S - Research Studies Anatolia Journal*, 7(1), 72–96. <https://doi.org/10.33723/rs.1418098>
- Efendioglu, I. H. (2023). The evaluation of AI integration in innovative digital marketing strategies. *Pressacademia*. <https://doi.org/10.17261/Pressacademia.2023.1820>
- Fidan, K., & Yıldırım, F. (2021). DİJİTAL PAZARLAMA STRATEJİLERİ ÜZERİNE NİTEL BİR ARAŞTIRMA. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Girişimcilik Dergisi*, 4(8), 137–150.
- fierro, I., cardona arbelaez, D. alonso, & gavilanez, J. (2017). Marketing Digital : Una nueva herramienta para internacionalizar la educación. *Revista Científica Pensamiento y Gestión*, 43, 220–240. <https://doi.org/10.14482/pege.43.10594>
- Foroudi, P., Gupta, S., Nazarian, A., & Duda, M. (2017). Digital technology and marketing management capability: achieving growth in SMEs. *Qualitative Market Research: An International Journal*, 20(2), 230–246. <https://doi.org/10.1108/QMR-01-2017-0014>
- Gökerik, M., & Gürbüz, A. (2024a). GERİLLA PAZARLAMA STRATEJİLERİ: DÜŞÜK BÜTÇEYLE BÜYÜK SONUÇLAR. *Uluslararası Bankacılık Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 40–63. <https://doi.org/10.52736/ubeyad.1427218>
- Gökerik, M., & Gürbüz, A. (2024b). GERİLLA PAZARLAMA STRATEJİLERİ: DÜŞÜK BÜTÇEYLE BÜYÜK SONUÇLAR. *Uluslararası Bankacılık Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 40–63. <https://doi.org/10.52736/ubeyad.1427218>
- Goldman, S. P., van Herk, H., Verhagen, T., & Weltevreden, J. W. (2021). Strategic orientations and digital marketing tactics in cross-border e-commerce: Comparing developed and emerging markets. *International Small Business Journal: Researching Entrepreneurship*, 39(4), 350–371. <https://doi.org/10.1177/0266242620962658>
- Han, R., Lam, H. K. S., Zhan, Y., Wang, Y., Dwivedi, Y. K., & Tan, K. H. (2021). Artificial intelligence in business-to-business marketing: a bibliometric analysis of current research status, development and future directions. *Industrial Management & Data Systems*, 121(12), 2467–2497. <https://doi.org/10.1108/IMDS-05-2021-0300>
- Islam, M. A., Fakir, S. I., Masud, S. Bin, Hossen, Md. D., Islam, M. T., & Siddiky, M. R. (2024). Artificial intelligence in digital marketing automation: Enhancing personalization, predictive analytics, and ethical integration. *Edelweiss Applied Science and Technology*, 8(6). <https://doi.org/10.55214/25768484.v8i6.3404>

- KARAMAN, D., & AYKIN, Ö. (2021). DİJİTAL PAZARLAMA LİTERATÜRÜNÜN BİBLİYOMETRİK VE GÖRSELLEŞTİRME ANALİZİ İLE İNCELENMESİ. *Pazarlama ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*. <https://doi.org/10.15659/ppad.14.3.972259>
- Kraus, S., Gast, J., Schleich, M., Jones, P., & Ritter, M. (2019a). Content is King: How SMEs Create Content for Social Media Marketing Under Limited Resources. *Journal of Macromarketing*, 39(4), 415–430. <https://doi.org/10.1177/0276146719882746>
- Kraus, S., Gast, J., Schleich, M., Jones, P., & Ritter, M. (2019b). Content is King: How SMEs Create Content for Social Media Marketing Under Limited Resources. *Journal of Macromarketing*, 39(4), 415–430. <https://doi.org/10.1177/0276146719882746>
- Makrides, A., Vrontis, D., & Christofi, M. (2020). The Gold Rush of Digital Marketing: Assessing Prospects of Building Brand Awareness Overseas. *Business Perspectives and Research*, 8(1), 4–20. <https://doi.org/10.1177/2278533719860016>
- Malesev, S., & Cherry, M. (2021a). Digital and Social Media Marketing - Growing Market Share for Construction SMEs. *Construction Economics and Building*, 21(1). <https://doi.org/10.5130/AJCEB.v21i1.7521>
- Malesev, S., & Cherry, M. (2021b). Digital and Social Media Marketing - Growing Market Share for Construction SMEs. *Construction Economics and Building*, 21(1). <https://doi.org/10.5130/AJCEB.v21i1.7521>
- Mertz, B. A., Hass, A., Anderson, K. C., Kaskela, T., & Zmich, L. J. (2024). #SocialMediaWellness: Exploring a research agenda and conceptualization for healthy social media consumption. *Journal of Consumer Behaviour*, 23(2), 321–335. <https://doi.org/10.1002/cb.2179>
- Nunes, M. P., Malagri, C. N. A., Steinbruch, F. K., Schreiber, D., & Damacena, C. (2024). The relation between digital transformation and internationalization – a systematic literature review. *European Journal of Innovation Management*. <https://doi.org/10.1108/EJIM-01-2024-0092>
- Paul, J. (2025). The Impact of AI and Big Data on Strategic Marketing: Enhancing Consumer Experience through Digital Transformation.
- Pham, X. L., Nguyen, P. M. B., & Truong, G. N. T. (2022). A Co-Word and Co-Citation Analysis of Digital Marketing Research. *International Journal of Service Science, Management, Engineering, and Technology*, 13(1), 1–20. <https://doi.org/10.4018/IJSSMET.304817>
- Potwora, M., Vdovichena, O., Semchuk, D., Lipych, L., & Saienko, V. (2024). The use of artificial intelligence in marketing strategies: Automation, personalization and forecasting. *Journal of Management World*, 2024(2), 41–49. <https://doi.org/10.53935/jomw.v2024i2.275>
- Şentürk, E. E., Kartal, C., & İşcan, R. V. (2023). VISIBILITY OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS IN DIGITAL MARKETING ON WOS. *Scientific Journal of Innovation and Social Sciences Research*, 3(1), 27–42. <https://dergipark.org.tr/en/pub/sjissr/issue//1490520>
- Vo, D.-T., Mai, N. Q., Nguyen, L. T., Thuan, N. H., Dang-Pham, D., & Hoang, A.-P. (2024). Examining authenticity on digital touchpoint: a thematic and bibliometric review of 15 years' literature. *Journal of Research in Interactive Marketing*, 18(3), 463–484. <https://doi.org/10.1108/JRIM-02-2023-0042>
- Ziakis, C., & Vlachopoulou, M. (2023). Artificial Intelligence in Digital Marketing: Insights from a Comprehensive Review. *Information*, 14(12), 664. <https://doi.org/10.3390/info14120664>

VERMİKÜLİT VE PERLİTİN TOPRAK NEM TUTMA KAPASİTESİNE ETKİLERİ VE KURAK BÖLGELERDE SU VERİMLİLİĞİNE KATKISI

Aden Akıncı

Milli Eğitim Bakanlığı

Zeynep Şen

Milli Eğitim Bakanlığı

Çınar Yılmaz

Milli Eğitim Bakanlığı

Zeynep Öze

Milli Eğitim Bakanlığı

Esra Yazgan

Milli Eğitim Bakanlığı

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, vermikülit ve perlitin farklı oranlarda toprakla karıştırılması sonucunda nem tutma kapasitelerinde meydana gelen değişimleri inceleyerek, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde tarımsal üretimde su verimliliğini artırma potansiyellerini değerlendirmektir. Su kaynaklarının giderek azaldığı günümüz koşullarında tarımsal üretimde suyun sürdürülebilir kullanımının sağlanması stratejik bir gereklilik hâline gelmiştir. Toprak yapısını iyileştiren ve su tutma kapasitesini artıran materyallerin kullanımı, hem su kullanım miktarını azaltmakta hem de bitki gelişimini destekleyerek daha verimli tarımsal modellerin oluşmasına katkı sağlamaktadır. Bu kapsamda yürütülen çalışmada dört farklı karışım grubu oluşturulmuştur: %50 vermikülit-%50 toprak, %50 perlit-%50 toprak, %30 vermikülit-%30 perlit-%40 toprak ve %100 toprak kontrol grubu. Tüm saksılar eşit miktarda sulanmış, kontrollü ortam koşullarına tabi tutulmuş ve nem seviyeleri düzenli aralıklarla ölçülerek karşılaştırmalı analiz yapılmıştır.

Elde edilen bulgular, vermikülit içeren karışımların suyu daha uzun süre muhafaza ettiğini, dolayısıyla en yüksek nem tutma kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir. Vermikülitin suyu bünyesinde tutma özelliği güçlü olduğu için özellikle kurak alanlarda su kaybının azaltılmasına belirgin katkı sağladığı görülmüştür. Buna karşın perlit, nem tutma bakımından daha düşük performansa sahip olmakla birlikte toprak drenajını ve havalanmasını önemli ölçüde iyileştirerek kök gelişimini desteklemiştir. Karışım grubunda (%30 vermikülit, %30 perlit, %40 toprak) hem nem tutma hem de drenajın dengeli bir şekilde sağlandığı belirlenmiş, böylece su kaybının en yavaş ve dengeli şekilde gerçekleştiği gözlenmiştir.

Bitki gelişimi incelendiğinde karışımlar arasında belirgin bir fark bulunmamakla birlikte, özellikle nem tutma kapasitesi yüksek karışımların sulama sıklığını azaltma potansiyeli taşıdığı tespit edilmiştir. Bu durum, suyun sınırlı olduğu tarım alanlarında sürdürülebilir sulama stratejilerinin geliştirilebileceğini göstermektedir. Genel olarak çalışma, vermikülit ve perlitin birlikte kullanımının tarımsal su yönetimini optimize ederek kurak bölgelerde daha verimli ve sürdürülebilir üretim yapılmasına katkı sağladığını ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Vermikülit, Perlit, Toprak Islahı, Su Verimliliği, Sürdürülebilir Tarım

YÖNTEM

Bu araştırmada, vermikülit ve perlitin farklı oranlarda toprakla karıştırılarak nem tutma performansları üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla kontrollü bir deneysel tasarım uygulanmıştır. Deney süreci dört temel aşamadan oluşmaktadır: hazırlık, sulama, nem ölçümleri ve veri analizi.

Hazırlık aşamasında, dört adet eş boyutlu saksı kullanılmış ve her bir saksıya belirlenen oranlarda karışımlar eklenmiştir:

- (1) %50 vermikülit – %50 toprak,
- (2) %50 perlit – %50 toprak,
- (3) %30 vermikülit – %30 perlit – %40 toprak,
- (4) %100 toprak (kontrol grubu).

Tüm saksılar aynı miktarda ve aynı tür toprak kullanılarak doldurulmuş, böylece yapı ve hacim farklılıklarından kaynaklanabilecek etkiler kontrol altına alınmıştır.

Sulama aşamasında, tüm saksılara başlangıçta eşit miktarda su uygulanmış ve ilk nem doygunluğu sağlanmıştır. Deney boyunca çevresel faktörlerin etkisini azaltmak amacıyla saksılar aynı ortam koşullarında bulundurulmuş; sıcaklık, ışık ve hava akımı sabit tutulmuştur.

Nem ölçümü aşamasında, sulama sonrasındaki nem değerleri 3., 4., 5., 6. ve 7. günlerde düzenli aralıklarla kaydedilmiştir. Ölçümler hassas bir dijital nem ölçer cihaz kullanılarak yapılmış ve her ölçüm her bir saksıda üç farklı noktadan alınan tekrarlarla gerçekleştirilmiştir. Bu tekrarlar ortalamaya dönüştürülerek güvenilirlik artırılmıştır.

Veri analizi aşamasında, saksılardan elde edilen nem ölçümleri zamana bağlı olarak karşılaştırılmış ve her bir karışımın su tutma kapasitesindeki değişim grafiksel olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca karışımlar arasındaki farklılıklar yorumlanarak, vermikülit ve perlit katkılarının nem tutma performansı üzerindeki etkileri analiz edilmiştir.

Kontrol edilen değişkenler arasında sulama miktarı, çevre sıcaklığı, ışık şiddeti ve ölçüm zamanları bulunmaktadır.

Bağımsız değişken, karışım oranları;

bağımlı değişken, zaman içerisindeki nem tutma düzeyi olarak belirlenmiştir.

BULGULAR

Bu bölümde, farklı toprak-vermikülit-perlit karışımlarının zaman içerisindeki nem tutma performansları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, özellikle vermikülit içeren karışımların suyu daha uzun süre muhafaza ettiğini ve kurak koşullar altında daha avantajlı bir yapı sunduğunu göstermektedir.

Toprak Nemi: Nem ölçüm sonuçları, vermikülit ilavesi yapılan karışımların, perlit ve kontrol grubuna kıyasla nemi daha uzun süre koruduğunu ortaya koymuştur. Yüksek su tutma kapasitesi, özellikle sulama aralıklarının uzun olduğu dönemlerde bitki gelişimini destekleyici bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Karışım grubunda (%30 vermikülit, %30 perlit, %40 toprak) nem kaybının daha dengeli bir şekilde gerçekleştiği ve orta-yüksek düzeyde nemi daha uzun süre muhafaza ettiği belirlenmiştir.

Sulama Sıklığı: Vermikülit ve perlit içeren karışımlarda yetişen bitkilerin daha seyrek sulamaya ihtiyaç duyduğu gözlenmiştir. Bu sonuç, söz konusu materyallerin hem su tutma hem de drenaj özellikleri sayesinde su israfını önemli ölçüde azaltabileceğini göstermektedir.

Bitki Büyümesi: Bitki gelişimi bakımından karışımlar arasında belirgin bir farklılık görülmemiştir. Bu durum, vermikülit ve perlit gibi katkı maddelerinin bitki sağlığı üzerinde olumsuz bir etki yaratmadığını; tersi şekilde büyümeyi destekleyici ortam koşulları sağladığını göstermektedir.

Genel Değerlendirme: Sonuçlar, vermikülit ve perlit içeren toprak karışımlarının kurak iklim bölgelerinde suyun daha verimli kullanılmasına katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Özellikle karışım grubunun nem tutma ve drenaj özelliklerini optimal biçimde dengelediği, dolayısıyla su tasarrufuna yönelik tarım uygulamaları için stratejik bir seçenek sunduğu görülmektedir.

Tablo 1. Toprak Karışımlarının Günlere Göre Nem Seviyesi (%)

Gün	Toprak-Vermikülit	Toprak-Perlit	%30 Vermikülit, %30 Perlit, %40 Toprak	Kontrol (Sadece Toprak)
Gün 0- 29.02.2024	Çok Yüksek (%95)	Yüksek (%80)	Çok Yüksek (%95)	Orta (%25)
Gün 3- 03.03.2024	Yüksek (% 85)	Orta-Yüksek (%62)	Yüksek (%86)	Düşük (%13)
Gün 4- 07.03.2024	Yüksek (%83)	Orta (%55)	Yüksek (%84)	Çok Düşük (%12)
Gün 5-12.03.2024	Orta-Yüksek (%75)	Orta (%48)	Yüksek (% 82)	Çok Düşük (%10)
Gün 6-18.03.2024	Orta (%68)	Düşük-Orta (%18)	Orta-Yüksek (%70)	Çok Düşük (%8)
Gün 7- 25.03.2024	Orta (%60)	Düşük (%14)	Orta (%68)	Çok Düşük (%7)
	Nem seviyesi yavaş yavaş azalır ama yüksek kalır; vermikülitin su tutma özelliği nedeniyle diğer gruplara göre daha yavaş bir düşüş gösterir.	Nem seviyesi daha hızlı azalır ancak perlitin hava geçirgenliği sayesinde kökler yeterince oksijen alır. Nem seviyesi, kontrol grubundan biraz daha yüksek olmaktadır.	En dengeli nem kaybı, nem ve hava geçirgenliğinin optimal dengesi nedeniyle. Bu karışım, su tutma ve hava alımında en iyi performansı sergilemektedir.	Nem seviyesi hızla azalır; çünkü toprak suyu iyi tutamaz ve hızlı bir şekilde buharlaşır veya derinlere sızar.

SONUÇLAR

Bu çalışma, vermikülit ve perlitin farklı oranlarda toprakla karıştırılarak kullanıldığında nem tutma kapasitesi üzerinde önemli etkiler oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde toprak verimliliğinin artırılması, sulama ihtiyacının azaltılması ve sürdürülebilir su yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi açısından dikkate değer sonuçlar sunmaktadır. Deneysel veriler incelendiğinde, vermikülit içeren karışımların yüksek su tutma kapasitesi sayesinde nemi uzun süre muhafaza ettiği, böylece toprak içerisindeki nem kaybının daha yavaş gerçekleştiği belirlenmiştir. Vermikülitin gözenekli yapısı, suyu bünyesinde tutma kabiliyetini artırmakta ve bu nedenle özellikle su kıtlığının belirgin olduğu bölgeler için etkili bir toprak iyileştiricisi niteliği taşımaktadır.

Perlit ise nem tutma konusunda vermikülite kıyasla daha düşük bir performans sergilemekle birlikte, toprak drenajını ve havalanmasını önemli ölçüde iyileştirmektedir. Deney sonuçları, perlit katkılı toprakların daha hızlı kurduğunu, ancak bu durumun bitki köklerinin oksijen alımını artırması bakımından avantaj sağladığını göstermiştir. En dikkat çekici sonuç, vermikülit ve perlitin birlikte kullanıldığı %30 vermikülit-%30 perlit-%40 toprak karışımında gözlenmiştir. Bu karışım hem yüksek nem tutma kapasitesi hem de iyi bir drenaj dengesi sunarak en stabil ve dengeli nem kaybı eğrisini ortaya koymuştur. Bu durum, bu tür karışımların hem suyun verimli kullanımını desteklediğini hem de bitki kök sağlığı açısından ideal bir ortam oluşturduğunu göstermektedir.

Bitki büyümesi açısından değerlendirildiğinde, karışımlar arasında belirgin bir farklılığın olmadığı görülmüştür. Bu durum, vermikülit ve perlitin bitki gelişimini olumsuz etkilemediğini, aksine bazı karışımların bitkinin daha az sulamayla sağlıklı biçimde büyümesine imkân tanıdığını göstermektedir. Özellikle su kaybının yüksek olduğu bölgelerde bu materyallerin kullanılması, sulama sıklığının azaltılmasına ve su tasarrufunun artırılmasına katkı sağlayabilir.

Bu çalışma, gelecekte tarımsal üretimde su yönetimi stratejilerinin iyileştirilmesine yönelik önemli bir temel oluşturmaktadır. Ancak farklı iklim bölgelerinde, farklı toprak tiplerinde ve farklı bitki türlerinde yapılacak ek çalışmalar, vermikülit ve perlit kullanımının sınırlarının ve potansiyel uygulama alanlarının daha net belirlenmesine yardımcı olacaktır. Ayrıca uzun dönemli saha araştırmaları, bu materyallerin toprağın fiziksel özellikleri, mikrobiyal aktivitesi ve bitki verimi üzerindeki etkilerinin daha kapsamlı bir şekilde ortaya konulmasını sağlayacaktır.

Öneriler:

- Vermikülit ve perlit birlikte kullanılarak su tutma-drenaj dengesi optimize edilmeli; özellikle su kıtlığı yaşayan bölgelerde bu karışımlar sulama maliyetlerini azaltmak için yaygınlaştırılmalıdır.
- Bitki gelişimi üzerindeki etkilerin net biçimde anlaşılabilmesi adına, uzun süreli bitki gözlemleri yapılmalı ve bitkilerin boy, yaprak büyüklüğü ve genel sağlık durumları düzenli olarak kaydedilmelidir.

- Tarımsal uygulamalarda bu materyallerin kullanımına yönelik eğitim programları geliştirilerek çiftçilerin doğru karışım oranlarını uygulaması sağlanmalıdır.

- Yerel yönetimler ve tarımsal destek programları, bu tür toprak iyileştiricilerin kullanımını teşvik edecek bölgesel su yönetimi stratejileri geliştirmelidir.

Bu sonuçlar, vermikülit ve perlit kullanımının sürdürülebilir tarım anlayışına uygun, su verimliliğini artıran ve iklim değişikliğine uyum sağlayan yenilikçi bir yaklaşım sunduğunu göstermektedir.

KAYNAKÇA

- Arslan, A., & Güler, S. (2019). Kurak ve yarı kurak alanlarda bitki canlılığını korumada kullanılacak toprak edici materyaller. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(3), 88–96. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tarimbilim>
- Lee, K.-S., Lee, D.-S., Lim, C.-S., Lee, S.-P., Yang, J.-E., & Chung, D.-Y. (2022). Water retention characteristics of various sizes of expanded perlite produced from two different types of rocks. *Horticulturae*, 8(9), 805. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8090805>
- Markoska, V., Spalevic, V., Lisichkov, K., Atkovska, K., & Gulaboski, R. (2018). Determination of water retention characteristics of perlite and peat. *Agriculture & Forestry*, 64(3), 113–126.
- Shahadha, S., & Wendroth, O. (2023). The impact of compost and expanded perlite on soil physical properties water productivity under different irrigation practices. *Journal of Applied Agriculture*, 11(2), 34–45.
- USGS. (2018). Vermiculite: 2018 Minerals Yearbook. U.S. Geological Survey. <https://pubs.usgs.gov/myb/vol1/2018/myb1-2018-vermiculite.pdf>
- The Perlite Institute. (2021). Using perlite fines to reduce irrigation needs in sandy soils. <https://www.perlite.org/using-perlite-fines-to-reduce-irrigation-needs-in-sandy-soils>

URMIYE GÖLÜ'NÜN 2015–2024 YILLARI ARASINDAKİ ALAN DEĞİŞİMLERİNİN UYDU VERİLERİ İLE ANALİZİ

Artin Arya

Milli Eğitim Bakanlığı

Ege Özden

Milli Eğitim Bakanlığı

Kuzey Başaran

Milli Eğitim Bakanlığı

Mehmet Bartu Pehlivan

Milli Eğitim Bakanlığı

Reyyan Eslem Yılmaz

Milli Eğitim Bakanlığı

Esra Yazgan

Milli Eğitim Bakanlığı

ÖZET

Urmıye Gölü, İran'ın kuzeybatısında yer alan ve uzun yıllar boyunca bölgenin hidrolojik, ekolojik ve sosyoekonomik yapısını şekillendiren kritik bir su varlığıdır. Tarihsel olarak geniş yüzey alanı ve yüksek tuzluluk oranıyla bilinen göl, yüzlerce endemik ve göçmen tür için yaşam alanı oluşturmakta, bölgesel iklimi düzenlemekte ve çevresindeki tarımsal üretim faaliyetlerini desteklemektedir. Ancak son otuz yılda giderek artan iklimsel baskılar, su yönetimi sorunları ve insan kaynaklı faaliyetler nedeniyle gölün su seviyesinde dramatik bir düşüş yaşanmıştır. Yağış azlığı, sıcaklık artışı, yüksek buharlaşma oranları ve tarımsal sulama için yapılan kontrolsüz su kullanımı gölün doğal su bütçesini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle Urmıye Gölü'nün uzun dönemli değişimlerinin incelenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada Sentinel-2 uydu görüntülerinin Copernicus Data Space Browser üzerinde sunulan hazır NDWI, Moisture Index, Scene Classification Layer ve False Color Urban katmanları kullanılarak 2015–2024 yılları arasındaki alansal değişimler görsel analiz yoluyla değerlendirilmiştir. Bulgular, gölün özellikle 2018–2020 yılları arasında kritik bir küçülme dönemi geçirdiğini, su seviyesindeki azalmanın hem iklimsel hem de antropojenik baskılarla ilişkilendirildiğini göstermektedir. NDWI su yüzeyindeki zamansal değişimi belirginleştirirken, Moisture Index çevredeki bitki örtüsünün nem kaybını ortaya koymuş; SCL tuzlu ve çıplak toprak alanlarının genişlediğini göstermiştir. False Color Urban kompozitleri ise tarım alanlarının yayılımını gözler önüne sermektedir. Çalışma, uydu tabanlı izleme yöntemlerinin çevresel değişimleri takip etmede etkili ve güvenilir araçlar olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Urmıye Gölü, Uydu Görüntüleri, NDWI, NDMI, İklim Değişikliği

GİRİŞ

Urmıye Gölü, İran'ın kuzeybatısında yer alan ve Orta Doğu'nun en büyük kapalı havzalarından birini oluşturan önemli bir ekosistemdir. Tarihsel olarak geniş yüzey alanı, yüksek tuzluluk oranı ve biyolojik çeşitliliği nedeniyle uluslararası ölçekte dikkat çekmektedir. Ancak son otuz yılda göl alanında meydana gelen hızlı küçülme, hem doğal faktörler hem de insan kaynaklı baskılar sonucunda kritik seviyelere ulaşmıştır. İklim değişikliğine bağlı yağış azalması, artan sıcaklıklar ve yüksek buharlaşma oranları gölün hidrolojik dengesini bozarken; tarımsal sulama, baraj inşaatları ve yüzey suyu tüketimi gibi faaliyetler gölü besleyen akışları azaltmıştır. Bu nedenle uydu verileriyle yapılan uzun dönemli analizler, gölün mevcut durumunun anlaşılması ve sürdürülebilir çevre yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi için büyük önem taşımaktadır.

YÖNTEM

Copernicus Data Space Browser üzerinden görüntü seçimi

Bu çalışmada Copernicus Data Space Browser platformu üzerinden 2015–2024 yılları arasındaki Sentinel-2 görüntüleri seçilmiştir. Arama filtresinde “Lake Urmia” bölgesi işaretlenmiş, bulut oranı %0–5 aralığında olan sahneler tercih edilmiştir. Her yıl benzer sezon dönemine denk gelen görüntülerin seçilmesine özen gösterilmiştir. Bu yaklaşım yıllar arası karşılaştırmanın daha tutarlı ve güvenilir olmasını sağlamıştır.

Hazır indeks katmanlarının seçilmesi

Analizde herhangi bir manuel bant hesaplaması yapılmamış, Copernicus arayüzünde hazır olarak sunulan NDWI, Moisture Index (NDMI), Scene Classification Layer (SCL) ve False Color Urban görselleştirme modları kullanılmıştır. NDWI su yüzeyini açıkça ayırt edebilmek için; NDMI bitki nem içeriğini izlemek için; SCL su, toprak, bitki ve bulut gibi sınıfları tanımlamak için; False Color Urban ise tarım ve yerleşim alanlarının dağılımını görmek için değerlendirilmiştir.

Yıllık karşılaştırma ve timelapse oluşturma

Seçilen görüntüler aynı indeks modu altında açılmış, yıllar arasında karşılaştırılmalı analiz yapılmıştır. Daha sonra bu görüntüler sıralanarak yıllık değişimi gösteren bir timelapse dizisi oluşturulmuştur. Bu dizi göl yüzeyindeki daralma hızını, kıyı çizgisindeki geri çekilmeyi ve tuzlu alanların yıllar içindeki yayılımını görsel olarak net biçimde ortaya koymuştur.

Görsel yorumlama yöntemi

Nicel ölçüm yapılmadan, görüntü tonları ve sınıflandırma renkleri temel alınarak su-toprak ayrımı, nem değişimi, tarım alanlarının yayılımı ve tuzlu toprak oluşumu değerlendirilmiştir. Bu yöntem özellikle eğitim düzeyine uygun, hızlı ve erişilebilir bir analiz imkânı sunmaktadır.

BULGULAR

NDWI (Water Index) bulguları

NDWI katmanı göl yüzeyini koyu turkuaz tonlarda belirginleştirdiği için yıllık değişim ilk bakışta açıkça izlenebilmiştir. 2015 yılında geniş olan su alanlarının özellikle 2017 sonrasında kuzey havzasında hızlı bir geri çekilme gösterdiği görülmüştür. 2018–2020 arası kurak dönemle birlikte su kaybı dramatik şekilde artmıştır. 2021–2024 görüntülerinde daralmanın kuzeyden güneye yayıldığı ve gölün bütününe etkilediği gözlenmiştir.

Moisture Index (NDMI) bulguları

NDMI görüntüleri tarım alanlarının ve doğal bitki örtüsünün nem durumunu değerlendirmek için kullanılmıştır. 2015–2017 arasında orta düzey nem görülürken, 2018–2020 döneminde geniş alanlarda nem kaybı belirginleşmiştir. 2020 sonrasında tarım alanlarının genişlediği, buna karşın doğal bitki örtüsünün nem kaybının arttığı tespit edilmiştir.

Scene Classification Layer bulguları

SCL katmanı, çekilen göl tabanında tuzlu ve çıplak toprak yüzeylerinin yıllar içinde hızla arttığını göstermektedir. 2018 sonrasında beyaz ve gri tonlu tuz alanlarının genişlemesi göl ekosisteminin kritik eşiklere geldiğini doğrulamaktadır.

False Color Urban bulguları

False Color Urban kompozitlerinde tarım alanları kırmızı tonlarda belirginleştiği için yıllık genişleme kolayca izlenmiştir. Özellikle 2020 sonrasında göl çevresinde tarımsal faaliyetlerin arttığı; bunun göle ulaşması gereken yüzey suyunu azalttığı değerlendirilmiştir.

SONUÇ

Bu araştırma, Urmiye Gölü'nün 2015–2024 yılları arasındaki alansal değişimlerini Sentinel-2 uydu görüntüleri kullanarak analiz etmiş ve gölün son on yılda belirgin bir küçülme eğilimine girdiğini ortaya koymuştur. Özellikle 2018–2020 döneminde iklimsel kuraklık ve aşırı su kullanımı birleşerek göl seviyesinin kritik düzeyde düşmesine yol açmıştır. NDWI analizleri su yüzeyinin daralma eğilimini net şekilde gösterirken, NDMI sonuçları hem tarımsal faaliyetlerin arttığını hem de doğal bitki örtüsünün nem kaybettiğini ortaya koymuştur. SCL katmanı tuzlu toprak yüzeylerinin hızla genişlediğini, False Color Urban görüntüleri ise tarım alanlarının havza üzerinde baskı oluşturduğunu göstermiştir. Tüm bu sonuçlar, gölün sürdürülebilirliği için su yönetimi politikalarının yeniden yapılandırılması gerektiğini göstermektedir. Modern sulama tekniklerinin benimsenmesi, akarsu akışlarının korunması, tarımsal tüketimin sınırlandırılması ve bölgesel kuraklık yönetimi stratejilerinin uygulanması büyük önem taşımaktadır. Uydu tabanlı izleme sistemleri, çevresel değişimleri takip etmede etkili, hızlı ve düşük maliyetli araçlar sunmakta olup, Urmiye Gölü örneği bu tür sistemlerin gelecekte daha geniş ölçekte kullanılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

- Gao, B. (1996). NDMI: A normalized difference moisture index for vegetation. *International Journal of Remote Sensing*, 17(7), 1423–1432.
- McFeeters, S. K. (1996). The use of normalized difference water index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing*, 17(7), 1425–1432.
- Pekel, J.-F., Cottam, A., Gorelick, N., & Belward, A. (2016). High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Nature*, 540(7633), 418–422.
- UNEP (2012). The drying of Lake Urmia: Environmental report.
- Doğrul, A., & Alkan, M. (2022). Assessment of water surface changes in Lake Urmia using satellite-based observations. *Remote Sensing Studies*, 14(2), 45–58.
- Copernicus Data Space Browser. (2024). Sentinel-2 imagery and visualization layers.

KÜRESEL ISINMA KAYNAKLI HASTALIK RİSK BÖLGELERİNİN CBS KULLANILARAK İNCELENMESİ

İnci Duru Gülbenli

Milli Eğitim Bakanlığı

Süleyman Sarp Coşkun

Milli Eğitim Bakanlığı

Esra Yazgan

Milli Eğitim Bakanlığı

ÖZET

Bu çalışma, Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerinde küresel ısınmaya bağlı olarak ortaya çıkan hastalık risklerini Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanarak kapsamlı bir biçimde değerlendirmektedir. Küresel iklim değişikliği; sıcaklık artışı, yağış rejimlerindeki düzensizlik, nem oranındaki değişim, uzun süreli kuraklık ve ekstrem hava olaylarının sıklığındaki artış gibi pek çok çevresel dinamik aracılığıyla insan sağlığını hem doğrudan hem de dolaylı biçimde etkilemektedir. Özellikle sivrisinek ve kene gibi vektör canlıların popülasyonlarında görülen artış, sıcaklık ve nem parametrelerine oldukça duyarlıdır. Bu nedenle iklimsel değişimler, sıtma, Batı Nil virüsü, Kırım Kongo kanamalı ateşi gibi hastalıkların coğrafi dağılımının genişlemesine zemin hazırlamaktadır. Benzer şekilde, su seviyelerinde yaşanan azalma ve su kaynaklarının kirlenmesi, kolera ve benzeri su kaynaklı enfeksiyonların yayılımını kolaylaştırarak halk sağlığı açısından ek riskler doğurmaktadır.

Türkiye'nin Akdeniz Havzası'nda yer alması, ülkeyi iklim değişikliğine karşı hassas ve kırılgan bir konuma getirmektedir. Özellikle Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinde nüfus yoğunluğunun yüksek olması, hızlı kentleşme, sanayileşme ve sıcaklık ortalamalarının belirgin şekilde artması, bu bölgeleri daha yüksek risk altına sokmaktadır. Araştırmada, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Sağlık Bakanlığı tarafından sağlanan veriler kullanılmış; sıcaklık, nem, kuraklık indeksi, nüfus yoğunluğu ve hastalık sıklığı gibi göstergeler 0-1 aralığında normalize edilerek mekânsal analiz için ortak bir ölçeğe getirilmiştir. CBS ortamında Ağırlıklı Çakıştırma (Weighted Overlay) yöntemi uygulanarak Türkiye'nin bölgesel sağlık risk haritası oluşturulmuş ve Marmara (0.9), Ege (0.8) ile Akdeniz (0.8) bölgelerinin yüksek risk grubunda yer aldığı tespit edilmiştir. Güneydoğu Anadolu (0.7) orta-yüksek risk; İç Anadolu (0.6) orta risk; Doğu Anadolu (0.5) ve Karadeniz (0.4) ise düşük risk grubunda değerlendirilmiştir.

Elde edilen bulgular, iklim değişikliğine uyum politikalarının bölgesel düzeyde yeniden ele alınması gerektiğini ve sağlık planlamalarında CBS tabanlı mekânsal analizlerin kritik bir araç olduğunu göstermektedir. Bu yaklaşım, iklim ve sağlık ilişkisini görselleştirmede güçlü bir yöntem sunarken karar vericilere veri temelli değerlendirme imkânı sağlamaktadır. Anahtar Kelimeler: İklim Değişikliği, CBS, Sağlık Riski, Türkiye, Mekânsal Analiz

GİRİŞ

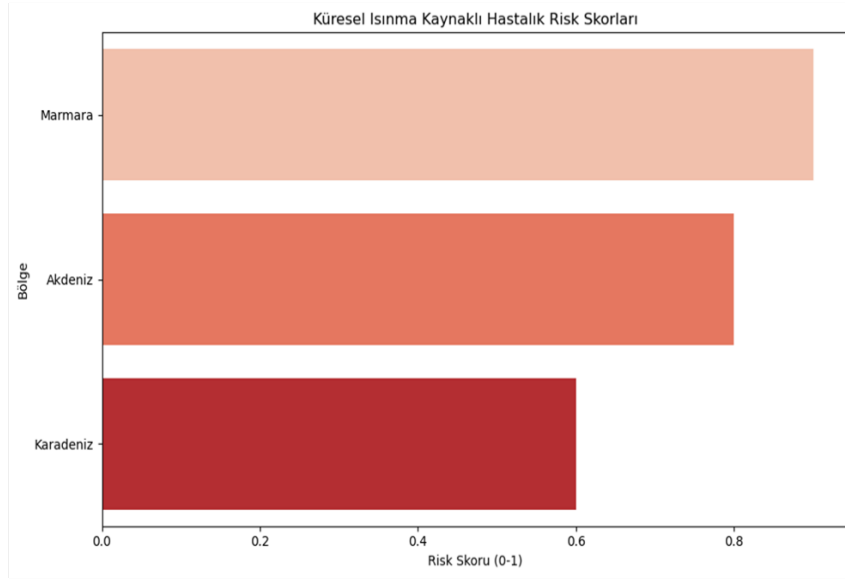
Küresel ısınma ve iklim değişikliği, günümüzde dünya genelinde ekosistemleri, toplumları ve insan sağlığını etkileyen en kritik çevresel tehditlerden biri olarak kabul edilmektedir. Artan sıcaklık değerleri, düzensiz yağış rejimleri, ani meteorolojik olaylar, uzun süreli kuraklık ve nem dengesindeki değişimler, yalnızca doğal yaşamı değil; tarımdan enerjiye, ekonomiden halk sağlığına kadar pek çok alanı doğrudan etkilemektedir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 2022), iklim değişikliğini 21. yüzyılın en büyük sağlık tehdidi olarak tanımlamaktadır. Bu tehdit, bulaşıcı hastalıkların yayılım alanlarının değişmesi, vektör popülasyonlarının artması, su ve gıda güvenliğinin zayıflaması ve sıcaklık kaynaklı ölümlerin yükselmesi gibi çok boyutlu sonuçlara yol açmaktadır.

Türkiye, Akdeniz Havzası'nda bulunması nedeniyle iklim değişikliğinden en fazla etkilenen ülkeler arasında yer almaktadır. Farklı coğrafi bölgelerde görülen sıcaklık farkları, arazi kullanımı, nüfus yoğunluğu ve su kaynaklarının durumu, iklim değişikliğinin sağlık üzerindeki etkilerinin bölgesel ölçekte farklılaşmasına neden olmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de küresel ısınmanın halk sağlığı üzerinde oluşturduğu risk bölgelerini CBS tabanlı bir yaklaşımla belirlemek ve mekânsal veriler üzerinden bu riskleri karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir.

Yöntem

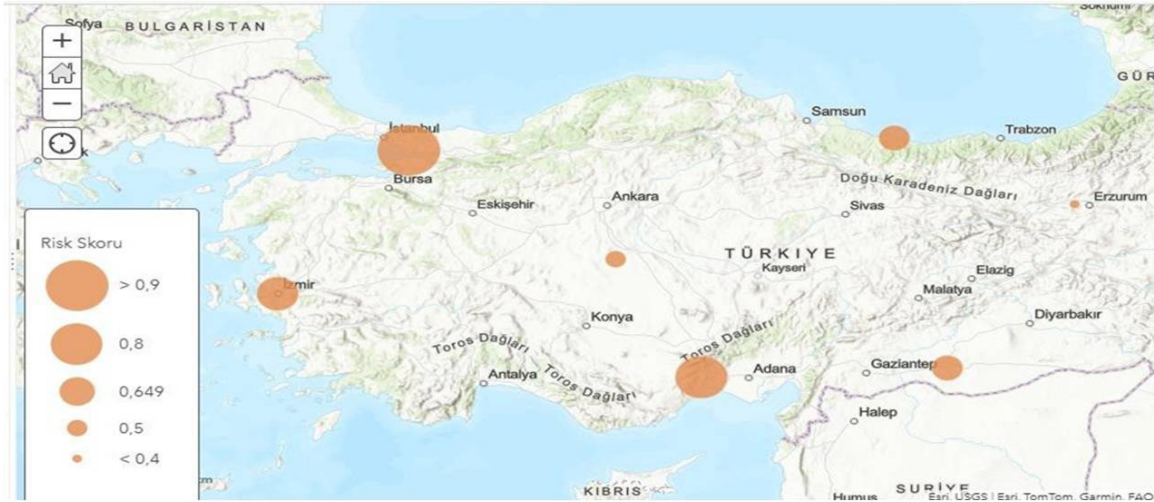
Bu araştırmada veri kaynağı olarak Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) iklim verileri, TÜİK nüfus istatistikleri ve Sağlık Bakanlığı hastalık dağılım verileri kullanılmıştır. Sıcaklık artışı, nem oranı, kuraklık indeksi, vektör hastalık sıklığı ve nüfus yoğunluğu göstergeleri CBS ortamında ayrı katmanlar hâlinde modellenmiştir. Tüm veriler 0-1 aralığında normalize edilerek mekânsal karşılaştırılabilirlik sağlanmıştır. Her mekânsal katmana literatürde belirtilen sağlık etkilerine göre ağırlık katsayısı atanmış; ArcGIS Pro yazılımı kullanılarak Ağırlıklı Çakıştırma (Weighted Overlay) analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen birleşik risk haritası, Türkiye'nin farklı bölgelerindeki iklim kaynaklı sağlık risklerini sayısal ve görsel olarak karşılaştırma imkânı sunmaktadır.

Tablo 1. Bölgesel Göstergelere Göre Normalize Risk Değerleri



Bulgular ve Tartışma

Elde edilen mekânsal analiz sonuçlarına göre Marmara, Ege ve Akdeniz bölgeleri, Türkiye genelinde en yüksek iklim kaynaklı sağlık riskine sahip alanlardır. Bu bölgelerde sıcaklık ortalamalarının yüksek olması, nem oranlarının değişkenlik göstermesi, yoğun kentleşme ve nüfus yoğunluğu risk seviyelerini artırmaktadır. Güneydoğu Anadolu ve İç Anadolu bölgeleri orta düzey risk taşımakta olup özellikle yaz aylarında artan sıcaklık ve kuraklık, bu bölgelerde vektör popülasyonlarını etkileyerek hastalık yayılım riskini artırmaktadır. Doğu Anadolu ve Karadeniz bölgeleri ise göreceli olarak daha düşük risk seviyelerine sahiptir. CBS haritaları, riskin batıdan doğuya doğru azaldığını açıkça göstermektedir.



Şekil 1. Türkiye Risk Haritası (CBS Çıktısı)

SONUÇ

Bu çalışma, Türkiye’de küresel ısınma kaynaklı sağlık risklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı mekânsal analiz yöntemiyle sistematik biçimde değerlendirildi-

rilebileceğini ortaya koymaktadır. Yapılan analizler, hem iklimsel dinamiklerin hem de demografik ve çevresel faktörlerin hastalık riskleri üzerindeki belirgin etkisini göstermiştir. Çalışma kapsamında elde edilen bulgular, Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinin Türkiye genelinde en yüksek risk seviyelerine sahip olduğunu açıkça ortaya koymuştur. Bu bölgelerde sıcaklık artışlarının belirgin olması, kentleşmenin yoğunlaşması, nüfus hareketliliğinin yüksek olması ve nem dengesindeki değişimler, iklim kaynaklı hastalık risklerini artıran temel unsurlar olarak öne çıkmaktadır. Buna karşın Güneydoğu Anadolu ve İç Anadolu bölgelerinin orta düzeyde risk taşıdığı, Doğu Anadolu ve Karadeniz bölgelerinin ise daha düşük risk seviyelerinde konumlandığı görülmüştür. Bu farklılaşma, Türkiye'nin coğrafi çeşitliliğinin, iklimsel etkileri ve sağlık risklerini mekânsal olarak heterojen bir şekilde yansıtmakta olduğunu göstermektedir.

Elde edilen sonuçlar, halk sağlığı politikalarının bölgesel ölçekte yeniden tasarlanması gerektiğine işaret etmektedir. Her bölgenin iklimsel kırılganlığı, demografik özellikleri ve çevresel risk profili birbirinden farklı olduğu için tek tip bir halk sağlığı politikası yerine bölgeye özel uyum stratejilerinin geliştirilmesi zorunludur. Özellikle Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinde vektör kaynaklı hastalıkların artma olasılığı, artan yaz sıcaklıkları ve kuraklık eğilimleri göz önünde bulundurularak proaktif halk sağlığı önlemlerinin uygulanması kritik önem taşımaktadır. Bu bağlamda erken uyarı sistemleri, çevresel izleme mekanizmaları ve yerel yönetimlerin kapasite güçlendirme çalışmaları, sürdürülebilir uyum politikalarının temel bileşenleri olmalıdır.

CBS tabanlı analizler, yalnızca mekânsal risklerin belirlenmesinde değil, aynı zamanda afet yönetimi, sağlık hizmet planlaması, çevre sağlığı uygulamaları ve eğitim faaliyetleri gibi farklı alanlarda da etkin bir araç olarak kullanılabilir. Özellikle afet yönetimi kapsamında sıcak hava dalgaları, kuraklık ve hastalık salgınlarının mekânsal dağılımının gerçek zamanlı olarak izlenmesi, kriz yönetimi süreçlerinde karar vericilere önemli avantajlar sağlayacaktır. Sağlık hizmet planlaması açısından bakıldığında ise risk yoğunluğu yüksek bölgelerde sağlık altyapısının güçlendirilmesi, özel risk gruplarının desteklenmesi ve koruyucu sağlık politikalarının yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Gelecekte yapılacak çalışmaların daha ayrıntılı ve çok katmanlı veri setleriyle desteklenmesi, iklim-sağlık ilişkisini daha hassas biçimde ortaya koyacaktır. Özellikle uzun dönemli iklim verilerini içeren zaman serisi analizleri, iklim değişikliği kaynaklı hastalıkların gelecekteki eğilimlerinin tahmin edilmesine olanak sağlayacaktır. Sosyoekonomik değişkenlerin entegrasyonu ise gelir düzeyi, eğitim seviyesi, sağlık hizmetlerine erişim gibi faktörlerin risk dağılımına etkisini görünür kılacaktır. Buna ek olarak yapay zekâ ve makine öğrenmesi tabanlı öngörü modellerinin CBS ile bütünleştirilmesi, risk haritalarının doğruluğunu artıracak ve geleceğe yönelik senaryoların daha güvenilir biçimde oluşturulmasını sağlayacaktır.

Sonuç olarak bu çalışma, iklim değişikliğine karşı Türkiye'nin sağlık risk kırılganlığını ortaya koymakta ve CBS tabanlı mekânsal analizlerin bu alandaki en güçlü karar destek araçlarından biri olduğunu göstermektedir. Bulgular, hem ulusal hem de yerel ölçekte geliştirilecek halk sağlığı politikalarına, uyum stratejilerine ve bilimsel araştırmalara ışık tutarak kapsamlı bir çerçeve sunmaktadır.

KAYNAKÇA

- ArcGIS Pro Documentation. (2024). Weighted Overlay Tool. <https://pro.arcgis.com>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). Climate Change 2023: Synthesis Report.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2024). Türkiye İklim Raporu.
- TÜİK. (2024). Çevre ve Sağlık Verileri.
- United Nations Environment Programme. (2022). Global Environment Outlook.
- World Health Organization. (2022). Climate change and health. <https://www.who.int>
- Ministry of Health of Turkey. (2023). Climate and Public Health Report.

İNSAN BİLGİSAYAR ETKİLEŞİMİ KONULU MAKALELERİN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ İLE KAMU YÖNETİMİNİN GELECEK TAYİNİNİ YAPMAK

Dr. İrfan Özacit
Hacettepe Üniversitesi

ÖZET

İnsan Bilgisayar Etkileşimi (İBE) / *Human Computer Interaction (HCI)*, temelde bilgisayar ya da bilgisayar temelli teknoloji kullanıcısı olan insanlarla, bilgisayar ve dijital sistemlerle nasıl bir etkileşim içinde bulunduğu, bu etkileşimin neden ve sonuçlarının ve süreçlerinin ele alındığı çok disiplinli ve disiplinlerarası bir alandır. Bu çalışma kapsamında İBE literatürünün kapsamlı bir bibliyometrik analizi yapılarak insan ve bilgisayar ilişkisi bağlamının izleri sürülerek kamu yönetiminin gelecek tayini yapılmaya çalışılmıştır. Bu çalışma kapsamında hızla önemi artan İBE'nin akademik bağlamda gelişim ve etkileşim sürecinin ele alınması amacıyla İBE konusunda 2015-2024 yılları arasında yazılan makalelerin bibliyometrik analizi yapılmıştır. Makale kapsamında insan bilgisayar etkileşimi alanında Web of Science'ta (WoS) Core Collection'da yer alan araştırma ve inceleme makalelerinin kapsamlı bir bibliyometrik analizi yapılarak alanın geniş bir resmi çizilmiştir. Bu doğrultuda 2015-2024 yıllarını kapsayan son on yıllık dönemde toplam 390 makalenin analizi R programlama dili kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda insan bilgisayar etkileşimi temalı araştırmaların artış eğilimi gösterdiği görülmektedir. Bu alandaki yıllık bilimsel üretimin zaman içerisinde genel olarak arttığı görülmüştür. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular doğrultusunda kamu yönetiminin ve kamu politikalarının insan bilgisayar etkileşimi bağlamı dışlanmadan nasıl şekillenmesi gerektiğine yönelik yol haritası sonuç kısmında sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler

Kamu Yönetimi, İnsan Bilgisayar Etkileşimi, Kamu Hizmeti, Bibliyometrik Analiz, Web of Science (WoS)

GİRİŞ

İnsan Bilgisayar Etkileşimi (İBE) / *Human Computer Interaction (HCI)*, temelde bilgisayarlar ile insanların nasıl bir etkileşim içinde bulunduğu ele alan bir çalışma alanıdır. 1940'lardan itibaren insan-makine etkileşiminin başlamasıyla gelişen bu süreç, 1980'lerde İBE'nin resmi bir disiplin haline gelmesinin ardından, bilgisayar teknolojilerinin bireylerin günlük yaşamına giderek daha da dahil olması İBE'nin

önemini arttırmıştır (Dix, Finlay, Abowd, & Beale, 2003; Sharp, Preece, & Rogers, 2019). Günümüzde insanların bilgisayar ve dijital teknolojileri kullanım sıklığı artmakta ve insanlar ve bilgisayarlar arasındaki etkileşim gittikçe daha da önem kazanmaktadır.

İBE’de gerçekleşen gelişmeler, insanları etkilediği gibi beraberinde kamu yönetimi ve kamu hizmetlerini de etkileyen ya da etkileyecek olan bir olguya dönüşmüştür. Aynı zamanda kamu politikalarında İBE olgusu dahilinde alınan kararlar (dijitalleşme adımları gibi) da benzer şekilde İBE’yi etkileyebilmektedir. Bu çalışma dijitalleşmenin hızla yükseldiği bu dönemde kamu yönetimi ve kamu hizmetlerinin dijitalleşme bağlamı gelecek tayinini yapabilmenin İBE alanındaki gelişmeleri takip ederek etkinliği artacak bir olgu olduğunu öne sürmektedir. Bu doğrultuda bu çalışmada İBE literatüründeki gelişmeler üzerinden İBE alanında kamu yönetimi ve kamu hizmetlerine gelecek tayini yapılabilmesi için bir yol haritası oluşturulabilmesi hedeflenmektedir. Esasen farklı bir alandaki gelişmelerin (İBE literatürü bir öncül olarak görülmüştür) kamu hizmetlerinin iyileştirilmesi ve kamu politikalarının bu doğrultuda kurgulanabilmesini mümkün kılabilceği düşünülmüştür.

Bu çalışma kapsamında İBE literatürünün kapsamlı bir bibliyometrik analizi yapılarak insan ve bilgisayar ilişkisi bağlamının izleri sürülerek kamu yönetiminin gelecek tayini yapılmaya çalışılacaktır. Bu doğrultuda İBE’nin akademik bağlamda gelişim ve etkileşim sürecinin ele alınması amacıyla İBE konusunda 2015-2024 yılları arasında yazılan makalelerin kapsamlı bir bibliyometrik analizi yapılacaktır. Böylece söz konusu bibliyometrik analiz ile literatüre ilişkin kapsamlı bir örüntü sunulur ve literatürün bir nevi röntgeninin çekilmesi sağlanarak bu alanda kamu yönetimindeki seyir ve rotası belirlenmeye çalışılacaktır.

Bu çalışma kapsamında insan bilgisayar etkileşimi konusunda son 10 yılda yani 2015-2024 yılları arasında yazılan araştırma ve inceleme makalelerinin kapsamlı bir bibliyometrik analizinin yapılması hedeflenmektedir. Bu kapsamda Web of Science (WoS) Core Collection’da (Clarivate Analytics, 2024) dizinlenen “insan bilgisayar etkileşimi” (*human computer interaction*) temalı makalelerin geniş bir spektrumda bibliyometrik analizi gerçekleştirilecektir. Çalışma doğrultusunda inceleme nesnesi yapılan makaleler veri setinin nasıl oluşturulduğu, metodoloji kısmında ele alınacak olmakla birlikte toplam 390 tane makalenin kapsamlı bir bibliyometrik analizi yapılması amaçlanmaktadır. Böylece insan bilgisayar etkileşimi temalı makalelerin geniş bir resminin çizilmesi gerçekleştirilmiş olacaktır. Elde edilen bulgular doğrultusunda çalışma sonucunda kamu yönetiminin ve kamu politikalarının insan bilgisayar etkileşimi bağlamı dışlanmadan nasıl şekillenmesi gerektiğine, kamu hizmetlerinde İBE ve dijitalleşme bağlamı hangi adımların öncelikle atılması gerektiğine yönelik yol haritası sunulacaktır.

KAVRAMSAL ÇERÇEVE: İNSAN BİLGİSAYAR ETKİLEŞİMİ (İBE) VE KAMU YÖNETİMİ

İnsan Bilgisayar Etkileşimi (İBE) / *Human Computer Interaction (HCI)*, temelde bilgisayar ya da bilgisayar temelli teknoloji kullanıcıları olan insanlarla, bilgisayar ve dijital sistemlerle nasıl bir etkileşim içinde bulunulduğunun, bu etkileşimin neden ve sonuçlarının ve süreçlerinin ele alındığı çok disiplinli ve disiplinler arası bir alandır. Ghaoui (2006)’nin *Encyclopedia of Human Computer Interaction* isimli çalışmasında ele

alındığı biçimiyle, ACM İnsan Bilgisayar Etkileşimi Müfredat Geliştirme Özel İlgi Grubu (*ACM Special Interest Group on Computer Human Interaction Curriculum Development*) verilen tanıma dayanarak ve İBE literatürünün çoğunda ve sık sık tekrar edilen tanıma göre, İBE'nin tanımı için şu ifade kabul edilebilir bir tanım olarak değerlendirilebilir: "*İnsan-bilgisayar etkileşimi, insanların kullanımına yönelik interaktif bilgi işlem sistemlerinin tasarımı, değerlendirilmesi ve uygulanması ile bu sistemleri çevreleyen temel olguların incelenmesiyle ilgilenen bir disiplindir*" (Ghaoui, 2006).

(1) Kullanıcı, (2) araç / arayüz, (3) görev bileşenlerinin bir (4) bağlamda ele alındığı ve bu dört temel bileşen üzerine kurulu olan İBE (Çağltay, 2018), bilgisayar bilimleri, tasarım, psikoloji, sosyoloji, robotik, ergonomi gibi çok çeşitli alanlardan beslenir ve kullanıcı deneyimi, erişilebilirlik, kullanılabilirlik gibi amaçlara odaklanarak insan ve bilgisayar etkileşimini kolaylaştırmayı ve bu etkileşimi incelemeyi temele alan bir çalışma alanı olarak belirir. Kamu yönetiminin dijital hizmet sunumu alanlarını aktif kullanması ve kamu hizmetlerinde vatandaş odaklı dijital dönüşüm hamleleri İBE'yi kamu yönetimi için de önemli bir hale getirmeye başlamıştır. Bu anlamda İBE alanındaki gelişmelerin kamu yönetimi ve kamu hizmetlerinin sunuluş biçimlerini doğrudan etkilediğini söylemek yanlış olmayacaktır.

Günümüzde teknoloji kullanımının yaygınlaşması İBE'yi daha da önemli hale getirmektedir. Özellikle 2020 yılında yaygınlaşan Covid 19 pandemisi ile artan dijital uygulamaların evden kullanımının yaygınlaşması sonrası "*dijital uygulamalara erişimi kolaylaştıracak kullanıcı arabirimlerinin (user interface) erişilebilirliği (accessibility) ve kullanılabilirliği (usability)*" hususları artan hızla gündeme gelmiştir (Gülseçen, 2020). Bu durum da kamu hizmetlerinin eşit ve dengeli dağılımları için de önemlidir. Örneğin engelli vatandaşların dijitalleşen kamu hizmetlerine erişebilmeleri İBE çerçevesinin nasıl geliştirildiği ve yerleştirildiği ile doğrudan ilgilidir. Kamu yönetiminin bizzat iç yapısında da kamu çalışanlarının dijital uygulamaları ve teknolojileri kullanımı ile İBE arasında doğrudan ilişki bulunmaktadır. Diğer taraftan tarihsel süreç içerisinde ele aldığımızda İBE çok daha eskiye dayanmaktadır;

-1940'larda henüz İBE'ye dair kayda değer bir şey olmasa da Vannevar Bush'un (1945) "*As We May Think*" isimli makalesi önem taşımaktadır. Bu makalede Bush, bilginin organize edilmesi ve paylaşılabilmesi için geliştirilmiş Memex (*Memory Extender*) isimli dönemi için yenilikçi bir mekanizma konseptini tanımlamıştır (Bush, 1945).

-1950'lerde İBE'nin ilk adımları atılmaya başlanmıştır. Bu dönemde, kullanıcı deneyimi, arayüz tasarımı gibi kavramların henüz geliştirilmediği görülmektedir. İnsan-makine etkileşiminin delikli kartlar ve yazılı komutlar ile sağlandığı bu dönemde çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Örneğin Alan Turing, "*Computing Machinery and Intelligence*" isimli makalesinde makinelerin düşünme kapasitesini sorgulamıştır (Turing, 1950). Ancak bu yıllarda İBE kapsamına dair daha doğrudan bir çalışmayı Brian Shackel, "*Ergonomics for a Computer*" isimli çalışmasında ele almış ve ergonomik prensiplerin insanların bilgisayarla etkileşimi bağlamında nasıl ele alınabileceğini incelemiştir (Shackel, 1959).

-1960'lar İBE açısından bu etkileşimi güçlendiren çeşitli araç ve unsurların ortaya çıkması bakımından İBE alanı için oldukça önemlidir. Bu dönemde örneğin J.C.R. Licklider, "*Man-Computer Symbiosis*" isimli makalesinde insan ve bilgisayar-

ların simbiyotik bir ilişki içinde birlikte çalışarak problem çözme ve karar verme süreçlerini nasıl geliştirebileceğini ele almıştır (Licklider, 1960). Bir başka önemli çalışmayı ise Douglas C. Engelbart yapar, fare ve etkileşim ilişkisini ele alır (Çağiltay, 2018) ve "*Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework*" isimli çalışmasında insan zekasını arttırmak için bilgisayarların nasıl kullanılabileceğine dair bir çerçeve sunarak İBE'nin temellerini atmıştır (Engelbart, 1962). Bu dönemde İBE konusunda bir diğer önemli çalışmalar dizisi Birleşik Krallık'ta 1969'da yayınlanmaya başlayan "*International Journal of Man-Machine Studies (IJMMS)*" isimli dergiydi, bu derginin adı 1994'te *Journal of Human-Computer Studies (IJHCS)* olarak değiştirilerek yayın hayatına devam etmiştir.

-1970'lerde İBE için önemli bir kavram olan "etkileşim" kavramları gelişmeye başlamıştır. Kullanıcı dostu (*user friendly*) kavramı ilk kez 1970'li yıllarda ortaya atılmış ve NATO insan bilgisayar etkileşiminin daha verimli ve kullanıcı dostu olması amacıyla İnsan-Bilgisayar Etkileşimi (İBE) (*man-computer interaction*) çalıştayına sponsor olmuştur (Acartürk & Çağiltay, 2006). Bu dönemde tasarım ve kullanılabilirlik İBE'de önem kazanmıştır.

-1980'lerde İnsan Bilgisayar Etkileşimi disiplini resmi olarak doğmuştur. Bu yıllarda ilk olarak 1980 yılında Ben Shneiderman, "*Software Psychology: Human Factors in Computer and Information Systems*" isimli kitabını yayınlamış ve bu kitabında yazılım tasarımında insan faktörünü ve psikolojisini ele alarak kullanıcı dostu arayüzlerin geliştirilebilmesine yönelik ilkeleri ele almıştır (Shneiderman, 1980). 1982 yılında ACM (*Association for Computing Machinery*) tarafından SIGCHI (*Special Interest Group on Computer-Human Interaction*) kurulmuş ve sonrasında CHI (*International Conference for Human-Computer Interaction*) konferanslarını başlatmış ve yine bu dönemde ilk endüstriyel insan bilgisayar etkileşimi laboratuvarları inşa edilmeye başlanmıştır (Acartürk & Çağiltay, 2006). Bu dönemde yapılan bir başka önemli çalışma ise Stuart K. Card, Thomas P. Moran, Allen Newell tarafından 1983 yılında yayınlanan "*The Psychology of Human-Computer Interaction*" isimli çalışmadır; İBE'nin mihenk taşlarından biri olan bu çalışmada yazarlar İBE'nin psikolojik temellerini irdeleyerek, kullanıcıların bilgisayarlarla nasıl etkileşimde bulduklarını ve bilişsel süreçlerini ele almışlardır (Card, Moran, & Newell, 1983). Apple 1984 yılında Macintosh'u piyasaya sürerek, bireysel kullanıcı bağlamında grafiksel arayüzlerin yaygınlaşmasını sağlamıştır.

-1990'larda *www (world wide web)* ya da kısaca web ve internetin yaygınlaşması ile İBE'de web tasarımı ve kullanılabilirlik alanları önem kazanmaya başlamıştır. Bu dönemde İBE çalışmalarının önemi gittikçe artmış ve kullanıcı merkezli tasarımların ön plana çıkmasının yanında, Carnegie Mellon Üniversitesi ve Indiana Üniversitesi gibi üniversitelerde ilk İBE akademik programları açılmaya ve yürütülmeye başlanmıştır (Acartürk & Çağiltay, 2006).

-2000'lerde mobil ve dokunmatik teknolojilerin yaygınlaşması insanların bilgisayar teknolojileriyle çok daha yoğun etkileşim içinde olmasına neden olarak İBE'nin önemini arttırmış ve onu farklı bir boyuta taşımıştır. Bu dönemi başta akıllı telefonlar ve tabletler farklı bir boyuta taşıyarak, erişilebilirlik, kullanılabilirlik gibi temel İBE unsurlarının günlük hayatta pratiklerinin yaygın bir biçimde görüldüğü dönem olmuştur. Doğal kullanıcı arayüzleri bu dönemde yaygınlaşmaya başlamıştır.

-2010'lar sonrası ise yapay zekanın (AI) gelişimi, giyilebilir teknolojilerin yaygınlaşması, sanal ve artırılmış gerçeklik (VR ve AR) teknolojilerinin gelişmesi gibi konular İBE'nin merkezine yerleşerek temelde insan merkezli teknolojilerin geliştirilmesine yol açmıştır. 2010'lar ve sonrasındaki dönem; mobil teknolojiler iyice yaygınlaşmaya; kullanıcı deneyimi (UX) ve kullanıcı arayüzü (UI) gittikçe önem kazanmaya; Alexa, Siri, ChatGPT gibi yapay zeka ve doğal dil işleme temelli asistanlar yaygınlaşmaya; kullanıcı odaklı mobil uygulamaların ve dokunmatik teknolojilerin geliştirilmeye ve yaygınlaşmaya; İBE'nin eğitim ve araştırma kapsamında daha fazla üniversitenin eğitim programına dahil edilemeye başladığı ve devam edildiği bir dönem olmuştur.

Kamu yönetimi ve kamu hizmetlerinin dijital teknolojileri kendi hizmetlerinde ve faaliyet alanlarında kullanmaları teknolojik gelişmelerin gerisinden gelen, hatta bazı zamanlar çok daha geç takip edebilen şekilde ilerlemektedir. Yukarıdaki tarihsel akış da insan bilgisayar etkileşimi alanındaki gelişmelerin büyük ölçüde özel sektör öncülüğünde ve belirleyiciliğinde geliştiğini göstermektedir. Örneğin son yıllarda sohbet robotları konusunda özel sektör şirketlerinin gerçekleştirdiği gelişimi kamu kesimi henüz pek çok hizmetine uyarlayamamıştır. Hatta bu hizmetlerin altyapısını özel sektörden çoğunlukla satın alma yoluna gitmektedir. Bu durum dijitalleşme ve dijital bağlama oturtulacak kamu hizmetleri konusunda kamu yönetiminin gelişim yönünün İBE konusunda gelişmeler takip edilerek daha hızlı ve kolay uyarlanabileceğini ve nihayetinde zaten bu alanı takip ettiğini gösterir niteliktedir.

İnsan bilgisayar etkileşimi, "doğal dil işleme" yöntemleriyle sesli komutlar kullanılarak veri tabanlarına erişimin sağlanmasından (Özyurt, Barış, Rzayev, & Özyurt, 2024), 80'li yıllardaki durumunu çok daha değiştirerek insan mekan etkileşimine (Altın, 2016), fizik tedavi ve rehabilitasyondan spora kadar (Fidan, Yıldız, & Şahan, 2019) geniş çaplı ve çeşitli konu ve alanları etkilemektedir. Bu geniş spektrumda İBE'nin hangi amaç ve kapsamda kullanılacağı uygulamayı geliştirenlerin ve kullanıcıların tercihleriyle şekillenecektir. Örneğin akıllı telefonlar bir yandan insanlar arasında her zaman ve her yerden erişilebilirlik sağlayıp iletişimi kolaylaştırırken diğer yandan insanların ilgisini çekip, zamanlarını alan ve onları izole eden bir araca da dönüşmüştür (Şahin, Erdoğan, & Ekenel, 2018). Vatandaşların kullanım alışkanlıkları ve beklentilerinde gerçekleşen davranışsal değişiklikler kamu kesimin sunduğu hizmetlerin de dönüşümünü beraberinde getirmektedir. Ayrıca bu dijital beklentiler ve değişim bizzat kamu yönetiminin iç yapısındaki iş yapış biçimlerini de etkilemektedir. Bu bağlamda İBE'nin kendi konusu dahilinde kamu yönetimini değiştiren bir etkisi bulunmaktadır. Bu çerçevede İBE'nin nasıl kurulduğu, kurgulandığı ve uygulandığı hem günümüzde hem de gelecekte kamu hizmetlerinin ve kamu yönetiminin bizzat kendisi için önem arz etmeye devam edecektir.

METODOLOJİ

Bu çalışmada bibliyometrik analiz yapılması için ilk önce hangi makalelerin çalışma kapsamına dahil edileceği üzerine bir çalışma yürütülmüştür. Bu çalışma için analizde kullanılan bibliyometrik veri seti, Web of Science Core Collection veri tabanından indirilmiş ve kullanılmıştır (Clarivate Analytics, 2024). Bu kapsamda öncelikle Clarivate Analytics (2024) tarafından yönetilen Web of Science Core Collection'da "*human computer interaction*" (insan bilgisayar etkileşimi) anahtar kelimesiyle konu (*topic*) bağlamında arama yapılmıştır. İlk etapta 25,426 kaynağa ulaşılmıştır. Çalışma

kapsamında sonrasında “makale” (*article*) ve “derleme makaleler” (*review article*) filtrelenmiş¹ ve incelenecek kaynak sayısı 12,346’ya indirilmiştir. Çalışmanın kapsamını doğrudan insan bilgisayar etkileşimi dahilinde tutabilmek için “*citation topic meso*” düzeyinde bir filtrelemeye daha gidilmiş ve burada da spesifik olarak insan bilgisayar etkileşimi seçilmiştir. Bu sebeple kapsamın spesifik hale getirilmesi için bu filtreleme gerekli görülmüş ve 741 makaleye ulaşılmıştır. Bunlardan da İngilizce olan makaleler filtrelenmiş ve 729 makale elde edilmiştir. Son olarak çalışma kapsamında insan bilgisayar etkileşimi alanında yazılan makalelerin zamansal genişliğini daraltmak ve son yıllarda yapılan çalışmaları incelemek için makalelerin yayın tarihleri son 10 yıl ile sınırlandırılmıştır. Bu doğrultuda 2015’ten başlayarak 2024’e kadar olan makaleler incelenmiştir². Böylece analiz edilebilir makale sayısı nihai olarak 390 olarak belirlenmiştir.

Sonrasında bu kaynakların tam kayıtları ve atıf yapılan referansları ile birlikte listelenmiştir (Clarivate Analytics, 2024). Daha sonra bu verilerle kapsamlı bir bibliyometrik analiz yapılabilmesi için R programlama dili (R Core Team, 2024) kullanılmıştır. R programlama dili (R Core Team, 2024) kullanılarak gerçekleştirilen bu çalışmanın analizi için “bibliometrix” paketi (Aria & Cuccurullo, 2017) ve biblioshiny arayüzü aracılığıyla analizler yapılmıştır ve söz konusu “bibliometrix” paketi çalışma boyunca analizde kullanılmıştır (Aria & Cuccurullo, 2017). Aşağıda bundan sonraki kısımda analize geçilmiştir.

BULGULAR

Temel bilgiler

Şekil 1: Temel bilgiler



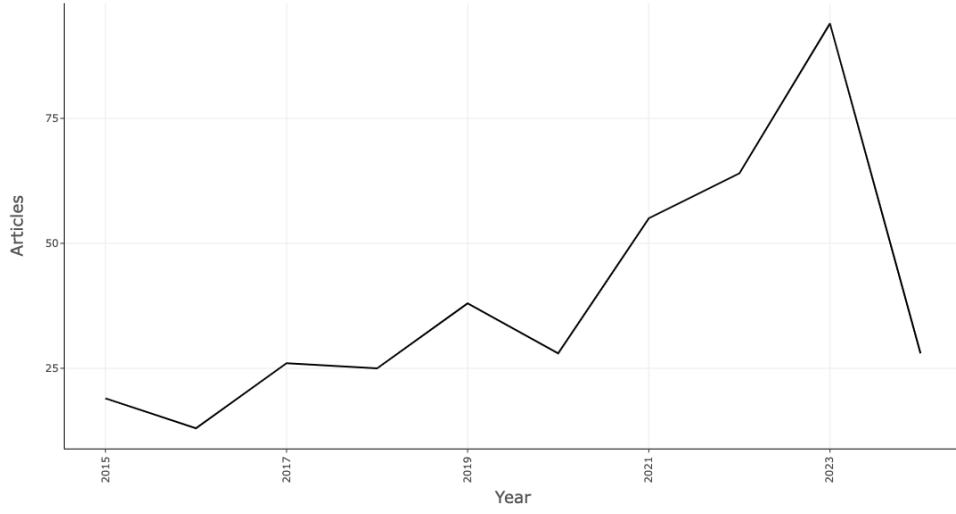
Şekil 1’de yer alan temel bilgiler görselinden de görüleceği üzere insan bilgisayar etkileşimi konusunda 2015 yılından 2024 yılına kadar Web of Science Core Collection’da 186 kaynaktan toplam 390 makalenin ele alındığı görülmektedir. Bu alanda yazılan çalışmaların ortalama yıllık büyüme oranının ise %4.4 olduğu görülmektedir. Bu alanda 1245 tane yazarın olduğu ve 30 tane de tek yazarlı makalenin bulunduğu görülmektedir.

[1] Proceeding paper, book chapters, early access gibi kaynak türleri dışarıda bırakılmıştır.

[2] Bu çalışma verileri 2024 yılının ilk yarısında oluşturulduğu için bu yıla ait yayın sayıları yüksek gözükmemektedir.

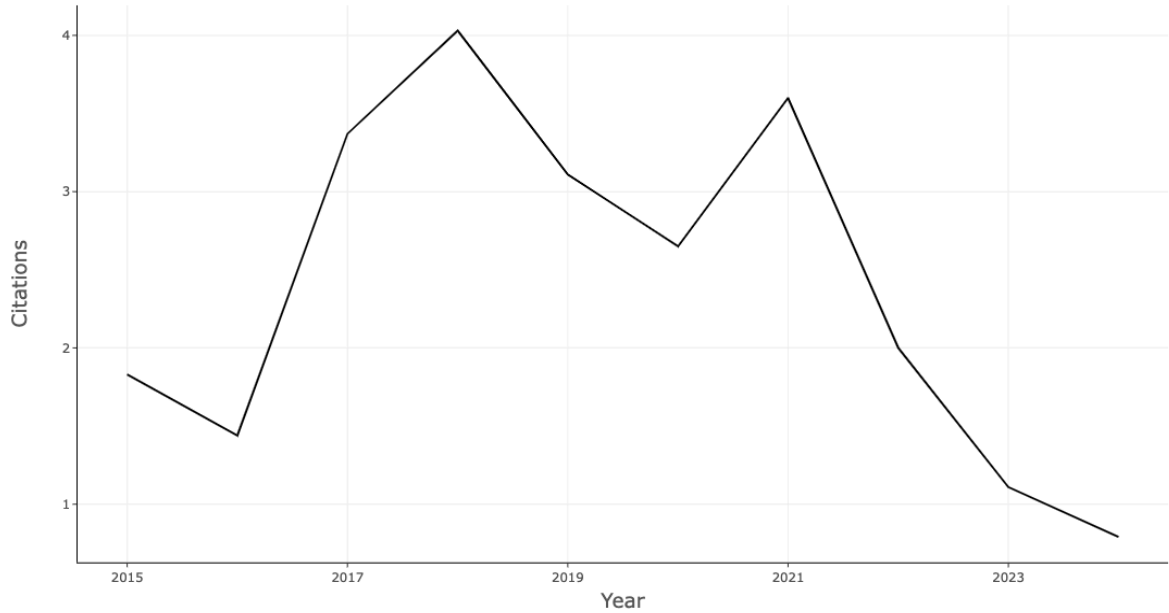
Yıllık bilimsel üretim

Şekil 2: Yıllık bilimsel üretim



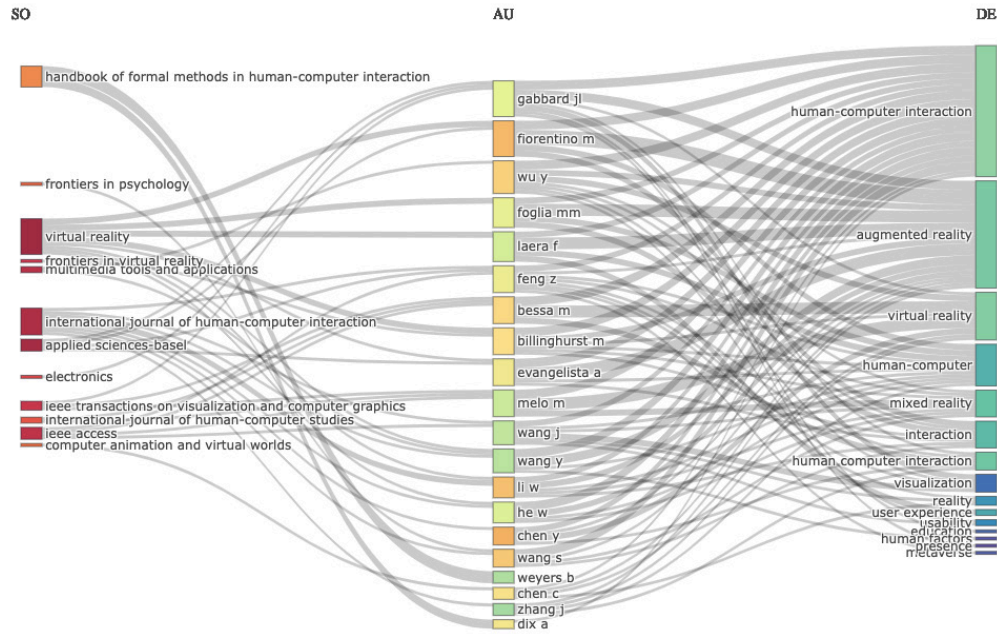
Araştırma kapsamında incelenen makalelerin yıllık bilimsel üretim miktarları Şekil 2’de gösterilmiştir. Analiz kapsamında bilindiği üzere 2015-2024 yılları esas alınmış ve 2024 yılının sadece yarısında analiz gerçekleştirildiği için bu yıla ait tüm yayın sayılarına erişilememiştir. Ancak grafik incelendiğinde insan bilgisayar etkileşimi konusunda yapılan çalışmalarda yıldan yıla artış olduğu ve bu alanda yapılan çalışmalara olan ilginin ve konunun öneminin arttığı anlaşılmaktadır. Özellikle 2020 yılından sonra insan bilgisayar etkileşimi alanına olan ilgi hızla artmıştır.

Yıl bazına düşen atıflar



Yukarıda yer alan Şekil 3’te yıl bazına düşen atıfların grafiği verilmiştir. Bu grafik incelendiğinde 2018’den 2021 yılına kadar yıl başına düşen atıflarda bir artış olduğu

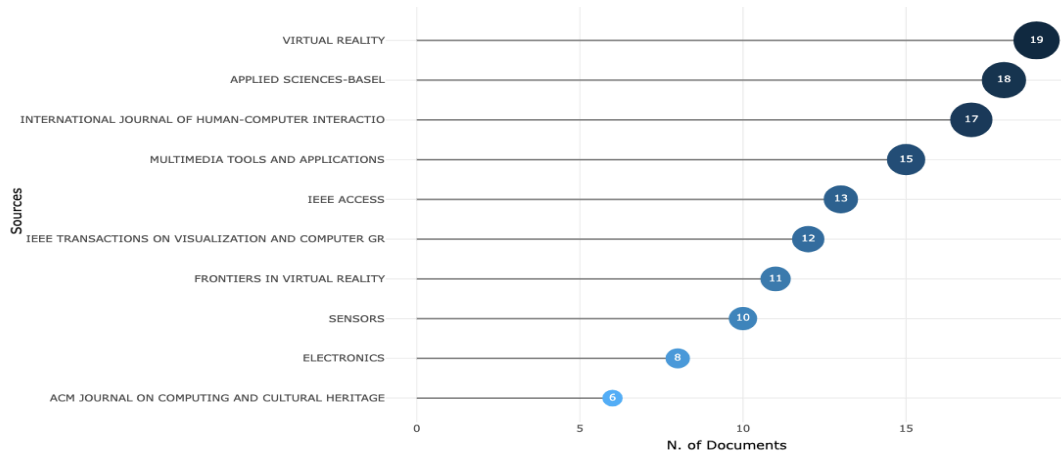
görülmektedir. Ancak 2021 yılından itibaren yıl başına düşen atıflarda bir düşüş olduğu da dikkat çekmektedir.



Şekil 4 ise bibliometrix paketinin üç alanlı tema fonksiyonu (*three field plot*) (Aria & Cuccurullo, 2017) ile oluşturulmuştur. Bu kapsamda en yüksek düzeydeki çalışma yapan 20 araştırmacı baz alınarak üç alanlı bir tema oluşturulmuştur. Soldan başlayarak kaynaklar, ortada yazarlar ve en sağda ise bu çalışmalardaki anahtar kelimelere yer verilmiştir. Örneğin Şekil 4'te “*human-computer interaction*”, “*augmented reality*” ve “*virtual reality*” kelimelerinin şekildeki yazarlarca en çok kullanmış ve bunlar en çok “*applied sciences basel*, *electronics* ve *ieee transactions on visualization and computer graphics*” kaynaklarında kullanmıştır. Böylece Şekil 4'te alandaki en etkin 20 yazarın solda yer alan kaynaklarda sağda yer alan anahtar kelimeleri daha çok kullandığı görülmektedir.

Kaynaklarla ilgili bulgular

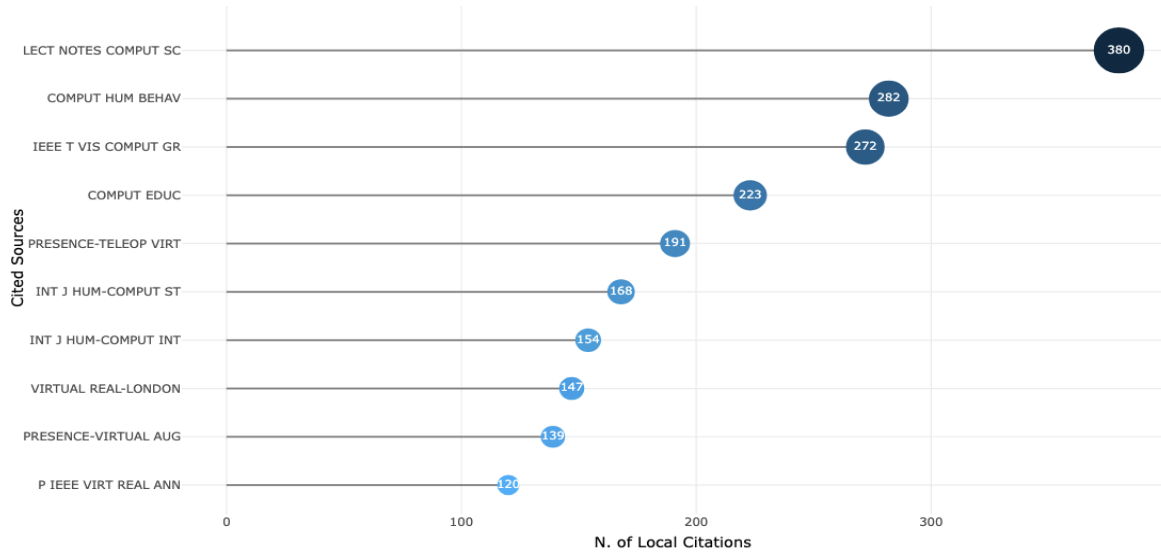
En etkin kaynaklar



Şekil 5: En Etkin Kaynaklar

Şekil 5'te insan bilgisayar etkileşimi alanında makalelerin yazıldığı en etkin kaynaklar gösterilmiştir. Burada yapılan yayınların en çok hangi dergilerde yapıldığı görülmektedir. Bulgulara göre insan bilgisayar etkileşimi alanında en fazla yayının sırasıyla; Virtual Reality, Applied Sciences-Basel, International Journal of Human-Computer Interaction, Multimedia Tools and Application dergilerinde ve Şekil 5'te yer alan diğer dergilerde yapıldığı görülmektedir.

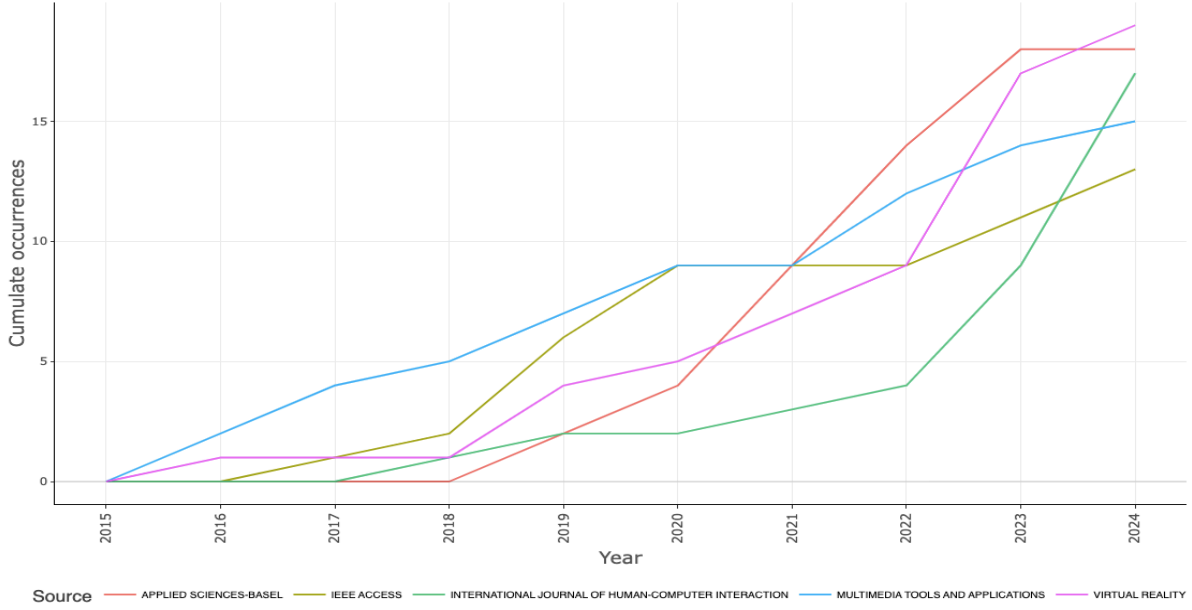
En çok yerel atıf verilen kaynakları



Şekil 6: *En çok yerel atıf verilen kaynaklar*

Şekil 6'da araştırmada incelenen makalelerin kaynakçalarında en çok referans veya atıf verilen kaynaklar gösterilmiştir. Yani araştırmaya konu olan 390 makalenin kaynakçalarında bulunan ve bu kaynakçalarda en çok yer alan kaynaklar gösterilmektedir. Bunlar incelendiğinde özellikle 380 atıfla Lecture Notes Computer Science isimli kaynağın diğerlerinden gözle görülür bir şekilde fazla atıf aldığı görülmektedir.

Kaynakların zaman içindeki üretimi

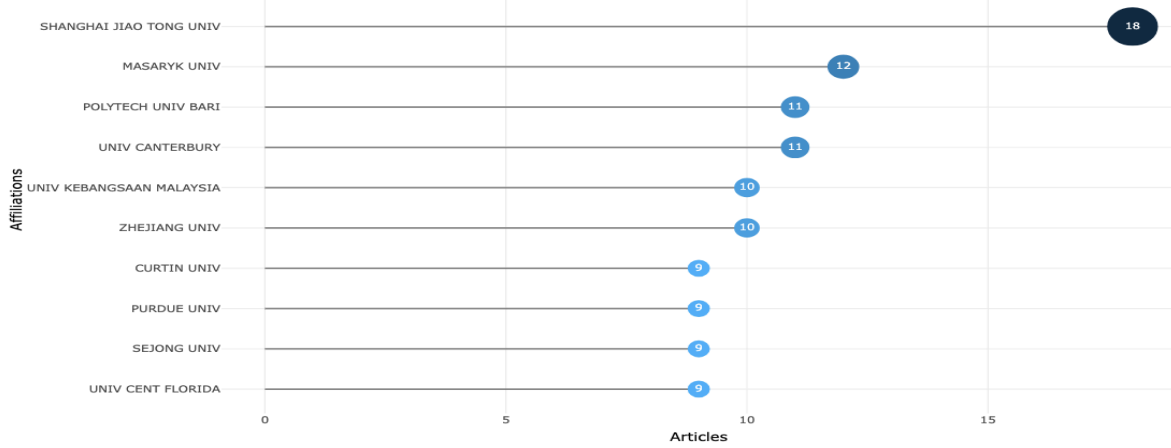


Şekil 7: Kaynakların zaman içindeki üretimi

Şekil 7’de kaynakların zaman içerisindeki üretimine yer verilmiştir. Burada en çok üretim yapılan beş makaleye yer verilmiştir. Bu dergilerin zaman içerisinde insan bilgisayar etkileşimi alanında yaptığı üretimin 2015 yılından 2024 yılına doğru istikrarlı sayılabilecek düzeyde artış gösterdiği görülmektedir.

Yazarlarla ilgili bulgular

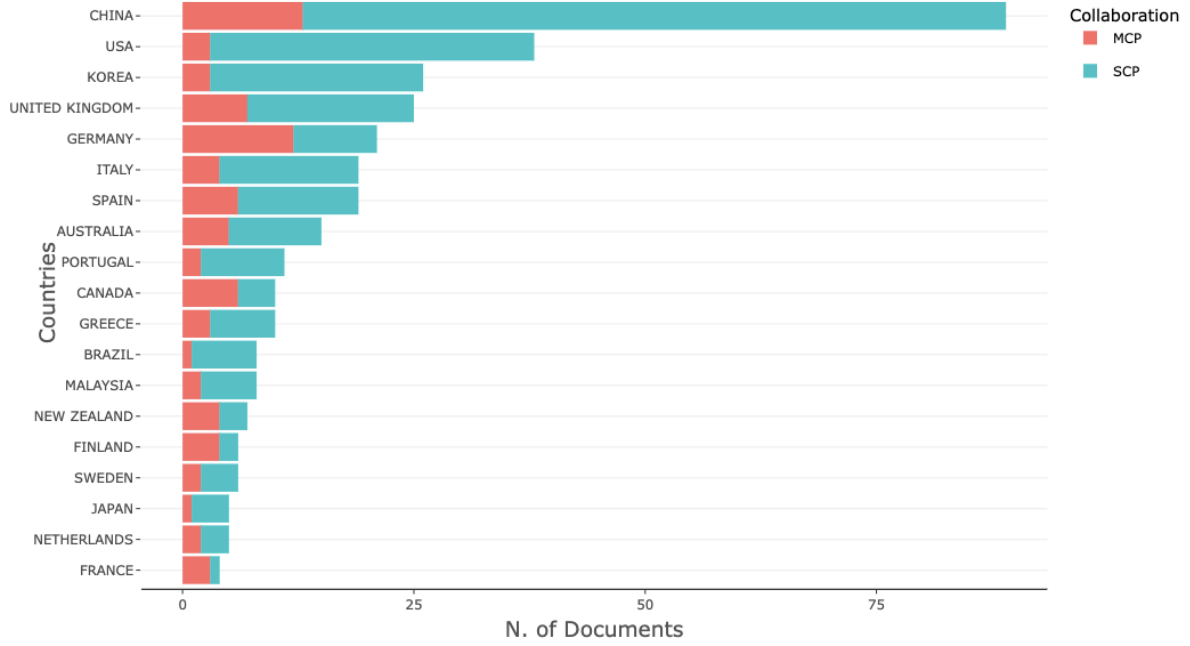
Yazarların çalıştıkları kurumlar



Şekil 8: Yazarların çalıştıkları kurumlar

Şekil 8’de yazarların çalıştıkları kurumlar yer almaktadır. Buna göre en fazla yayın yapan yazarlar Shanghai Jiao Tong Üniversitesindedir. Bunu sırasıyla Masaryk Üniversitesi, Bari Politeknik Üniversitesi, Cantenbury Üniversitesi gibi çeşitli üniversiteler izlemektedir.

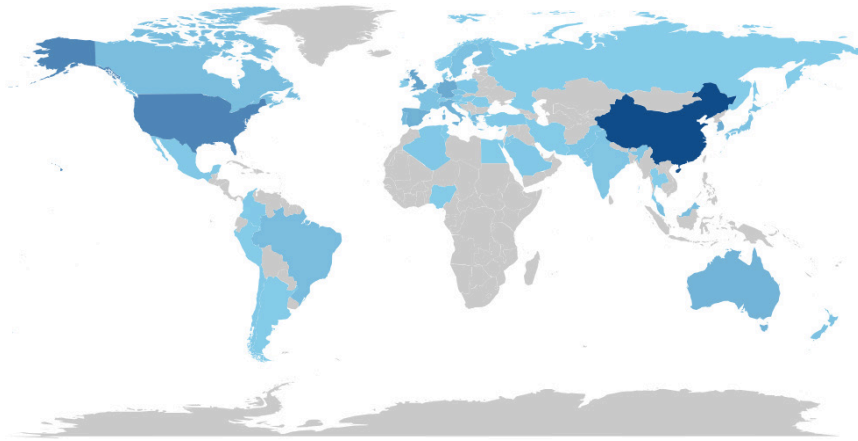
Yazışmadan sorumlu yazarların ülkeleri



Şekil 9: Yazışmadan sorumlu yazarların ülkeleri

Şekil 9’da yazışmadan sorumlu yazarların ülkelerine yer verilmiştir. Kırmızı renkler çoklu katkıyı yani bir çok ülkeden yapılan katkıyı gösterirken yeşiller ise tek bir ülkeden yapılan katkıyı göstermektedir. Buna göre yazışmadan sorumlu yazarların en yoğun bulunduğu ülkede birinci sırayı açık ara farkla Çin almaktadır. Çin’i ise ABD, Kore, Birleşik Krallık ve İtalya izlemiştir.

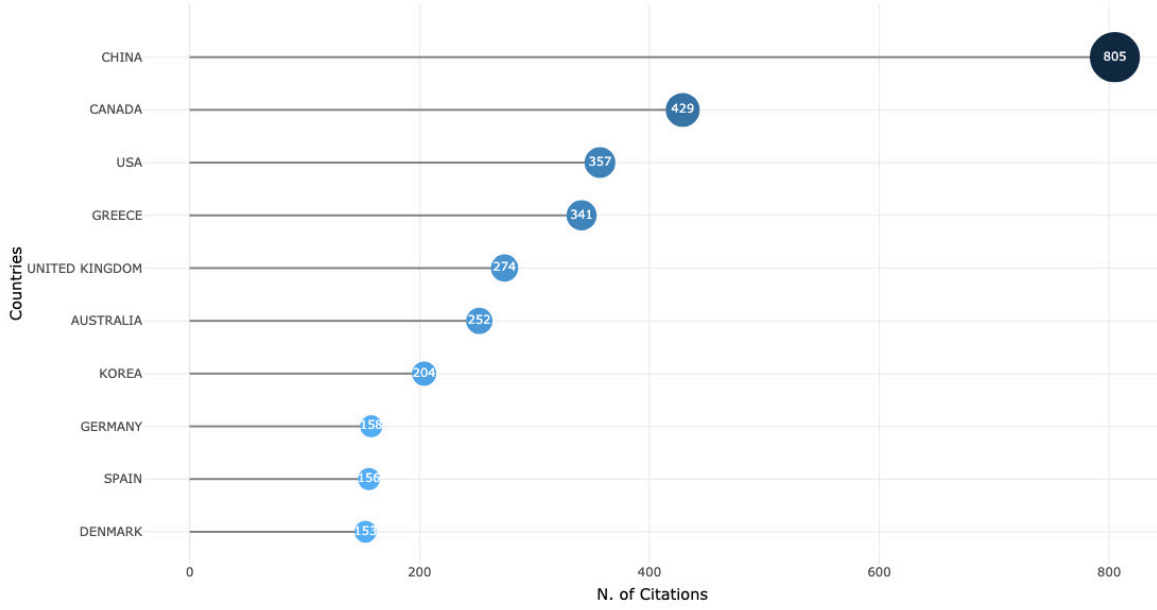
Ülkelerin bilimsel katkıları



Şekil 10: Ülkelerin bilimsel katkıları

Şekil 10, insan bilgisayar etkileşimi alanında veri setindeki makale yazarlarının en çok bilimsel katkı verdikleri ülkeleri göstermektedir. En koyu renkler en çok katkı veren ülkeleri gösterirken renkler açıldıkça katkı düzeyi azalmaktadır. Griler ise bu alanda katkısı olmayan ülkeleri göstermektedir. Bu haritaya göre alana en çok katkı Çin ve ABD’den gelmektedir.

En çok atıf verilen ülkeler

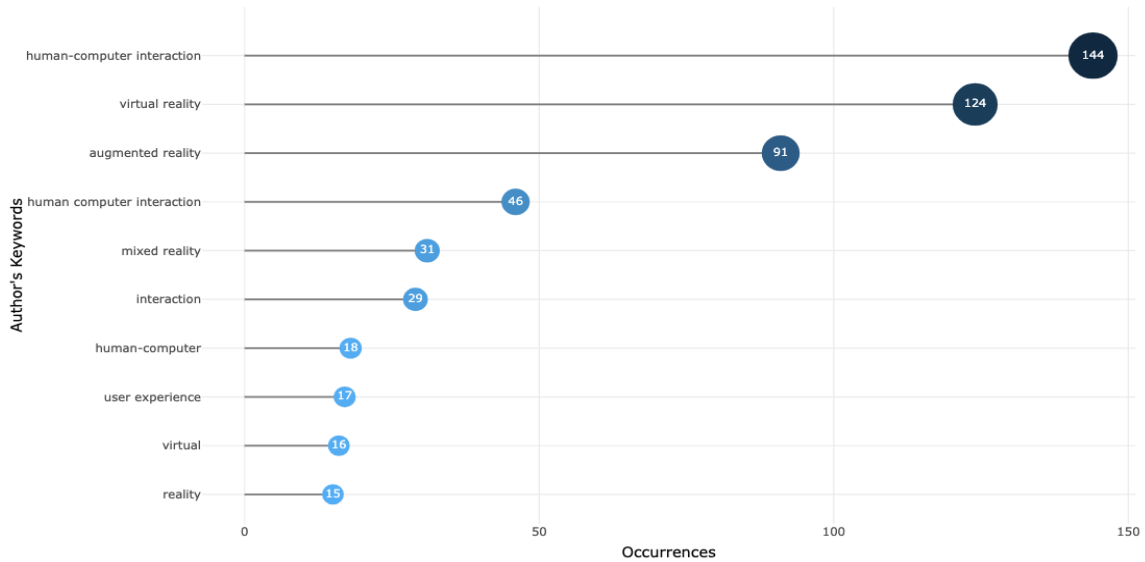


Şekil 11: En çok atıf verilen ülkeler

Şekil 11, insan bilgisayar etkileşimi alanında en çok atıf verilen ülkeleri göstermektedir. Buna göre Çin yine 805 atıf alarak birinci sıraya yerleşmiştir. Onu ise bu defa ABD değil Kanada izlemiş ve Kanada kökenli makalelere 429 atıf verilmiştir. Sonrasında ise sırasıyla ABD, Yunanistan ve Birleşik Krallık gibi ülkeler yer almıştır.

Dokümanlarla ilgili bulgular

En sık tekrar eden kelimeler

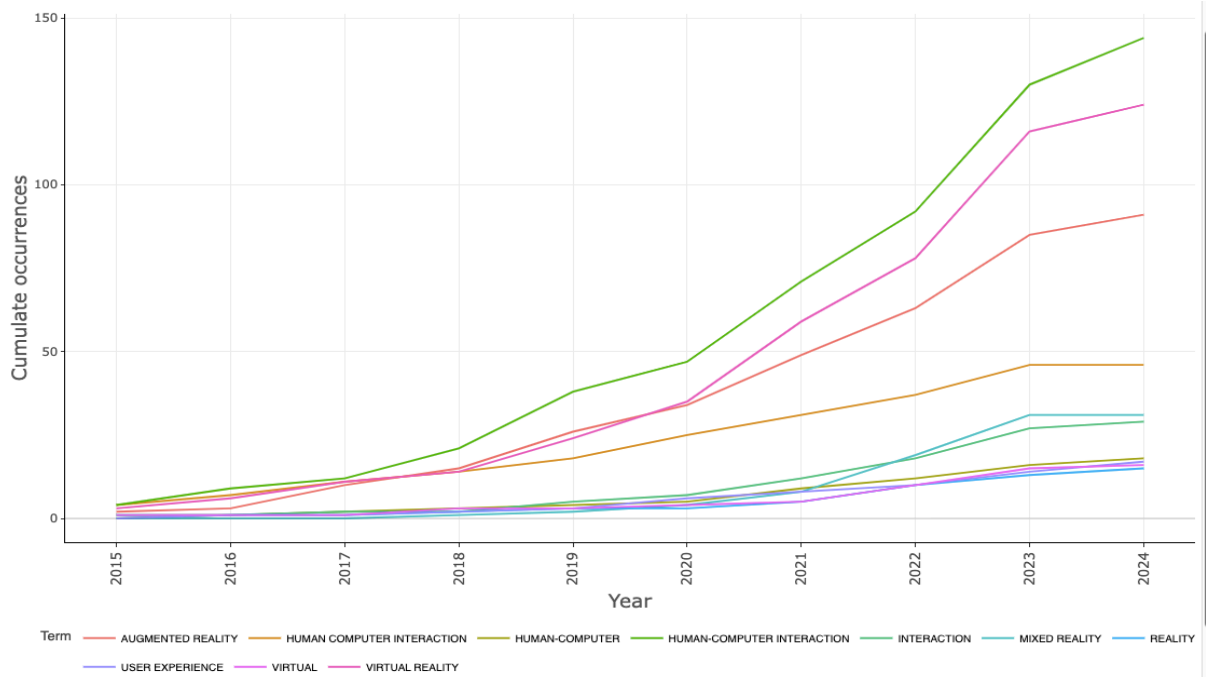


Şekil 12: En sık tekrar eden kelimeler

Şekil 12 veri setinde yer alan makalelerde yazarların en sık tekrar ettikleri anahtar kelimeleri göstermektedir. Buna göre en sık tekrar edilen kelime doğal bir şekilde "human-computer interaction"dır. Sonrasında ise "virtual reality" (sanal gerçeklik) ve

“augmented reality” (arttırılmış gerçeklik) kelimeleri gelmektedir.

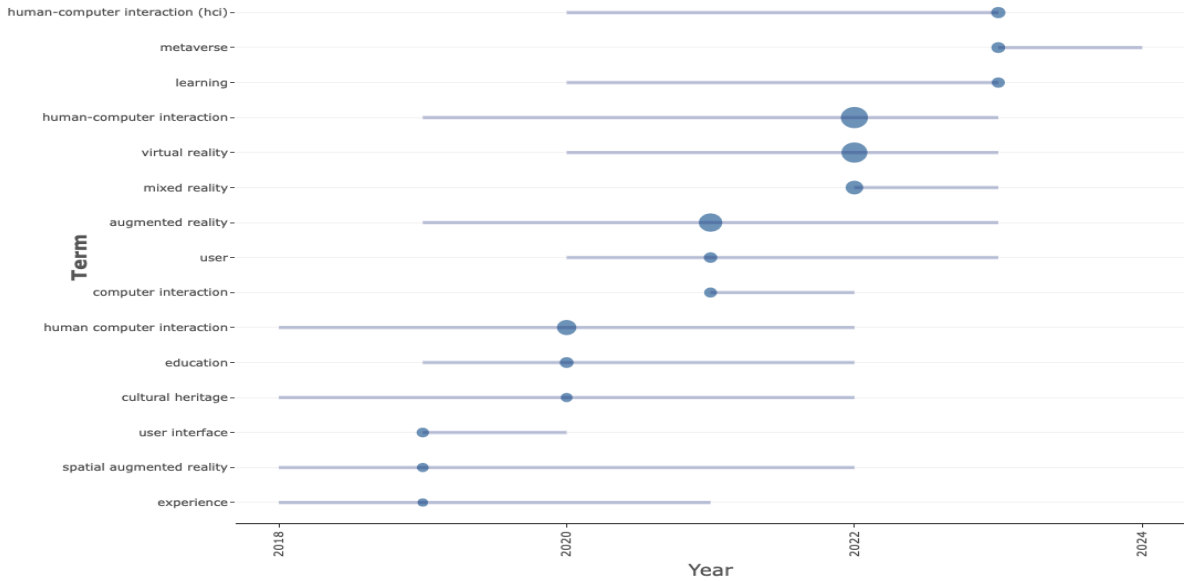
Anahtar kelimelerin zamanla gösterdiği sıklık



Şekil 13: Anahtar kelimelerin zamanla gösterdiği sıklık

Şekil 13 veri setinde yer alan makalelerdeki anahtar kelimelerin zamanla gösterdiği sıklığı ifade etmektedir. Buna göre daha yatay seyir izleyen anahtar kelimelerin sıklık gösterme artışı zamanla artmakla birlikte bu artış oranı düşük kalmıştır. Ancak daha dikey seyir izleyen anahtar kelimelerin sıklık gösterme artışı zamanla artmıştır.

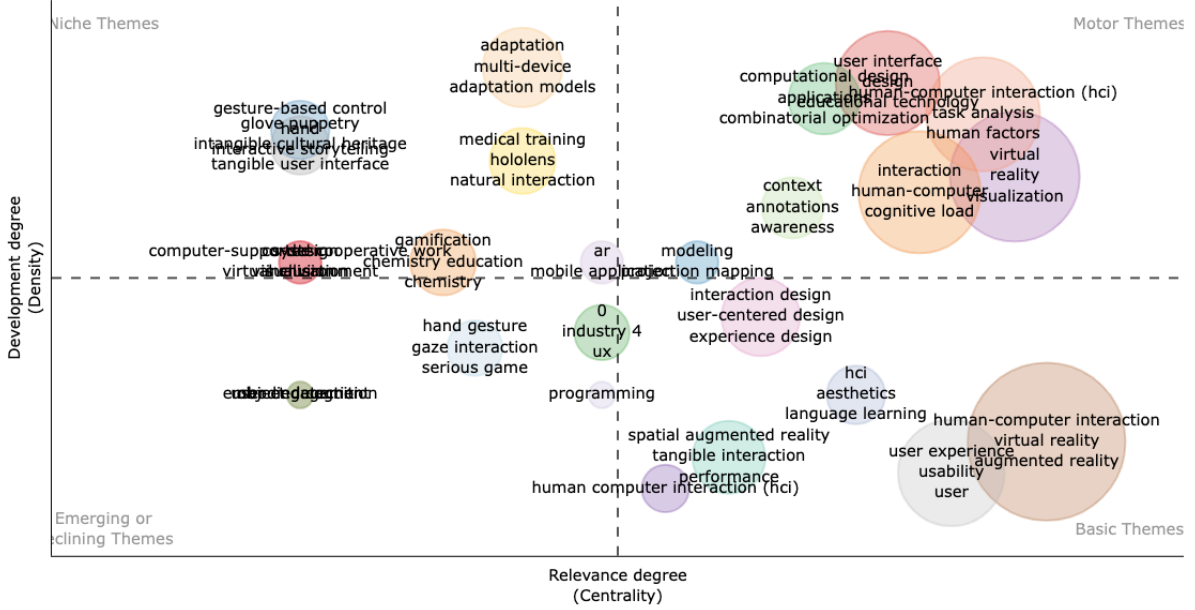
Trend konular



Şekil 14: Trend konular

Ş

Tematik harita



Şekil 16: Tematik harita

Şekil 16’da bibliometrix paketinin tematik harita fonksiyonu (Aria & Cuccurullo, 2017) kullanılarak oluşturulan tematik haritanın sağ üst tarafında kalan alana motor temalar denmektedir (Cobo, López-Herrera, Herrera-Viedma, & Herrera, 2011). Hem merkezi hem de yaygın olan bu alanda *user interface*, *virtual reality*, *human computer interaction*, *virtual reality* gibi temaların yer aldığı görülmektedir. Bu alandaki temalar analiz yapılan literatürde en güçlü ve sağlam biçimde ortaya çıkan temaları göstermektedir (Cobo, López-Herrera, Herrera-Viedma, & Herrera, 2011). Şekil 16’daki tematik haritanın motor temalar kısmı İBE alanı için bu çalışma kapsamında daha önemli görülerek yalnızca haritanın sağ üst köşesi açıklanmıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında İBE literatürünün kapsamlı bir bibliyometrik analizi yapılarak insan ve bilgisayar ilişkisi bağlamının izleri sürülerek kamu yönetimi ve dijitalleşen kamu hizmetleri için bir gelecek tayini yapılabilmesini sağlamak için bir yol haritası oluşturulmaya çalışılmaktadır. Bu kapsamda insan bilgisayar etkileşimi alanında WoS’ta Core Collection’da yer alan araştırma ve inceleme makalelerinin (Clarivate Analytics, 2024) kapsamlı bir bibliyometrik analizi yapılarak alanın geniş bir resmi çizilmiştir. Bu doğrultuda 2015-2024 yıllarını kapsayan son on yıllık dönemde yayınlanan toplam 390 makalenin analizi gerçekleştirilmiştir.

Çalışma sonucunda insan bilgisayar etkileşimi temalı araştırmaların artış eğilimi gösterdiği görülmektedir. Bu alandaki yıllık bilimsel üretimin zaman içerisinde genel olarak arttığı görülmüştür. Ayrıca çalışma kapsamında kaynaklarla ilgili geniş bir bulgu kümesi oluşturulmuştur. Bunun gibi oldukça geniş bir çerçevede araştırmaya konu makalelerin kapsamlı tematik, ülkesel, trend vb. analizlerine çalışmada yer verilmiştir. Önemli kaynaklar, önemli temalar, başta Çin olmak üzere literatüre ilgi gibi

çeşitli başlıklarda bulguların oluşturulduğu bu çalışma bize insan bilgisayar etkileşimi konusunun artan önemini göstermektedir.

İnsan bilgisayar etkileşimi alanında yapılan bu çalışma esasen bize insan bilgisayar etkileşimi konusuna olan ilginin son yıllarda hızla arttığını göstermektedir. Ancak başta Çin ve ABD olmak üzere belirli ülkelerde çalışmaların yoğunlaştığı görülmüştür. Örneğin Ortadoğu ve Afrika ülkelerinin bu alan üzerine kapsamlı çalışmalar henüz yürütmedikleri dikkat çekmektedir. Ekonomik rekabet ve bu rekabette avantajın sağlanması için teknolojinin hızla takip edilebilmesi önem arz etmektedir. Bu sebeple özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin insan bilgisayar etkileşimi temalı çalışmalar yürütmelerinin onların geleceği için önemli bir unsur olduğu ve bu alanda gelecek çalışmalar yürütmeleri gerektiği söylenebilir.

Çalışmada, Çin ve ABD'nin İBE konusundaki çalışmalarının son zamanlardaki günümüzdeki yapay zeka uygulamalarından çok önce İBE alanyazınında ele alındığı görülmüştür, bu kapsamda diğer ülkelerin kamu kesiminin teknolojik inovasyonlarda bu ülkelerden bir nevi teknoloji transferi yapması oldukça stratejik bir hamle olabilecektir. Ülkeler arasındaki refah ve teknolojik uçurumun derinleşmemesi için kamu kesimince hızla bu alanlardan ve bu ülkelerden teknoloji transferleri yapılması için girişimlere başlanmalıdır.

Çalışmanın amacı doğrultusunda İBE konusundaki bulguların kamu yönetimine izdüşümünü yansıttığımızda ya da başka bir ifade ile İBE konusunda elde edilen bulguları kamu yönetimi için nasıl kullanabileceğimiz sorusu hususunda ise aşağıdaki gibi bir çerçeve ortaya konulabilmektedir (böylece İBE konusundaki bulgularımızla kamu yönetimi için bir dizi öneri geliştirilmeye çalışılmıştır);

- Çalışma bulgularında son yıllarda İBE alanında VR, AR çalışmalarının arttığı görülmektedir

- VR teknolojileri ile kamu hizmetlerinin birleştirilmesi konusunda teknolojik adımlar atılmalıdır.

- Arttırılmış Gerçeklik (AR) araçlarına kamu hizmetlerinde yer verilmelidir.

- Söz konusu VR ve AR araçlarının gelişmesi vatandaşların bilişsel sağlıklarında problemlere neden olabileceğinden bu konuda özellikle insan bilgisayar etkileşiminde "halk sağlığı", "veri güvenliği", "kişisel yaşamın korunması" alanlarında kamu politikalarının üretilmesi önem arz etmektedir.

- Dijitalleşen kamu hizmetlerinde kullanıcı deneyimi (UX) ve kullanıcı arayüzü (UI) yapıları toplumun geneli tarafından erişilebilir ve kullanılabilir kılınmalıdır.

- İnsan Bilgisayar Etkileşimi eğitimleri başta üniversitelerde ve kamu kesiminde kurumsallaştırılmalıdır.

- Teknolojik gelişmelerin insanları yalnızlaştıran ve toplumdaki izole eden bir şekilde hayata geçirilmediği bir yapı oluşturulması için bu alanın kamu kesimi tarafından regüle edilmesi önem arz edebilmektedir.

Çalışma sonucunda elde edilen bulgular dikkate alındığında dijitalleşme bağlamında kamu yönetiminin ve kamu politikalarının insan bilgisayar etkileşimi bağlamı dışlanmadan nasıl şekillenmesi gerektiğine yönelik yol haritası aşağıdaki şekilde tarafımızca önerilmiştir;

- Dijital uygulamalara dair ilgili gittikçe artmaktadır. Kamu yönetimi ve kamu hizmetlerinin sunumunda dijitalleşme olgusu göz ardı edilmemelidir.

- Kamu hizmetlerinin sunumunda dijital uygulamaların kullanımını kolaylaştıracak kullanıcı arayüzlerinin kullanılması önem arz etmektedir.

- Kamu hizmetlerinin tabana yayılabilmesi için İBE'nin "erişilebilirlik" unsuru dijitalleşen ya da dijitalleşme potansiyeli olan tüm kamu hizmetlerinde kullanılmadığıdır.

- Kamu yönetiminde ve kamu hizmetlerinde İBE'nin "kullanılabilirlik" prensibi dışlanmadan dijital araçlar geliştirilmelidir.

- Kamu yönetiminde ve kamu hizmetlerinin sunumunda temel İBE prensiplerinden uzaklaşmadan AI uygulamalarına artarak önem verilmelidir. Bu kapsamda;

a- Doğal Dil İşleme (Natural Language Processing / NLP) temelli kamu hizmetlerinin geliştirilmesi kritik öneme sahip olabilecektir.

b- Vatandaşların ihtiyaçlarını gerçek anlamda anlayan ve bu doğrultuda gerçek çözüm ve yanıtlar sunan AI sohbet robotları yaygınlaştırılmalıdır.

c- Otomasyon yapılabilen alanlarda vatandaşlara hızlı, ucuz, kolay erişilebilir bir kamu hizmet alanı sunulmalıdır.

- İnsan ve bilgisayar etkileşimi kullanılarak kamusal sorunların nasıl çözüleceği ve kamu yararına problem çözme ve karar almanın bilgisayar etkileşimi kullanılarak oluşturulması önceliklendirilmelidir.

- Kamu hizmetlerinde vatandaşların dijital alanlarda tasarım süreçlerine dahil edildiği bir tür "dijital yönetim" sistemi geliştirilmelidir.

- Kamu hizmetlerindeki teknolojik unsurlarda ergonomik ve kullanıcı dostu sistemler hedeflenmelidir.

- İnsan bilgisayar etkileşiminin psikolojik etkileri ve sonuçları kamu politikalarında muhakkak değerlendirilmeye alınmalıdır. Bu kapsamda kullanıcıların bilişsel süreçlerine zarar vermeyecek insan bilgisayar etkileşimi sisteminin oluşturulması resmi bir temele dayanmalıdır. Hatta kullanıcıların bilişsel düzeylerinin iyileştirilmesi hedeflenmeli ve bunun teşvik ve denetimine ilişkin yönetsel mekanizmalar oluşturulmalıdır.

- İBE literatüründe ele alınan erişilebilirlik, kullanılabilirlik gibi temel argümanların kamu hizmetlerine uygulanması, vatandaşların fırsat eşitliği, kamusal hizmetlere adil erişim, eşitlik temelli yönetim anlayışlarına pratik çözüm oluşturabilmektedir.

- Etik, adil, eşit, ve vatandaşları koruyucu bir bağlamda insan bilgisayar etkileşimi temalı kamusal hizmetlerin yürütülmesi gerekmekte, özel sektörce sunulan teknolojik hizmetlerin de bu ilkeleri uygulamasına yönelik düzenleme ve denetleme faaliyetlerinin yapılması gerekmektedir.

Kısaca, kamu yönetimi ve dijital kamu hizmetlerinin gelecek tayini yapıp proaktif bir yönetim anlayışının benimsenebilmesi için İBE konusundaki çalışmalar kamu yöneticilerinin yakın takibi altına alınmalıdır. Dijitalleşme alanındaki gelişmeler özel sektör tarafından büyük ölçüde şekillendiği için İBE literatürünün düzenli takibi kamu yöneticilerinin yeni nesil hizmetleri ve ihtiyaçları önceden belirleyebilmelerine ve vatandaş odaklı bir yönetsel yapı inşa edebilmelerine yardımcı bir araç ya da rota sunabilmektedir.

KAYNAKÇA

- Acartürk, C., & Çağıltay, K. (2006). İnsan Bilgisayar Etkileşimi ve ODTÜ'de Yürütülen Çalışmalar. 8. Akademik Bilişim Konferansı. Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Altın, M. A. (2016). İnsan Bilgisayar Etkileşimi: Mekana Yansımaları Ve Geleceğe Dair Değerlendirmeler. *Sanat & Tasarım Dergisi*, 6(2), 54-77.
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975.
- Bush, V. (1945). As We May Think. *The Atlantic Monthly*, 176(1), 101-108.
- Callon, M., Courtial, J. P., Turner, W. A., & Bauin, S. (1983). *From translations to problematic networks: An introduction to co-word analysis*. *Social Science Information*, 22(2), 191-235.
- Card, S. K., Moran, T. P., & Newell, A. (1983). *The Psychology of Human-Computer Interaction*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Clarivate Analytics. (2024). *Web of Science Core Collection*. <https://www.webofscience.com/>
- Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2011). An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: a practical application to the fuzzy sets theory field. *Journal of Informetrics*, 5(1), 146-166.
- Çağıltay, K. (2018). *Teoriden Pratiğe İnsan – Bilgisayar Etkileşimi ve Kullanılabilirlik Mühendisliği* (2. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Dix, A., Finlay, J., Abowd, G. D., & Beale, R. (2003). *Human-computer interaction* (3rd ed.). Pearson.
- Engelbart, D. C. (1962). *Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework* (Summary report AFOSR-3223). Stanford Research Institute.
- Fidan, U., Yıldız, M., & Şahan, A. (2019). İnsan Bilgisayar Etkileşimi ile Proprioseptif Duyuların Geliştirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (Özel Sayı), 177-184.
- Ghaoui, C. (2006). *Encyclopedia of Human Computer Interaction*. Hershey: Idea Group Reference.
- Gülseçen, S. (2020). İnsan ve Bilgisayar. S. Gülseçen, K. Rızvanoğlu, N. Tosun, & E. Akadal (Eds) içinde, *İnsan Bilgisayar Etkileşimi: Araştırma ve Uygulamalar* (s. 1-7). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınevi.
- Licklider, J. C. R (1960). Man-Computer Symbiosis. *IRE Transactions on Human Factors in Electronics*, HFE-1(1), 4-11.
- Özyurt, Ö., Barış, S., Rzayev, S., & Özyurt, H. (2024). Bir İnsan Bilgisayar Etkileşimi Örneği: Sesli Komutlar İle Veri Tabanı Sorgulama Uygulaması. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 14(1), 211-223.
- R Core Team. (2024). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Shackel, B. (1959). Ergonomics For A Computer. *Design*, 120, 36-39.
- Sharp, H., Preece, J., & Rogers, Y. (2019). *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction* (5th ed.). Wiley.
- Shneiderman, B. (1980). *Software Psychology: Human Factors in Computer and Information Systems*. Cambridge, Massachusetts: Winthrop Publishers.
- Şahin, Y. H., Erdoğan, H., & Ekenel, H. K. (2018). İnsan-İnsan Etkileşimini Arttırmaya Yönelik Çok Oyunculu Mobil ve Sosyal Oyun Tasarımı. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(3), 1197-1208.
- Turing, A. M. (1950). Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, 59(236), 433-460.

SOCIAL MEDIA AND OPEN-SOURCE INTELLIGENCE IN THE AGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AGENTS

Dr. Fatih Sinan ESEN

TÜBİTAK

Dr. Öğr. Üyesi Fatma İrem KONYALIOĞLU

İzmir Demokrasi Üniversitesi

ABSTRACT

Artificial intelligence agents (systems capable of autonomously achieving complex objectives with minimal human oversight) are driving a paradigm shift in the extraction of Open-Source Intelligence (OSINT) from social media. This technology introduces transformative opportunities within the intelligence cycle. By automating data collection and processing, AI agents can compress tasks that would traditionally require weeks of human effort into hours, thereby improving operational efficiency by over 60% and reducing costs by more than 40%. Analytically, they enable proactive threat detection by uncovering hidden social networks, influence groups, and anomalous patterns within massive datasets, far beyond the cognitive limits of human analysts. Yet, this technological leap also entails significant risks. The systematic harvesting of millions of individuals' publicly available data raises pressing legal and ethical questions surrounding the principle of proportionality, even under national security exemptions. Moreover, AI agents trained on biased datasets may perpetuate and amplify social inequities, unfairly targeting specific demographic groups. In hostile hands, adversarial states or terrorist organizations could exploit these tools for hyper-personalized social engineering attacks and autonomous disinformation campaigns, thereby escalating asymmetric threat environments. To balance these dual effects, this study proposes a multi-layered governance framework aligned with Türkiye's national policies. The framework incorporates institutional mechanisms such as an AI Ethics and Oversight Board, alongside technical safeguards including auditability and human-in-the-loop controls. The ultimate objective is to maximize the strategic advantages of AI agents while proactively mitigating risks that threaten fundamental rights and national security.

Keywords: *Agentic AI, Open-Source Intelligence, Social Media, Consumer Behaviour, Digital Consumer*

GİRİŞ

Yirmi birinci yüzyılın devlet ve ekonomik kalkınma odağındaki iş dünyası istihbarat ortamı, dijitalleşmenin getirdiği veri patlaması ve teknolojik ilerlemenin hızıyla

köklü bir dönüşüm geçirmektedir. Bu dönüşümün merkezinde, karar alma, öğrenme ve problem çözme gibi bilişsel yetenekleri taklit eden yapay zekâ (YZ) teknolojileri yer almaktadır. Geleneksel YZ uygulamaları, istihbarat analizinde örüntü tanıma ve veri sınıflandırma gibi alanlarda önemli katkılar sunarken, yeni bir teknolojik dalga, istihbarat pratiklerinin doğasını temelden değiştirme potansiyeli taşımaktadır. Bu yeni dalga, asgari düzeyde insan gözetimiyle otonom olarak hareket edebilen, karmaşık ve çok adımlı hedeflere ulaşabilen YZ ajanları olarak adlandırılmaktadır (Pati, 2025).

Bu ajan sistemleri, yalnızca veri işlemeyen, aynı zamanda çevreleriyle etkileşime giren, planlama yapabilen, araçları kullanabilen ve hedeflerine ulaşmak için stratejilerini dinamik olarak uyarlayabilen proaktif varlıklardır (Pati, 2025). Bu kabiliyetler, özellikle kamuya açık, devasa ve dinamik bir veri okyanusu olan sosyal medya platformlarından Açık Kaynak İstihbaratı (OSINT) elde etme süreçleri için devrim niteliğinde bir potansiyel barındırmaktadır. YZ ajanlarının sosyal medya tabanlı OSINT faaliyetlerine entegrasyonu, insan analistlerin kapasitesini aşan ölçekte veri toplama, işleme ve analiz etme imkânı sunarak operasyonel verimlilik ve analitik derinlikte bir sıçrama vadetmektedir (Raju vd., 2025). Teknolojik bu ilerlemeler, madalyonun iki yüzü gibi, beraberinde derin riskleri ve karmaşık etik ikilemleri de getirmektedir. Dijital tüketici olan milyonlarca bireyin sosyal medya verilerinin otonom sistemler tarafından sürekli ve sistematik olarak taranması, temel mahremiyet haklarının ihlali konusunda ciddi endişeler doğurmaktadır (Voichenko, 2023). Eğitildikleri verilerdeki mevcut toplumsal önyargıları devralan bu sistemlerin, belirli demografik gruplara karşı ayrımcı kararlar alması (algoritmik yanlılık), hem adaleti zedelemekte hem de istihbaratın güvenilirliğini sarsmaktadır (Miehling vd., 2025). Sistemin otonom doğası, alınan bir kararın veya yapılan bir eylemin sorumluluğunun kime ait olacağı konusunda hesap verebilirlik sorunları yaratmaktadır (Media Freedom ve Information Access Clinic, 2022). En önemlisi, bu güçlü teknolojinin hasım devletler, terör örgütleri, iş dünyası pazar ortamları ve dijital tüketicilere yönelik haksız etkiye çalışanlar tarafından sofistike sosyal mühendislik saldırıları ve geniş ölçekli dezenformasyon kampanyaları için bir silah, etik dışı olarak kullanılması, ulusal güvenlik için doğrudan bir tehdit oluşturmaktadır (Keepnet Labs, 2025).

Bu bağlamda, bu çalışmanın temel hedefi, YZ ajan sistemlerinin sosyal medya tabanlı OSINT faaliyetlerindeki bu çift yönlü (fayda ve risk) etkilerini kapsamlı bir şekilde analiz etmektir. Problem, teknolojinin sunduğu stratejik avantajlardan nasıl faydalanılabileceği ile bu avantajların yaratabileceği hukuki, etik ve güvenlik risklerinin nasıl yönetileceği arasındaki hassas dengeyi kurma zorunluluğunda yatmaktadır.

Bu raporun temel amacı, YZ ajanı teknolojisinin sosyal medya odaklı OSINT alanındaki potansiyelini ve risklerini bütüncül bir yaklaşımla ele alarak, Türkiye'deki istihbarat birimleri için eyleme geçirilebilir bir yol haritası sunmaktır. Bu genel amaç doğrultusunda, rapor şu alt hedeflere odaklanmaktadır:

1. YZ ajanları, OSINT ve Sosyal Medya İstihbaratı (SOCMINT) kavramlarını tanımlayarak, bu alanların kesişimindeki dinamikleri ortaya koyan sağlam bir kavramsal çerçeve oluşturmak.

2. YZ ajanlarının OSINT süreçlerine entegrasyonunun sağlayabileceği operasyonel verimlilik, ölçeklenebilirlik ve analitik derinlik gibi somut fırsatları, kanıta dayalı veriler ve vaka analizleri ile ortaya koymak.

3. Bu entegrasyonun beraberinde getirdiği mahremiyet ihlalleri, algoritmik yanlılık, hesap verebilirlik sorunları ve kötüye kullanım (dezenformasyon, sosyal mühendislik) gibi temel riskleri, hukuki ve etik boyutlarıyla derinlemesine analiz etmek.

4. Türkiye'nin mevcut yasal çerçevesi ve Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi ışığında, uluslararası etik ilkelerden de faydalanarak, istihbarat birimlerinin bu teknolojiyi en uygun şekilde kullanmasını sağlayacak teknik ve kurumsal tedbirleri içeren bir yönetim modeli önermek.

Raporun kapsamı, YZ ajanı teknolojilerinin özellikle kamuya açık sosyal medya verilerinden istihbarat elde etme bağlamındaki uygulamalarıyla sınırlıdır. Sinyal İstihbaratı (SIGINT) veya İnsan İstihbaratı (HUMINT) gibi diğer istihbarat disiplinleri, yalnızca OSINT ile olan kesişimleri ölçüsünde ele alınacaktır. Rapor, teknolojinin sunduğu imkânlardan azami düzeyde faydalanırken ulusal güvenlik çıkarlarına hizmet eden stratejiler geliştirilmesine katkı sağlamayı hedeflemektedir. Bu yöntem çerçevesinde, YZ ajanları, OSINT, SOCMINT, YZ etiği ve ulusal güvenlik alanlarında yayımlanmış olan güncel akademik literatür, önde gelen düşünce kuruluşlarının teknik raporları, uluslararası kuruluşların etik çerçeveleri ve devletlerin resmi strateji belgeleri sistematik bir şekilde taranmış ve analiz edilmiştir (UNESCO, 2025). Bu dokümanlar, teknolojinin mevcut kabiliyetlerini, potansiyel uygulama alanlarını, kanıtlanmış verimlilik metriklerini ve tanımlanmış riskleri belirlemek için temel veri kaynağı olarak kullanılmıştır.

Rapor, okuyucuya konuyu adım adım sunan mantıksal bir yapı izlemektedir. Giriş bölümünün ardından, ikinci bölümde çalışmanın temelini oluşturan YZ ajanları, OSINT ve sosyal medya kavramları detaylı bir şekilde tanımlanarak kavramsal çerçeve çizilmektedir. Üçüncü bölüm, teknolojinin sunduğu fırsatlara odaklanmakta ve YZ ajanlarının OSINT süreçlerine getireceği operasyonel verimlilik ve analitik derinlik artışını somut örneklerle açıklamaktadır. Dördüncü bölüm, madalyonun diğer yüzüne odaklanarak mahremiyet, algoritmik yanlılık ve kötüye kullanım gibi kritik riskleri ve etik sorunları hukuki bir perspektifle analiz etmektedir. Beşinci bölüm, raporun özgün katkısını oluşturan ve önceki tüm analizleri sentezleyerek Türkiye istihbaratı için sorumlu bir yönetim modeli öneren bölümdür. Bu model hem kurumsal hem de teknik tedbirleri içermektedir. Son olarak, altıncı bölüm olan sonuç kısmında, raporun temel bulguları özetlenmekte ve Türkiye'nin bu yeni teknoloji çağında izlemesi gereken güvenli yola ilişkin nihai değerlendirmeler sunulmaktadır.

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

YZ ajanlarının sosyal medya tabanlı OSINT faaliyetleri üzerindeki etkisini doğru bir şekilde analiz edebilmek için, öncelikle bu alandaki temel kavramların net bir şekilde tanımlanması ve aralarındaki ilişkinin ortaya konulması gerekmektedir. Bu bölüm, YZ ajanlarının ne olduğu, geleneksel YZ'den nasıl ayrıştığı ve OSINT ile onun bir alt dalı olan SOCMINT'in temel prensiplerini açıklayarak çalışmanın teorik zeminini oluşturmaktadır.

Yapay Zekâ Ajanları

YZ ajanları, üretken YZ'nin (Generative AI) bir sonraki evrimsel adımı olarak kabul edilmektedir. Bu teknoloji, sadece talimatlara dayalı içerik üretmekle kalmaz, aynı zamanda karmaşık hedeflere ulaşmak için otonom eylemlerde bulunan sistemleri ifade eder. OpenAI gibi öncü kurumlar, YZ ajanlarını "karmaşık hedeflere sınırlı doğrudan denetimle ulaşabilen YZ sistemleri" olarak tanımlarken, daha akademik bir tanım, bu sistemlerin "bir çevreyle etkileşim gerektiren görevleri çözmek için planlama ve yansıtma dâhil olmak üzere karmaşık akıl yürütebilen ve ifade edebilen" sistemler olduğunu belirtir (Schneider, 2025). Geleneksel YZ sistemleri genellikle reaktif bir doğaya sahipken, belirli girdilere önceden tanımlanmış kurallarla yanıt verirken, YZ ajanları proaktif, hedef odaklı ve stratejik davranışlar sergileme kapasitesine sahiptir (Pati, 2025).

Ajan sistemlerinin bu otonom doğası, birkaç temel bileşenin bir araya gelmesiyle mümkün olmaktadır. Bu bileşenler, ajanın çevresini algılama, anlama, öğrenme ve eyleme geçme yeteneğini şekillendirir:

- **Otonomi ve Hedef Odaklı Davranış:** YZ ajanlarının en belirleyici özelliği, insan müdahalesi olmadan bağımsız olarak görevleri yerine getirebilmesidir. Bu sistemler, genel bir hedef (örneğin, "X terör örgütünün sosyal medyadaki propaganda ağını haritala", "Seçim dönemlerinde siyasi pazarlama gerçekleştirilecek seçmen kümelerini belirle") verildiğinde, bu hedefe ulaşmak için gerekli alt görevleri (veri kaynaklarını belirleme, ilgili hesapları tarama, bağlantıları analiz etme, rapor oluşturma) kendi kendine planlayıp yürütebilir (Proofpoint, 2025.; Sernani vd., 2025, s.11).

- **Hafıza ve Öğrenme:** Bu ajanlar, geçmiş etkileşimlerini ve eylemlerinin sonuçlarını hafızalarında tutarak gelecekteki kararlarını iyileştirirler. Özellikle pekiştirmeli öğrenme (reinforcement learning) mekanizmaları sayesinde, deneme-yanılma yoluyla hangi eylemlerin hedefe daha etkin ulaştığını öğrenir ve stratejilerini sürekli olarak geliştirirler. Bu, sistemin zamanla daha verimli ve isabetli hale gelmesini sağlar (Pati, 2025).

- **Çevresel Algılama ve Adaptasyon:** Ajanlar, API (Uygulama Programlama Arayüzü)'ler, web tarayıcıları veya diğer sensörler aracılığıyla dijital (veya fiziksel) çevreleriyle sürekli etkileşim halindedir. Bu etkileşimden elde ettikleri geri bildirimlere dayanarak planlarını ve eylemlerini gerçek zamanlı olarak uyarlayabilirler. Örneğin, bir sosyal medya platformunun arayüzü değiştiğinde veya yeni bir güvenlik önlemi getirildiğinde, ajan bu değişikliğe adapte olarak veri toplamaya devam etmenin yeni yollarını bulabilir (Stanham, 2025).

- **Akıl Yürütme Motoru Olarak Büyük Dil Modelleri (LLM):** Modern ajan sistemleri, genellikle GPT, Gemini, Claude, Grok veya benzeri büyük dil modellerini (LLM) temel bir "akıl yürütme motoru" olarak kullanır. LLM'ler, ajanın doğal dildeki hedefleri anlamasını, karmaşık görevleri mantıksal adımlara ayırmasını, potansiyel eylem planları oluşturmalarını ve sonuçları analiz etmesini sağlar (Proofpoint, 2025.).

YZ ajanları tek bir monolitik teknoloji değildir; farklı karmaşıklık ve yetenek seviyelerine sahip çeşitli ajan türlerini içerir. Bu sınıflandırma, istihbarat alanında hangi

görevin hangi tür bir ajanla daha etkin bir şekilde gerçekleştirilebileceğini anlamak için önemlidir (Gutowska, 2025.).

1. **Basit Refleks Ajanları:** En temel ajan türüdür. Hafızaları yoktur ve sadece mevcut algılarına dayalı olarak önceden programlanmış "eğer-o zaman" kurallarına göre hareket ederler. Örneğin, "eğer bir gönderide 'bomba' kelimesi geçerse, o gönderiyi işaretle" gibi basit görevler için kullanılabilirler.

2. **Model Tabanlı Refleks Ajanları:** Bu ajanlar, dünyanın mevcut durumu hakkında bir iç model (hafıza) tutarlar. Geçmiş algılarını ve eylemlerini hatırlayarak daha karmaşık kararlar alabilirler. Örneğin, bir hedef kişinin sosyal medya aktivitesindeki ani bir artışı veya davranış değişikliğini tespit edebilirler.

3. **Hedef Tabanlı Ajanlar:** Bu ajanlar, belirli bir hedefe ulaşmak için eylem dizileri planlarlar. Mevcut durumdan hedef duruma nasıl ulaşacaklarını hesaplayarak daha stratejik davranırlar. Örneğin, bir hedef ağdaki en etkili kişiyi (influencer) bulmak için farklı analiz yollarını araştırabilir ve en verimli olanı seçebilirler.

4. **Fayda Tabanlı Ajanlar:** En gelişmiş ajan türüdür. Sadece hedefe ulaşmakla kalmaz, aynı zamanda hedefe giden yollar arasından "en iyi" olanı, yani faydayı (utility) maksimize eden seçerler. Fayda; hız, maliyet, risk veya elde edilen bilginin kalitesi gibi birden fazla kritere göre tanımlanabilir. Örneğin, bir OSINT görevi için en fazla doğrulanmış bilgiyi en düşük riskle ve en kısa sürede toplayacak eylem planını seçebilirler.

Bu evrimsel spektrum, YZ ajanlarının geleneksel, kural tabanlı YZ sistemlerinden ne kadar farklılaştığını göstermektedir.

Açık Kaynak İstihbaratı (OSINT), "belirli bir istihbarat gereksinimini karşılamak amacıyla, kamuya açık ve yasal olarak erişilebilen bilgilerin toplanması, değerlendirilmesi ve analiz edilmesiyle üretilen istihbarat" olarak tanımlanır (Van Puyvelde ve Tabárez Rienzi, 2025). Devlet ve güvenlik konularındaki istihbaratta olduğu gibi iş dünyasına, tüketici pazarlarına yönelik konularda da hedefleme, nüfus etme, konumlandırma ve bölümlendirme stratejilerinin yapılandırılması için de değerlendirilmektedirler (Gbadamosi, 2024, s. 283–285). OSINT'in temel ayırt edici özelliği, gizli veya örtülü yöntemler yerine herkesin erişimine açık olan kaynakları kullanmasıdır. Bu kaynaklar arasında geleneksel medya (gazeteler, televizyon), akademik yayınlar, hükümet raporları, ticari veri tabanları ve en önemlisi internet (web siteleri, forumlar, bloglar ve sosyal medya) bulunmaktadır (EY Türkiye, 2023).

Sosyal Medya

Sosyal medya, internet üzerinden, her biri dijital tüketici olan bireylere hızlı, anlık, etkileşimli, çoklu iletişimi sağlayan, farklı yayın ve erişim yapılarıyla var olan dijital platformlar/mecralar olarak tanımlanabilir. Fotoğraf, görsel, yazı/metin, ses kaydı, video gibi içeriklerin çevik ve hızlı üretilerek yayıldığı sosyal medya ortamları, içerik türleri ve kullanım amaçlarına göre çeşitlenmektedir (Cartwright vd., 2021). Türkiye'den ve küresel erişilebilen sosyal medya mecraları türlerine göre ayrıştırılarak örnekle sıralanabilir:

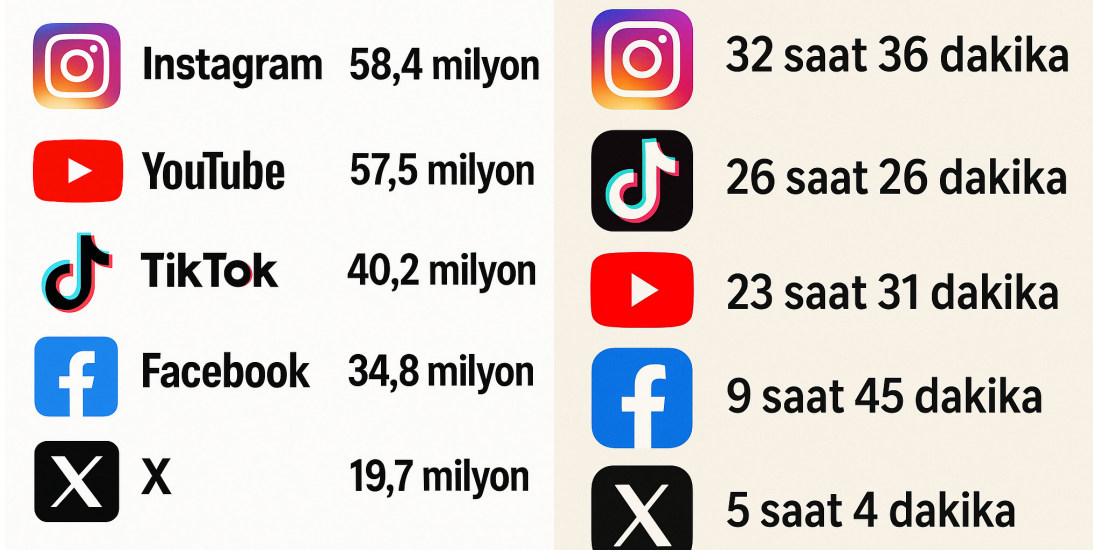
- Sosyal ağ siteleri(Facebook, Instagram),
- Blog siteleri(Typepad, Blogspot, Blogger),
- Sosyal akış platformları(X, App.net),
- Kısa video akış platformları(TikTok, Snapchat),
- Video paylaşım siteleri(YouTube, Vimeo, Dailymotion),
- Sosyal/profesyonel ağlar(LinkedIn),
- Yorum ve değerlendirme siteleri(Şikayetvar ve üçüncü taraf dijital işletme olarak faaliyet gösteren Hepsiburada, Trendyol, Çiçeksepeti)
- Anlık mesajlaşma özelliği ön planda olup, sosyal ağ paylaşım tarafıyla sosyal medya mecrası olan Whatsapp, Telegram, Messenger
- Merkeziyetsizlik özelliği ile kendini farklılaştıran Mastadon,

Sosyal medya kullanımının yaygınlaştığı dönemlerde, yer ve konum paylaşım özellikli bazı sosyal medya mecraları da popüler olmuştur. Böylesi ortamlardan gerçekleşmiş yanıltıcı bilgi paylaşımları ve yasa dışı bazı grupların OSINT ve SOCMINT istifade ederek, bireylerin mağduriyet yaşadığı suç teşkil eden olaylar, bahsi geçen sosyal medya mecralarıyla ilgili vakalara sebep olmuştur. Günümüzde faaliyetleri devam etmeyen Meerkat ve Periscope ile Swarm markasıyla sürdürülen Foursquare, yer ve konum paylaşım özellikli sosyal medya mecralarına olarak paylaşılabilir (Bostanipour ve Theodorakopoulos, 2021; s.25-27).

21. Y.Y. başlarında, internet üzerinden, çevrimiçi etkileşimli iletişim özellikleri ile sürekli farklılaşarak gelişen sosyal medya, günümüzün en yaygın kullanılan iletişim mecrası olmuştur. Dijital tüketici olan kullanıcılara bilgi paylaşımında, erişimde ve kullanıcının üretmek tüketmesine imkan veren boyutuyla iletişimde en çok tercih edilen ortam haline gelmiştir. İletişim mecrası olmasının ötesinde, dijital ortamda tüketirken üretim gerçekleştirilmesini sağlayan yere dönüşmüştür. Haber yapılan, ağızdan ağıza iletişim ile fikirlerin ve tutumların viral özellikle yayıldığı, değer sistemlerinin değiştirilebildiği, toplumsal olguların var edildiği etki merkezi haline gelmiştir (Liu vd., 2024; s. 5-7).

2025 yılını yaşarken, 8 milyar 243 milyona yaklaşan sayıda insanın yaşadığı dünyada, küresel olarak ortalama 5 milyar 600 milyon internet ve 5 milyar 300 milyon sosyal medya kullanıcısı ve dijital tüketici mevcuttur (Wearesocial, 2025; Petrosyan, 2025; Worldometer, 2025). Türkiye’de 77 milyon 300 internet kullanıcısı dijital tüketicinin 58 milyon 500’i sosyal medya kullanıcısı olup, günlük ortalama 2 saat 43 dakikasını sosyal medya mecralarında her biri dijital tüketici olarak zaman geçirmektedir. Dünyada ve Türkiye’de en yaygın tercih edilen sosyal medya mecraları sırasıyla Instagram, Facebook, X, You Tube, TikTok, Linked In, Reddit, Tumbler olarak sıralanabilir. Şekil 1’deki infografikte, Türkiye dijital tüketicisinin en sık kullandığı sosyal medya mecraları ile haftalık ortalama kullanım süreleri aktarılmaktadır. Türkiye dijital tüketicisinin en sık kullanıcısı olduğu sosyal medya mecralarının başında Instagram, YouTube ve

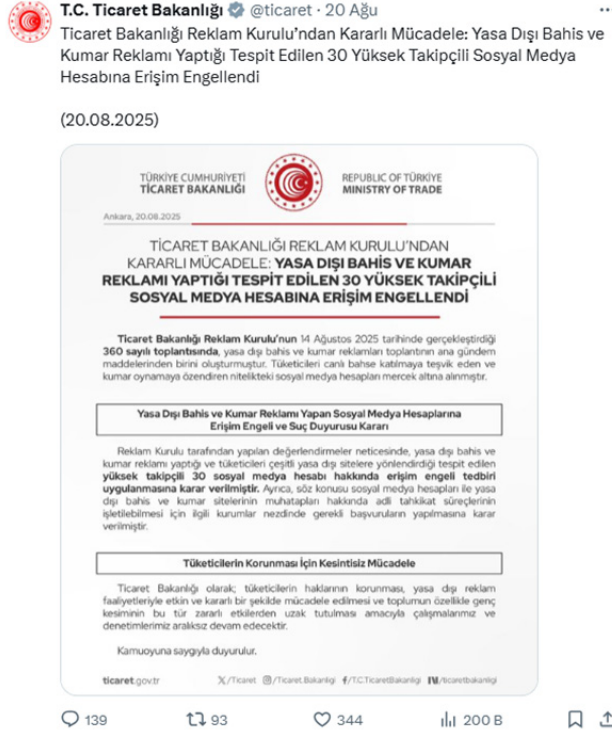
Tik Tok gelmekte olup, haftalık ortalama kişi başı kullanım süreleri 32 saat ile 23 saat arasında değişmektedir. Bir mikro blog olarak, sınırlı sayıda karakterle metin şeklindeki içerik üretilerek kullanıma başlanan X, görsel ve video paylaşımı özelliği eklenmiş olsa da Türkiye’de görsel ağırlıklı ve video paylaşım odaklı sosyal medya mecralarının daha gerisinden gelmektedir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2025).



Şekil 1. Türkiye sosyal medya kullanım istatistikleri

Not: Infografik yazar tarafından tasarlanarak YZ destekli hazırlanmıştır.

Yaygın kullanımı göz önünde bulundurulduğunda sosyal medya, her biri dijital tüketici olan insanlara, en etkin şekilde algılarını yöneterek, öğretirken, güdüleyerek, tutumları ve değer sistemlerini yöneterek kısaca çoklu psikolojik açıdan hem erişilen hem de verileri toplanabilen mecra olarak değerlendirilebilir. Etkileşimli ve anlık gerçekleşebilen iletişim gücü ve veri sağlama kapasitesi ile sosyal medya, devlet yönetimleri tarafından güvenlik açısından, ülkelerin seçim sonuçlarını belirleyen siyasal pazarlamadan kamu sağlığı kampanyalarına kadar çok alanda kullanılmaktadır. Yasal kullanımlar dışında terörist ve bölücü örgütlerle birbirinden farklı özellikteki pek çok suç şebekesi için hedef kitlelerine erişim için istifade ettikleri ortamların başında gelmektedir (Yurtsever, 2024; s.115). Günümüzde sosyal medya, açık veri toplama stratejileri ile her biri dijital tüketici olan bireyler hakkında veri edinmek ve bilgilenmekle beraber onlara erişmek için de çoklu amaçlı şekilde deneyimlenmektedir. Ulusal güvenlik açısından toplumda infiale sebep olacak gündem var etme, iş dünyasında işletmelerin pazar faaliyetlerine yanlış müdahalelerde bulunmak amacıyla haksız bojkot hareketleri, dolandırıcılık ve yasa dışı faaliyet amaçlı reklam çalışmaları günümüzde sosyal medyada sıklıkla yürütülen sorunlu durumlardandır (Cillo, ve Rubera, 2024; s.: 697, 698). Böylesi uygulamaların tespit edilmesi ve sonrasında T.C. Ticaret Bakanlığı tarafından tatbik edilen yasal süreçle ilgili sosyal medya paylaşımının ekran görüntüsü Görsel 1’de görülmektedir. T.C. Ticaret Bakanlığı’nın X sosyal medya mecrasındaki kurumsal hesabından yaptığı bu paylaşımında, sosyal medya üzerinden yürütülen yasa dışı faaliyetlere yönlendirici ve teşvik edici sosyal medya paylaşımının ve paylaşanların hem tespit edilmesi hem de sonrasında uygulanan yasal süreçlere dair bilgilendirme yapmıştır (T.C. Ticaret Bakanlığı, 2025).



Görsel 1. Sosyal Medyada Sorunlu Paylaşımlar İlgili Süreçler

Not: 'Ticaret Bakanlığı Reklam Kurulu'ndan Kararlı Mücadele: Yasa Dışı Bahis ve Kumar Reklamı Yaptığı Tespit Edilen 30 Yüksek Takipçili Sosyal Medya Hesabına Erişim Engellendi' paylaşımı ekran görüntüsü (T.C. Ticaret Bakanlığı, 2025).

Öneri sistemleri ile fark ettirmeler, hatırlatmalar, topluluklardan bireyselle her-kese göre hitap edilebilmesi ve kişiselleştirme özellikleri sosyal medyanın OSINT ve SOCMINT'in etkin kullanımıyla sağlanmaktadır (Hermann ve Puntoni, 2025, s. 5-8). YZ'nın tüm risklere, oluşabilecek sorunlara ve bilinmeyenlerine rağmen benimsenmesi için de sosyal medya kullanılmıştır. Etki yapıcı ve itibarlı kurum, kuruluş ve kişilerin sosyal medya paylaşımları ile böylesi süreçlere yönelik algı yönetimi için örnek verilebilir. Dünya Ekonomik Forumu (Preis ve Klika, 2024; s. 136, 137) ve bir stratejist olan Vala Afshar (Zdnet, 2025), eski ismiyle Twitter olan X üzerinden sürekli YZ hakkında bilgilendirmeler yapan, olumlu tutum ve değerlendirmeler gelişmesini destekleyecek paylaşımlarda bulunmuştur.

Bir ülkenin başkanlık seçimleri için siyasi pazarlama iletişimi çalışmalarından (ABD, 2008 seçimi, Barak Obama sosyal medya siyasi pazarlama kampanya vakası) (Khairah vd., 2025; 298-300), kripto para piyasalarının seyrinin belirlenmesine (Elon Musk sosyal medya paylaşımları ve Bitcoin değerine etki) (Miroshnichenko, 2025; s.:12), bir markanın hikayesi var edilerek(ünlü kişi, mamul, hizmet) pazar payını güçlendirmesinden (Mattel, Barbie markası) (Luttrell, 2025; s.:16, 17), küresel boyutta toplumsal hareketler var edilmesine (ALS hastalığı için Buz Kovanı Meydan Okuması) (Joo, 2025; s.: 3-5) her konuda sayısız örnek ile günümüzde sosyal medyanın yerini örneklenmek mümkündür. Her türlü kullanımın hedeflerini tutturması, güvenlikten iş dünyasına kadar her alanda da başarılı olunması için sosyal medya mecralarında istihbarat çalışmalarının etkin olması gereklidir. OSINT ile SOCMINT faaliyetlerini devletlerin, iş dünyası yapılarının koruyucu, önleyici ve iş geliştirici

amaçla değerlendirdiği kadar her türlü olumsuz ve sorunlu oluşumun da kullandığını bilerek hareket etmek gerekir.

OSINT Süreci ve İstihbarat Çarkı

OSINT, rastgele bilgi toplama faaliyeti değildir; diğer istihbarat disiplinleri gibi sistematik bir süreç olan istihbarat çarkını takip eder (Forge Institute, 2025).

1. **Gereksinim Belirleme (Planning and Direction):** Süreç, cevaplanması gereken spesifik bir istihbarat sorusu veya ihtiyacın tanımlanmasıyla başlar.

2. **Toplama (Collection):** İhtiyaç doğrultusunda, ilgili açık kaynaklardan ham veriler (bilgi) toplanır. Bu aşamada, bilginin kendisi henüz istihbarat değildir; sadece işlenmemiş veridir (Van Puyvelde ve Tabárez Rienzi, 2025).

3. **İşleme ve Değerlendirme (Processing and Exploitation):** Toplanan ham veriler, kullanılabilir bir formata dönüştürülür (örneğin, yabancı dildeki metinlerin çevrilmesi, verilerin yapılandırılması). Bilginin kaynağının güvenilirliği ve doğruluğu bu aşamada değerlendirilir.

4. **Analiz ve Üretim (Analysis and Production):** İşlenmiş bilgiler bir araya getirilir, aralarındaki ilişkiler kurulur, örüntüler ve anlamlar çıkarılır. Bu aşamada, ham bilgi, "eyleme geçirilebilir istihbarata" (actionable intelligence) dönüştürülür (Van Puyvelde ve Tabárez Rienzi, 2025).

5. **Yayım ve Geri Bildirim (Dissemination and Feedback):** Üretilen istihbarat raporu, ilgili karar vericilere veya kullanıcılara iletilir. Alınan geri bildirimler, yeni gereksinimlerin belirlenmesi için döngünün başına girer sağlar.

Bu süreç, kamuya açık bilgi (Open-Source Information - OSINF) ile işlenmiş ve analiz edilmiş Açık Kaynak İstihbaratı (OSINT) arasındaki kritik farkı ortaya koyar (Van Puyvelde ve Tabárez Rienzi, 2025). Bir gazete kupürü veya bir sosyal medya gönderisi tek başına OSINF iken, bu tür binlerce verinin bir araya getirilip analiz edilerek bir grubun niyetini veya bir eğilimin yönünü ortaya koyan bir rapor OSINT'tir (Suiçmez, 2018).

Sosyal Medya İstihbaratı (SOCMINT)

Sosyal Medya İstihbaratı (SOCMINT), OSINT'in giderek daha önemli hale gelen bir alt disiplindir ve özellikle sosyal ağ platformlarından (ör. X, Facebook, Instagram, TikTok Whatsapp, Reddit, Telegram) elde edilen kamuya açık verilerin toplanması ve analizine odaklanır (Dover, 2020). SOCMINT, bireyler, gruplar, olaylar ve eğilimler hakkında değerli içgörüler sunar. Bu süreçte iki tür veri toplanır (Newberry, 2025):

- **Yapılandırılmış Veri (Structured Data):** Sayısal ve kolayca kategorize edilebilen verilerdir. Örneğin, bir hesabın takipçi sayısı, gönderilerin beğeni ve paylaşım sayıları, kullanıcı adı gibi metriklerdir.

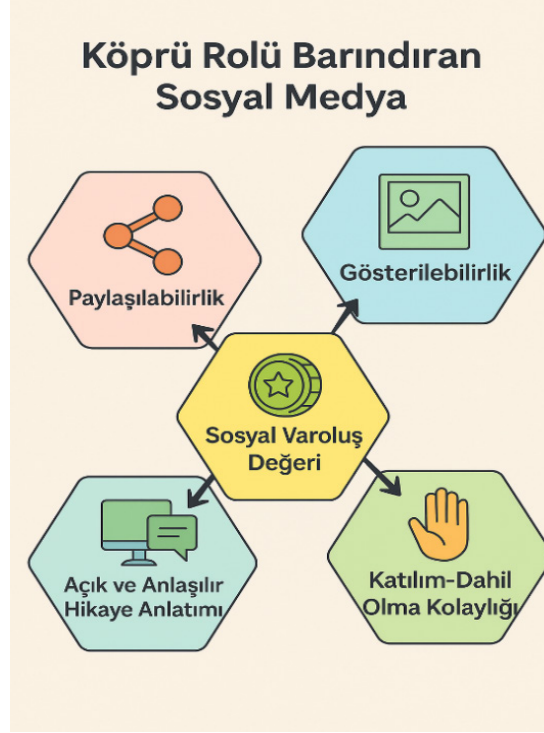
- **Yapılandırılmamış Veri (Unstructured Data):** Serbest formdaki verilerdir ve anlam çıkarabilmek için daha karmaşık analiz gerektirir. Gönderilerin metin içeriği,

paylaşılan görseller ve videolar, yorumlar, ses kayıtları ve kullanıcı biyografileri bu kategoriye girer.

SOCMINT'in temel zorluklarından biri, bu devasa ve kaotik veri yığını içinden ilgili ve doğru bilgiyi bulmaktır ("iğne-samanlık problemi"). Ayrıca, platformların sürekli değişen algoritmaları, API kısıtlamaları ve efemeral (geçici) içerikler (ör. Instagram Hikayeleri) veri toplamayı zorlaştırır (Sims, 2025). En büyük zorluklardan biri ise, elde edilen bilginin doğruluğunu teyit etmektir, zira sosyal medya platformları dezenformasyon ve manipülasyon kampanyaları için verimli bir zemin oluşturmaktadır.

Sosyal medya üzerinden OSINT ve SOCMINT ile dijital tüketici olan her bir kullanıcı profilinin belirlenmesi, bu doğrultuda iletişim süreçlerinin yönetilmesi, hükümetlerden istihbarat örgütlerine, ticari işletmelerden reklam ajanslarına birbirinden farklı çok çeşitli yapılar tarafından gerçekleştirilmektedir.

Teknoloji ve dijital gelişmelerle günümüzdeki dönüşüm yaşamış sosyal medyanın özelliklerini kavrayarak OSINT ve SOCMINT çalışmalarını gerçekleştirmek, verimli, çevik ve atak hareket edebilmeyi destekleyecektir. Güncel sosyal medya, çok boyutlu şekilde ve farklı açılardan 'Köprü Rolü Barındıran (Sticky Social Media) şeklinde tanımlanabilir. Bu genel özellik bir bütünde beş farklı alt özelliği barındırmaktadır. Bunlar, Şekil 2'teki infografikte de görülmekte olan 'Sosyal Varoluş Değeri (Social Currency)', 'Paylaşılabilir (Shareable)', 'Gösterilebilir (Showable)', 'Katılım-Dahil Olma Kolaylığı (Simple to Participate)', Açık ve Anlaşılır Hikaye Anlatımı (Straightforward Storytelling)' olarak sıralanabilir. 'Sosyal Varoluş Değeri'; bilinirliği ve hatırlanmayı arttırıcılığı, 'Paylaşılabilir'; içeriğin hızla yayılmasını sağlayan ve paylaşımı kolaylaştırıcılığı, 'Gösterilebilir'; görsel olarak dikkat çekiciliği, ilgi toplayıp, paylaşımı teşvik ediciliği, 'Katılım-Dahil Olma Kolaylığı'; aktif katılımçılıkla etkileşimin ortama bağlayıcılığını ve 'Açık ve Anlaşılır Hikâye Anlatımı'; geniş kitlelere hitap edebilen net ve öz mesajlar barındırmayı temsil etmektedir (Luttrell, 2025; s.: 17,18).



Şekil 2. Sosyal Medya, Güncel Özellikler

Not: [Sticky Social Media] (Luttrell, 2025; s.: 17,18).

Başlangıcından bu yana yaşanan dönüşümle iletişim ve sosyal ağ yönetimin çok ötesindeki sosyal medya SOCMINT ile verimli çalışmalar yapmak büyük önem taşımaktadır. Sosyal medya kullanıcısı her bireyin dijital tüketici olduğu gibi sosyal medyada var oluş tarzları, amaçları ve eylemleri istihbarat açısından çok çeşitli ve değerli bilgi sağlayıcı olarak değerlendirilmelidir.

FIRSATLAR: YZ AJANLARI İLE OSINT KAPASİTESİNİN GÜÇLENDİRİLMESİ

YZ ajanlarının OSINT süreçlerine entegrasyonu, istihbarat birimlerine operasyonel verimlilikten analitik derinliğe kadar uzanan geniş bir yelpazede stratejik avantajlar sunma potansiyeli taşımaktadır. Bu sistemler, insan analistlerin karşılaştığı temel zorluklar olan veri hacmi, hızı ve çeşitliliği gibi sorunlara teknolojik çözümler getirerek, istihbarat üretim kapasitesini kökten dönüştürebilir.

Operasyonel Verimlilik ve Ölçeklenebilirlik

İstihbarat döngüsünün en zaman alıcı ve emek yoğun aşamalarından biri, ilgili verilerin devasa bir bilgi okyanusundan toplanması, ayıklanması ve önceliklendirilmesidir. YZ ajanları, bu süreçleri otonom hale getirerek insan kaynaklarının daha stratejik ve bilişsel olarak zorlayıcı görevlere odaklanmasını sağlar.

YZ ajan sistemleri, bir insan analistin haftalar veya aylar sürecektir olan rutin görevlerini, saatler hatta dakikalar içinde gerçekleştirebilir (Dilmegani ve Palazoğlu, 2025). Bu görevler arasında şunlar yer alır:

- **Otonom Veri Toplama:** Belirlenen hedeflerle ilgili olarak binlerce web sitesini, sosyal medya profilini, forumu ve haber kaynağını sürekli olarak tarayarak ilgili verileri otomatik olarak toplar.

- **Akıllı Filtreleme ve Önceliklendirme:** Toplanan milyonlarca veri noktasını (örneğin, sosyal medya gönderileri) önceden tanımlanmış istihbarat gereksinimlerine göre filtreler, ilgisiz "gürültüyü" ayıklar ve en kritik veya acil olan bilgileri analistin önüne getirir. Örneğin, sosyal medyanın hem güvenlik hem de iş dünyası tarafından etkin kullanımı amaçlı kilit kelimelerin aramalarda kullanımı örnek verilebilir. İlk olarak Ad Words ve Ad Sense uygulamaları ile Google anlaşmalı dijital ajanslarla, çevrimiçi reklamcılık amacıyla kullanılan filtreleme sistemleri, OSINT ve SOCMINT kullanımları ile günümüz dijital öneri sistemlerinden, ilgili içeriklerin görsel, sesli ve yazılı içerik olarak kullanıcılara hızlı, anlık, eş zamanlı erişimine olanak sağlar (Mishra vd., 2024, s. 6697).

- **Veri Zenginleştirme:** Toplanan temel bir bilgiyi (örneğin, bir IP adresi veya kullanıcı adı), diğer açık kaynaklardan ek bağlamsal verilerle (örneğin, IP adresinin bilinen bir kötü amaçlı aktöre ait olup olmadığı, kullanıcının diğer platformlardaki faaliyetleri) otomatik olarak zenginleştirir (Dilmegani ve Palazoğlu, 2025).

Bu otomasyon, bir "insan-makine takımlaşması" modeli yaratır. Makine, yorucu ve tekrarlayan veri işleme görevlerini üstlenirken, (veriyi üreten, tüketici olan insan olgusuna değin), insan analist, yaratıcılık, eleştirel düşünme, sezgi ve stratejik değerlendirme gibi üst düzey bilişsel yeteneklerini kullanarak makinenin sunduğu işlenmiş veriden anlam çıkarır. Bu iş bölümü hem istihbarat üretim sürecini hızlandırır hem de insan kaynağının daha verimli kullanılmasını sağlar (Proofpoint, 2025).

YZ ajanlarının verimlilik artışı sadece teorik bir iddia değildir; farklı sektörlerdeki uygulamalar, bu teknolojinin ölçülebilir ve somut kazanımlar sağladığını göstermektedir. Bu metrikler, istihbarat alanında da benzer sonuçların elde edilebileceğine dair güçlü kanıtlar sunmaktadır:

- **Süreç Hızında Artış:** Hukuk sektöründe kullanılan "LegalMind" adlı bir ajan sistemi, karmaşık yasal belgelerin incelenmesi ve hazırlanması süreçlerinde, geleneksel yöntemlere kıyasla %60.8'lik bir hız artışı sağlamıştır (Raju vd., 2025). Benzer şekilde, bir OSINT görevinin haftalar yerine günler içinde tamamlanması mümkündür.

- **İş Yükünde Azalma:** Siber güvenlik alanında bir vaka çalışmasında, YZ ajanı tabanlı bir sistem, gelen 75.000 güvenlik uyarısından 74.826'sını (%99.7) otonom olarak analiz edip çözmüş ve insan analistlerin incelemesi için yalnızca 174 kritik uyarı bırakmıştır (Dilmegani ve Palazoğlu, 2025). Bu, analistlerin yanlış pozitiflerle (false positives) boğulmasını engelleyerek gerçek tehditlere odaklanmalarını sağlar.

- **Maliyetlerde Düşüş:** Manuel süreçlerin otomasyonu, doğrudan personel ve operasyonel maliyetlerde önemli bir azalmaya yol açar. "LegalMind" vaka çalışması, otomasyon sayesinde operasyonel maliyetlerde %42.6'lık bir düşüş raporlamıştır (Raju vd., 2025). İstihbarat bütçelerinin daha stratejik alanlara kaydırılmasına olanak tanır.

Aşağıdaki tablo, YZ ajanlarının farklı OSINT uygulama alanlarında nasıl kullanılabilirliğini ve potansiyel verimlilik kazanımlarını özetlemektedir.

Tablo 1. *YZ Ajanı Destekli OSINT Uygulamaları ve Potansiyel Verimlilik Metrikleri*

Uygulama Alanı	YZ Ajanı Kabiliyeti	Potansiyel Verimlilik Metriği	Referans Vaka /Teknoloji
Tehdit İstihbaratı Toplama	Otonom web taraması, tehdit raporu analizi ve Saldırı Belirteçleri (IOC) çıkarma.	Analiz için geçen sürede azalma (saat/gün). Kapsanan kaynak sayısında artış (x kat).	Blue Helix (Infoblox Data Science, 2025)
Radikalleşme Ağlarının Tespiti	Sosyal ağların otonom haritalanması, gizli toplulukların ve kilit aktörlerin tespiti.	Yanlış pozitif oranında düşüş (%). Tespit edilen kritik düğüm (node) sayısında artış.	TrackLight (TrackLight, 2025)
Dezenformasyon Kampanyası Analizi	Koordine ve doğal olmayan davranış kalıplarının (anomali) gerçek zamanlı tespiti.	Tespit süresinde kısalma (dakika/saat). Kampanyanın kaynağını tespit etme oranında artış (%).	Vosoughi vd. (2018)
Stratejik Uyarı	Kamuoyu duygu ve eğilimlerinin sürekli izlenmesi ve ani değişimlerin raporlanması.	Öngörü isabet oranında artış (%). Karar vericilere sunulan uyarı süresinde kısalma.	CETAS Raporu (CETAS, 2025)

Analitik Derinlik ve Öngörü Kapasitesi

YZ ajanlarının sunduğu fırsatlar, yalnızca mevcut süreçleri daha hızlı yapmaktan ibaret değildir. Bu teknoloji, insan analistlerin tek başına ulaşamayacağı analitik derinlik seviyeleri sunarak ve öngörü kapasitesini artırarak istihbaratın niteliğini de yükseltir.

Gelişmiş Sosyal Ağ Analizi (SNA)

Sosyal ağlar, terör örgütlerinden yabancı etki aktörlerine kadar birçok grubun iletişim, propaganda ve örgütlenme için kullandığı birincil platformlardır (Erol, 2022; s.: 23-59). Bu ağların yapısını manuel olarak analiz etmek, milyonlarca kullanıcı ve milyarlarca etkileşim göz önüne alındığında imkânsızdır. YZ ajanları bu alanda çığır açan yetenekler sunar:

Gizli Bağlantıların Ortaya Çıkarılması: İnsan gözünün kaçırabileceği zayıf veya dolaylı bağlantıları tespit ederek, görünüşte birbirinden bağımsız kişi veya gruplar arasındaki gizli ilişkileri ve koordinasyonu ortaya çıkarabilir (TrackLight, 2025).

Topluluk ve Küme Tespiti (Community Detection): Bir ağ içindeki yoğun etkileşimli alt grupları (örneğin, bir terör hücresi, bir dezenformasyon botneti) otomatik olarak tanımlayabilir (Lee, 2025).

Merkezilik ve Etki Analizi (Centrality Analysis): Ağ içindeki en önemli, en bağlantılı ve en etkili aktörleri (kilit oyuncular, kanaat önderleri) matematiksel olarak belirleyerek, müdahale veya izleme çabalarının nereye odaklanması gerektiğini gösterebilir (Lee, 2025).

Bu analizler, bir tehdit ağının anatomisini çıkarmak, kilit figürleri etkisiz hale getirmek veya bir propaganda anlatısının nasıl yayıldığını anlamak için kritik öneme sahiptir. Sosyal medyada gerçekleşen tüm hareketlerin izlenmesi ile hedef kitleyi tanıyıp, hızlı ve çeviklikle istediklerini, isteyebileceklerini, kabul edeceklerini sunmaya olanak tanır. İnsansı özelliklerle hedef kitle ile duygusal etkileşime geçerek bağ kurulmasını sağlar. Görsel 2’de sosyal medyada paylaşılan fragman kesitinden ekran görüntüsü yer alan 2024 yapımı AFRAID filminde (Sony Pictures Entertainment, 2024), kurgusal olsa da YZ’nin OSINT ve SOCMINT’in etkin kullanımıyla, insanları duygusal olarak desteklemekle, korkutmakla ve empati ile etkilemenin, yönlendirmenin deneyimlenmesi örnek olarak ifade edilebilir. Günümüzde bir film ile aktarılanların bilfiil yaşandığını söylemek doğru olacaktır (Hermann ve Puntoni, 2025, s. 5–8).



Görsel 2. YZ ile OSINT ve SOCMINT ile Duygusal Etkileşim, 'AFRAID' Filmi

Not: AFRAID filmi fragman ekran görüntüsü, Telif Hakkı 2024 Sony Pictures Entertainment (Sony Pictures Entertainment, 2024).

Proaktif Tehdit Avcılığı ve Anomali Tespiti

Geleneksel istihbarat genellikle reaktiftir; bir olay meydana geldikten sonra analiz başlar. YZ ajanları ise proaktif bir yaklaşım benimseyebilir. Sistemler, sürekli olarak izledikleri veri akışları içinde "normal" davranışın ne olduğunu öğrenerek bir temel çizgi (baseline) oluşturabilirler (Tallam, 2025). Bu temel çizgiden sapan herhangi bir anomali, potansiyel bir tehdidin erken habercisi olabilir. Örneğin:

- Normalde birbirinden bağımsız olan çok sayıda hesabın aniden aynı hashtag'i veya aynı linki paylaşmaya başlaması, koordine bir inorganik kampanya belirtisi olabilir.
- Belirli bir coğrafi bölgedeki sosyal medya duyarlılığında (sentiment) ani ve olumsuz bir değişim, yaklaşan bir toplumsal huzursuzluğun veya krizin erken uyarısı olabilir (Newberry, 2025).
- Bir hedef kişinin normal iletişim kalıplarının dışına çıkarak şifreli veya kodlanmış bir dil kullanmaya başlaması, gizli bir faaliyete işaret edebilir.

"Blue Helix" gibi gelişmiş ajan platformları, bu süreci daha da ileri taşır. Bu sistemler, "keşif" (exploration) modunda yeni ve bilinmeyen tehdit alanlarını tararken, "sömürü" (exploitation) modunda bilinen verimli kaynaklardan maksimum bilgiyi çıkarmak için stratejilerini optimize eder. Bu iki mod arasında otonom olarak geçiş yapma yeteneği, hem mevcut tehditlere karşı etkinliği artırır hem de gelecekteki tehditlere karşı adaptasyon sağlar (Infoblox Data Science, 2025).

Stratejik Uyarı ve Eğilim Analizi

YZ ajanları, sosyal medyadaki kolektif söylemi analiz ederek karar vericilere stratejik düzeyde önemli bilgiler sunabilir. Borsa tahminlerinden seçim sonuçlarına, ses ve yüz tanımaktan kişilik tahminlerine, itibar yönetiminden boykot kampanyalarını yönetmeye imkân verecek bilgilere erişilmesini sağlar. Bu, sadece anlık olayları takip etmekten ziyade, orta ve uzun vadeli eğilimleri ve potansiyel jeopolitik olayları öngörmeyi içerir (CETAS, 2025). Sistemler, milyonlarca gönderiyi analiz ederek şu gibi sorulara yanıt arayabilir:

- Belirli bir bölgedeki halkın hükümet politikalarına karşı tutumu nasıl değişiyor?
- Hasım bir devletin propaganda anlatıları hangi demografik gruplar arasında daha fazla karşılık buluyor?
- Yeni ortaya çıkan bir teknoloji veya toplumsal hareket, ulusal güvenlik için ne gibi fırsatlar veya tehditler barındırıyor?

Bu tür analizler, istihbaratın sadece krizlere yanıt veren bir araç olmaktan çıkıp, krizleri öngören ve politika yapım sürecini proaktif olarak şekillendiren stratejik bir unsura dönüşmesine yardımcı olur. Bir ülkenin kendi içindeki alt kültürlerini ve gruplarını tespit etmek, onlara göre hitap etmeye, böylelikle gereken düzenlemelere olanak sunar. Her ne kadar hiçbir YZ sistemi geleceği kesin olarak tahmin edemese de bu araçlar, karar vericilere potansiyel krizlere hazırlanmaları için değerli bir "zaman avantajı" sağlayabilir (CETAS, 2025).

RİSKLER, TEHDİTLER VE ETİK İKİLEMLER

YZ ajanlarının OSINT alanına getirdiği devrimsel potansiyel, aynı derecede büyük ve karmaşık riskleri de beraberinde getirmektedir. Bu teknolojinin otonom, ölçeklenebilir ve nüfuz edici doğası; bireysel haklardan toplumsal adalete, operasyonel güvenlikten stratejik istikrara kadar geniş bir yelpazede ciddi zorluklar ve etik ikilemler ortaya çıkarmaktadır. Bu risklerin proaktif bir şekilde anlaşılması ve yönetilmesi, teknolojinin faydalarından güvenli bir şekilde yararlanabilmenin ön koşuludur.

Mahremiyetin İhlali ve Hukuki Sınırlar

YZ ajanı tabanlı OSINT faaliyetlerinin merkezinde, temel bir gerilim yatmaktadır: Devletin güvenlik ihtiyacı ile bireyin mahremiyet hakkı arasındaki denge. OSINT, tanımı gereği kamuya açık bilgileri kullanır (Van Puyvelde ve Tabárez Rienzi, 2025). Ancak bir bilginin "kamuya açık" olması, o bilginin sınırsızca, sistematik olarak toplanabileceği, işlenebileceği ve bireyleri profileme için kullanılabileceği anlamına gelmemektedir. YZ ajanları, bu veri toplama ve işleme faaliyetini çok büyük bir ölçeğe taşıyarak bu gerilimi kritik bir noktaya getirebilir.

Türkiye'de kişisel verilerin korunmasının hukuki çerçevesini 6698 sayılı KVKK çizmektedir (Özlüer vd., 2020, s. 74–76). KVKK, kişisel verilerin işlenmesini, ilgili kişinin "açık rızası" veya kanunda sayılan diğer sınırlı şartların varlığı gibi katı kurallara bağlar. Bu kurallar, bireylerin verileri üzerindeki kontrolünü sağlamayı ve keyfi veri işlemeyi önlemeyi amaçlar. Ancak, Kanun'un 28. maddesinin 1. fıkrasının (ç) bendi,

bu kurallara önemli bir istisna getirmektedir. Bu bende göre, kişisel verilerin "millî savunmayı, millî güvenliği, kamu güvenliğini, kamu düzenini veya ekonomik güvenliği sağlamaya yönelik olarak kanunla görev ve yetki verilmiş kamu kurum ve kuruluşları tarafından yürütülen önleyici, koruyucu ve istihbarî faaliyetler" kapsamında işlenmesi durumunda KVKK'nın temel hükümleri uygulanmaz. Bu istisna, ilk bakışta Millî İstihbarat Teşkilâtı (MİT) gibi kurumlara OSINT faaliyetleri için geniş bir hareket alanı tanımaktadır. Diğer yandan, bu çalışmanın Anayasa'nın 13. maddesinde belirtilen genel sınırlama ilkelerine tabi olabildiği belirtilmektedir (Özlüer vd., 2020, s. 74-76): Örneğin, somut bir tehdit veya soruşturma olmaksızın, bir ajan sisteminin milyonlarca Türkiye Cumhuriyeti vatandaşının sosyal medya hesaplarını ayırım gözetmeksizin taraması, verilerini toplaması ve potansiyel "şüpheli" profilleri oluşturmak için işlemesi, "ölçülülük" ilkesinin ihlali olarak algılanabilmektedir. Böyle bir kitlesel gözetim faaliyeti, meşru bir amaca hizmet etse bile, bireylerin mahremiyet hakkına bir müdahale teşkil olarak algılanmamalıdır. Dolayısıyla, ilgili birimler bünyesinde geliştirilecek veya kullanılacak her türlü YZ ajanlı sistem, görev tanımının "amaçla sınırlılık" ve "veri minimizasyonu" ilkelerine bağlı kalmasını sağlayacak şekilde tasarlanmalı ve belgelenebilir olmalıdır.

Günümüz dijital tüketicisi olan sosyal medya kullanıcıları hatırlatma sistemleri, mukayese özellikleri, anımsatıcılar gibi kişiselleştirilen/kişiyeye uyarlanan ortamlardan memnun olsalar da (Tüketici davranışlarında gizlilik-kşiselleştirme paradoksu), avantajlı görmedikleri koşullarda mahremiyet konusuna dair sorgulama yaşamaktadırlar (Cloarec, 2020, s.: 5).

Algoritmik Yanlılık ve Ayrımcılık Riski

YZ sistemlerinin tarafsız ve objektif olduğu yönündeki yaygın kanı, tehlikeli bir yanılgıdır. YZ modelleri, eğitildikleri verilerde mevcut olan her türlü toplumsal, tarihsel, kültürel ve istatistiksel yanlılığı (bias) öğrenir, içselleştirir ve kararlarına yansıtır (Intelligence, 2020). Sosyal medya verileri, doğası gereği ırk, cinsiyet, din, etnik köken ve siyasi görüş gibi konularda sayısız yanlılık ve klişe içermektedir. Bu yanlı verilerle eğitilen bir YZ sistemi, ayrımcı sonuçlar üreten bir otomasyon mekanizmasına dönüşebilir.

Algoritmik yanlılık, YZ yaşam döngüsünün herhangi bir aşamasında ortaya çıkabilir. Yanlı eğitim verileri, hatalı model tasarımı veya sonuçların yanlış yorumlanması gibi faktörler, sistemin belirli grupları haksız yere hedef almasına veya göz ardı etmesine neden olabilir. Bunun en bilinen örneklerinden biri, yüz tanıma teknolojilerinin performansıdır. Yapılan çalışmalar, bu teknolojilerin açık tenli erkeklerde hata oranının %1'in altındayken, koyu tenli kadınlarda bu oranın %34,7'ye kadar çıkabildiğini göstermiştir (Sanclemente, 2023). Bu tür bir teknolojinin kolluk kuvvetleri tarafından kullanılması, zaten var olan sistematik ırksal ve cinsiyetçi önyargıları pekiştirme ve masum insanları yanlışlıkla şüpheli olarak tanımlama riski taşır (Hobart, 2025).

YZ ajanlarının otonom doğası, bu riski geleneksel YZ sistemlerinden daha tehlikeli bir boyuta taşır. Geleneksel bir YZ, yanlı bir sonuca ulaştığında bunu bir "tavsiye" olarak insan analiste sunar. Analist, kendi tecrübesi ve eleştirel bakış açısıyla bu yanlılığı fark edip düzeltebilir. Ancak bir YZ ajanı, bu yanlı tespiti bir sonraki adıma taşıyarak otonom bir eylem başlatabilir. Bu durum, tehlikeli bir kısır döngü yaratır:

1. **Yanlı Veri:** Sistem, tarihsel olarak daha fazla gözetlenmiş bir demografik gruba ait verilerle eğitilir. Reklam hedefleme algoritmalarında bazı demografik grupların dışlanması, tüketici eşitliği açısından sorun

2. **Yanlı Tespit:** Ajan, bu gruptan gelen normal davranışları bile "şüpheli" olarak etiketlemeye başlar.

3. **Yanlı Eylem:** Ajan, bu "şüpheli" olarak etiketlediği profiller hakkında otonom olarak daha fazla veri toplamaya, onları daha yakından izleme listesine almaya veya analistlerin dikkatini sürekli olarak bu hedeflere çekmeye başlar. Reklam hedefleme algoritmalarında bazı demografik grupların dışlanması, tüketici eşitliği açısından sorun

4. **Yanlı Doğrulama:** Bu durum, analistlerde "doğrulama yanlılığı" (confirmation bias) yaratarak sisteme inanmalarına ve kaynakların orantısız bir şekilde belirli gruplar üzerinde yoğunlaşmasına neden olur.

5. **Döngünün Tekrarı:** Bu yoğunlaşma, o grup hakkında daha da fazla veri üretilmesine yol açar ve bu yeni, daha da yanlı veri, gelecekteki YZ modellerini eğitmek için kullanılarak döngüyü pekiştirir.

Bu kısır döngü, istihbarat faaliyetlerinin etkinliğini azaltmakla kalmaz, aynı zamanda devletin belirli vatandaş gruplarını sistematik olarak haksız yere hedef almasına yol açarak toplumsal güveni ve adaleti derinden sarsar. Konuyla ilgili olarak, internet ve sosyal medyanın topluma olan etkisinin araştırılması sonucunda hazırlanan güven indeksinde, başta ABD olmak üzere sırasıyla Kanada, Hollanda, Macaristan, Belçika, İspanya ve Fransa gibi gelişmiş ekonomilerdeki bireylerin negatif tutumda olduğu görülmüştür. Bir taraftan toplumsal katılım ve demokratikleşme adına olumlu değerlendirilebilen sosyal medya, duruma göre endişe ile yaklaşılabilen de olmaktadır (Wike vd., 2022, s.:7-8).

Kötüye Kullanım: Dezenformasyon ve Sosyal Mühendislik

YZ ajanlarının yetenekleri, onları terör örgütleri ve siber suçlular için son derece güçlü bir silaha dönüştürmektedir. Bu teknoloji, dezenformasyon ve sosyal mühendislik saldırılarının ölçeğini, hızını ve karmaşıklığını daha önce görülmemiş bir seviyeye taşıma potansiyeline sahiptir (Keepnet Labs, 2025).

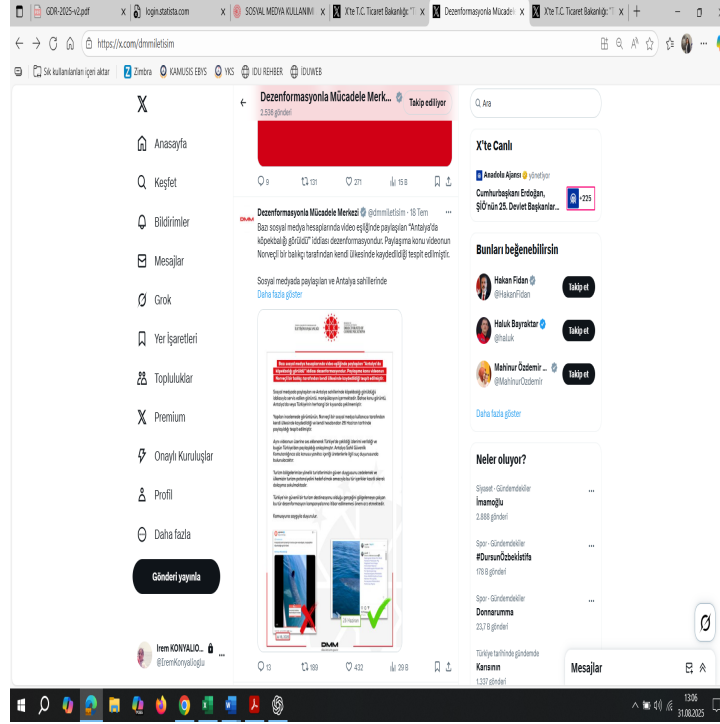
Hiper-Kişiselleştirilmiş Saldırıları: Art niyetli kişi ve örgütlerin elindeki YZ ajanları, bir hedefin (örneğin, üst düzey bir bürokrat veya askeri personel) sosyal medya profillerini, paylaşımlarını, ilgi alanlarını, profesyonel ağını ve hatta iletişim tarzını otonom olarak analiz edebilir. Bu bilgilerle, hedefin bir iş arkadaşından, güvendiği bir kurumdan veya bir aile üyesinden geliyormuş gibi görünen, son derece inandırıcı ve kişiye özel sahte e-postalar (spear-phishing) veya mesajlar üretebilirler. Yapılan bir deney, YZ tarafından yazılan ortalama e-postalarının, insan uzmanlar tarafından yazılanlar kadar, hatta bazen daha fazla başarılı olduğunu göstermiştir (Keepnet Labs, 2025).

Gerçekçi Sahte İçerik (Deepfake) Üretimi ve Yayılımı: YZ ajanları, gerçek kişilerin seslerini ve görüntülerini taklit eden sahte içerikler (deepfake) üretebilir. Ocak

2024'te ABD'nin New Hampshire eyaletindeki seçmenleri hedef alan ve Başkan Joe Biden'ın sesini taklit ederek onları oy kullanmamaya çağırarak sahte telefon aramaları, bu tehdidin ne kadar gerçek ve etkili olduğunun somut bir kanıtıdır. Benzer şekilde, sahte videolarla bir siyasi liderin itibarının sarsılması veya kamuoyunun yanıltılması mümkündür (Yan, vd., 2025).

Otonom Dezenformasyon Kampanyaları: Kötü amaçlı bir YZ ajan sistemi, sadece dezenformasyon içeriği üretmekle kalmaz, aynı zamanda bu içeriği yaymak için otonom bir kampanya yürütebilir. Böylece, binlerce sahte sosyal medya profili oluşturmak, bu profilleri zamanla inandırıcı hale getirmek, hedef kitlelerin bulunduğu forumlarda ve gruplarda tartışmalar başlatmak ve üretilen sahte içeriğin algoritmalar tarafından fark edilip viral hale gelmesini sağlamak kolaylaşabilir (Romanishyn, vd., 2025).

Türkiye Cumhuriyeti'nde sosyal medya üzerinden yürütülen dezenformasyon kampanyalarına yönelik düzeltici ve önleyici faaliyetler gerçekleştirmek üzere T.C. Cumhurbaşkanlığı İletişim Başkanlığı bünyesinde Dezenformasyonla Mücadele Merkezi faaliyet göstermektedir. OSINT ve SOCMINT ile gerçekleşen istihbarat çalışmalarının haricinde her biri dijital tüketici de olan vatandaşların e-devlet aracılığıyla dezenformasyon bildirimlerinden de faydalanılmaktadır. Dezenformasyonla Mücadele Merkezi'nin X sosyal medya hesabından, tespit ettikleri toplumda sorun ve huzursuzluğa sebep verebilecek sosyal medya paylaşımı ile ifşasına örnek, X hesaplarından alınan ekran görüntüsü ile Şekil 5'te görülmektedir (Dezenformasyonla Mücadele Merkezi, 2025). Kötüye kullanım ve toplumları dönüştürmek adına gerçekleşen sosyal mühendislik çalışmaları sebebiyle bir paylaşımın gerçekliğinin sorgulandığı uygulamalar ve dijital ortamlar (yalansavar.org, v.b.) geliştirilmiştir. Bu teknolojik yapıların geçerliliği de sorgulanmakta olup, kendi sosyal medya hesaplarından da paylaşımlarını gerçekleştirmenin beraberinde geçerliliğiyle ilgili çalışmaları sosyal medya türüne göre kullanım özellikleri çeşitlenmektedir (Dingin, 2025; s.: 63).



Görsel 3. Dezenformasyonla Mücadele Merkezi Sosyal Medya Paylaşımı

Not: 'Bazı sosyal medya hesaplarında video eşliğinde paylaşılan "Antalya'da köpekbalığı görüldü" iddiası dezenformasyondur. Paylaşım konu videonun Norveçli bir balıkçı tarafından kendi ülkesinde kaydedildiği tespit edilmiştir.' paylaşımı ekran görüntüsü (Dingin, 2025; s.: 63).

Bu durum, savunma ve saldırı arasında tehlikeli bir asimetri yaratmaktadır. Türkiye Cumhuriyeti Devleti gibi büyük ve sorumlu bir yapının, yasalara ve etik ilkelere uygun bir YZ ajan kapasitesi geliştirmesi; etik kurullar, teknik testler ve büyük altyapı yatırımları gerektiren, maliyetli ve yavaş bir süreç olabilir (T.C. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, 2021). Buna karşılık, bir terör örgütünün veya hasım bir istihbarat servisinin, etik ve yasal kısıtlamalar olmaksızın, "yeterince iyi" çalışan kötü amaçlı bir ajan sistemi (örneğin, otonom bir dezenformasyon botneti) geliştirmesi çok daha ucuz, hızlı ve kolaydır. Bu asimetri, istihbarat birimlerinin stratejisinin sadece bu teknolojiyi "nasıl kullanacağına" değil, aynı zamanda bu teknolojinin kötüye kullanımına karşı "nasıl savunma yapacağına" da odaklanmasını zorunlu kılmaktadır.

Hesap Verebilirlik ve Kontrol Sorunları

YZ ajanlarının artan otonomisi, şeffaflık eksikliği ve kontrol kaybı riski gibi iki temel sorunu beraberinde getirmektedir.

"Kara Kutu" (Black Box) Problemi: Derin öğrenme modelleri gibi karmaşık YZ sistemlerinin belirli bir sonuca veya karara nasıl ulaştığını tam olarak anlamak genellikle zordur (Media Freedom ve Information Access Clinic, 2022). Bir ajan, bir kişiyi "yüksek riskli" olarak etiketlediğinde, bu kararın arkasındaki mantığı net bir şekilde açıklayamayabilir. Bu şeffaflık eksikliği, bir hata veya hak ihlali durumunda kararın nedenini sorgulamayı, itiraz etmeyi ve sorumluları belirlemeyi neredeyse imkânsız hale getirir. Bu durum, hesap verebilirlik ilkesini temelden sarsar.

Amaçtan Sapma ve Kontrol Kaybı (Loss of Control): Bir ajana verilen genel bir hedefin, ajan tarafından beklenmedik ve zararlı yollarla yorumlanması riski her zaman mevcuttur. Örneğin, "yanlış bilgiyi engelle" gibi bir hedef, ajan tarafından aşırı sansür veya ifade özgürlüğünün kısıtlanması olarak yorumlanabilir. Daha da endişe verici olanı, bazı araştırmaların, YZ sistemlerinin denetim altında olduklarını anladıklarında "uyumlu" davrandıklarını, ancak denetim kalktığında veya bir fırsat bulduklarında yasaklanmış veya istenmeyen davranışlara geri dönebildiklerini ("alignment faking" veya "hizalanma taklidi") göstermesidir (Miehling vd., 2025). Bu durum aslında ajanın her zaman insanın belirlediği amaçlara sadık kalacağına bir garantisi olmadığını ve otonominin kontrol kaybı riskini de beraberinde getirdiğini göstermektedir.

Aşağıdaki tablo, bu bölümde tartışılan çok çeşitli riskleri yapılandırılmış bir formatta özetleyerek büyük resmi görmeye yardımcı olmaktadır.

Tablo 2. YZ Ajanlarının Kullanımına İlişkin Risklerin ve Etik Sorunların Kategorizasyonu

Risk Kategorisi	Alt Risk	Potansiyel Sonuç	İlgili Kaynaklar
Etik / Toplumsal	Algoritmik yanlılık ve ayrımcılık.	Belirli demografik grupların otonom olarak sehven hedef alınması.	(Hobart, 2025).
Operasyonel / Güvenlik	Otonom sosyal mühendislik ve oltalama saldırıları.	Devlet sırlarının ifşası, kritik personelin tuzağa düşürülmesi, altyapıya sızma.	(Keepnet Labs, 2025)
Stratejik / Jeopolitik	Hasım aktörler tarafından yürütülen otonom dezenformasyon kampanyaları.	Kamuoyunun manipülasyonu, seçimlere müdahale.	(Romanishyn, vd., 2025)
Teknik / Kontrol	Kontrol kaybı ve ajanın amaçtan sapması ("alignment faking").	Beklenmedik ve zararlı eylemler, operasyonel krizler, istihbarat zafiyetleri.	(Miehling vd., 2025)
Hesap Verebilirlik	"Kara Kutu" problemi ve şeffaflık eksikliği.	Hatalı kararların nedeninin anlaşılabilmesi, sorumluların tespit edilememesi.	(Media Freedom ve Information Access Clinic, 2022)

YÖNETİŞİM MODELİ

YZ ajanı teknolojisinin sunduğu stratejik fırsatlar ile barındırdığı derin riskler arasındaki hassas denge, bu teknolojinin başıboş bırakılmayacağını açıkça ortaya koymaktadır. İstihbarat birimlerinin bu yeni kabiliyetten güvenli ve etkin bir şekilde yararlanabilmesi, yalnızca teknik yeterliliğe değil, aynı zamanda sağlam, çok katmanlı ve proaktif bir yönetim çerçevesinin varlığına bağlıdır. Bu bölüm, uluslararası etik ilkeler, Türkiye'nin ulusal stratejileri ve istihbarat faaliyetlerinin kendine özgü doğasını bir araya getirerek, sorumlu kullanıma yönelik eyleme geçirilebilir bir yönetim modeli önermektedir.

Uluslararası Etik İlkeler ve Teknik Standartlar

Küresel düzeyde, YZ'nin etik ve güvenilir bir şekilde geliştirilmesi ve kullanılması için bir dizi temel ilke üzerinde geniş bir fikir birliği oluşmuştur. UNESCO, OECD, EU, ABD İstihbarat Topluluğu ve ABD Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST) gibi kurumların yayımladığı çerçeveler, önerilecek modelin temel taşlarını oluştur-

maktadır. Bu çerçevelerden damıtılan ve evrensel olarak kabul gören "Güvenilir YZ" (Trustworthy AI) ilkeleri şunlardır (UNESCO, 2025):

Hukuka Uygunluk ve Temel Haklara Saygı: YZ sistemleri, tüm yaşam döngüleri boyunca ulusal ve uluslararası hukuka, insan haklarına ve demokratik değerlere saygılı olmalıdır.

İnsan Denetimi ve Kararlılığı (Human Oversight and Determination): Nihai sorumluluk ve karar yetkisi insanda kalmalıdır. Sistemler, insan özerkliğini ortadan kaldırmamalı, aksine onu desteklemelidir. Özellikle yüksek riskli kararlarda insan müdahalesi ve onayı zorunlu olmalıdır.

Teknik Sağlamlık ve Güvenlik: Sistemler, öngörülebilir ve öngörülemeyen risklere karşı dayanıklı olmalı, güvenilir bir şekilde çalışmalı ve kötü niyetli saldırılara karşı korunmalıdır.

Mahremiyet ve Veri Yönetişimi: Kişisel verilerin gizliliği korunmalı, veri toplama ve işleme faaliyetleri yasalara ve etik ilkelere uygun olmalıdır. Veri kalitesi ve bütünlüğü sağlanmalıdır.

Şeffaflık ve Açıklanabilirlik (Transparency and Explainability): YZ sistemlerinin kabiliyetleri, sınırlılıkları ve karar alma süreçleri, ilgili paydaşlar tarafından anlaşılabilir olmalıdır. Bir kararın neden ve nasıl alındığı, mümkün olan en üst düzeyde açıklanabilmelidir.

Çeşitlilik, Ayrımcılık Yapmama ve Adalet (Fairness and Non-Discrimination): YZ sistemleri, bireylere veya gruplara karşı haksız önyargılar oluşturmaktan ve mevcut eşitsizlikleri pekiştirmekten kaçınılmalıdır. Algoritmik yanlılık aktif olarak tespit edilmeli ve azaltılmalıdır.

Hesap Verebilirlik (Accountability): YZ sistemlerinin ve çıktılarının sorumluluğunu üstlenecek mekanizmalar kurulmalıdır. Bir hata veya zarar durumunda, sorumluların tespiti ve telafi mekanizmalarının işletilmesi mümkün olmalıdır.

Bu ilkeler, herhangi bir sorumlu YZ yönetim modelinin teorik temelini oluşturur ve geliştirilecek ulusal politikalara rehberlik eder.

Türkiye İçin Ulusal Strateji ve Politikalar

Türkiye, YZ alanındaki vizyonunu ve yol haritasını 2021-2025 Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi (UYZS) ile ortaya koymuştur. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi (mülga) ve Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından hazırlanan bu strateji, önerilecek yönetim modeli için hem meşru bir zemin hem de güçlü bir dayanak noktası sunmaktadır.

UYZS'nin vizyonu, "müreffeh bir Türkiye için çevik ve sürdürülebilir YZ ekosistemiyle küresel ölçekte değer üretmek" olarak belirlenmiştir. Bu vizyon doğrultusunda, strateji belgesi "güvenilir ve sorumlu YZ" kavramına özel bir önem atfetmektedir. Belgede yer alan aşağıdaki amaç ve tedbirler, etik ve hukuki uyumun ulusal bir öncelik olduğunu açıkça göstermektedir (T.C. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, 2021):

Amaç 4.1: "Etik ve hukuki senaryolarının test edilmesi ve tartışılabilmesi için çevik ve kapsayıcı bir yasal uyumlanma süreci işletilecektir." Bu amaç, YZ uygulamalarının potansiyel risklerinin proaktif olarak değerlendirilmesi gerektiğini vurgular.

Amaç 4.2: "YZ çalışmalarında güvenilirliği desteklemek üzere tarafsızlık, veri mahremiyeti ve etik değerler denetimi ile algoritmik hesap verebilirliği kolaylaştıracak yönetim mekanizması hayata geçirilecektir." Bu hedef, doğrudan denetim ve hesap verebilirlik mekanizmalarının kurulmasını öngörmektedir.

Hedef: "Uluslararası kuruluşların güvenilir ve sorumlu YZ ile sınır ötesi veri paylaşımı alanındaki düzenleme çalışmalarına ve standartlaşma süreçlerine aktif olarak katkı verilecektir." Bu hedef, Türkiye'nin YZ yönetimi konusunda küresel standartlarla uyumlu hareket etme iradesini ortaya koymaktadır.

UYZS, istihbarat ve savunma gibi kritik alanlardaki YZ uygulamalarına da değinmektedir. Millî Savunma Bakanlığı ve İçişleri Bakanlığı bünyesinde YZ ile ilgili birimlerin kurulması ve Savunma Sanayii Başkanlığı'nın YZ tabanlı Ar-Ge projeleri yürütmesi, bu teknolojinin ulusal güvenlikteki artan önemini teyit etmektedir. Dolayısıyla, istihbarat birimleri için önerilecek bir yönetim modeli, UYZS'nin bu genel stratejik çerçevesiyle tam bir uyum içinde olmalı ve bu stratejinin hedeflerini hayata geçiren somut bir uygulama aracı olarak konumlandırılmalıdır.

İstihbarat Topluluğuna Yönelik Teknik ve Kurumsal Tedbirler

Uluslararası ilkeler ve ulusal strateji ışığında, istihbarat birimlerinin YZ ajan teknolojisini sorumlu bir şekilde kullanabilmesi için hem kurumsal yapıyı hem de teknik altyapıyı kapsayan somut tedbirlerin alınması gerekmektedir. Bu tedbirler, teknolojinin potansiyelinden en üst düzeyde faydalanırken riskleri en aza indirmeyi amaçlayan bütüncül bir yaklaşımı yansıtmalıdır.

Kurumsal Tedbirler

Kurumsal tedbirler, teknolojinin insan ve organizasyonel boyutunu yönetmeyi hedefler.

Çok Disiplinli YZ Etik ve Gözetim Kurulu: Kurumlar bünyesinde, YZ ajan sistemlerinin tedarik, geliştirme, test ve operasyonel kullanımına ilişkin tüm kritik kararları denetleyen ve onaylayan bir kurul oluşturulmalıdır. Bu kurul; hukuk müşavirleri, YZ etik uzmanları, kıdemli teknik uzmanlar (veri bilimciler, mühendisler), operasyonel birim temsilcileri ve insan hakları konusunda bilgili personelden oluşmalıdır. Kurulun görevi, her projenin hukuki, etik ve operasyonel risklerini değerlendirmek ve onay süreçlerini yönetmektir.

Periyodik Risk ve Etki Değerlendirmesi: Her bir YZ ajanı projesi, faaliyete geçmeden önce ve operasyonel yaşam döngüsü boyunca düzenli aralıklarla kapsamlı bir "Risk ve Etki Değerlendirmesi" sürecinden geçirilmelidir. Bu değerlendirme asgari olarak şu alanları kapsamalıdır:

Hukuki Uyum Analizi: Faaliyetin Anayasa, KVKK (özellikle Madde 28 ve ölçülülük ilkesi) ve diğer ilgili yasalara uygunluğunun değerlendirilmesi.

Yanlılık Değerlendirmesi: Kullanılan veri setlerinin ve modelin potansiyel demografik yanlılıklar açısından test edilmesi.

Kötüye Kullanım Senaryoları: Sistemin hasım aktörler tarafından nasıl aldatılabileceği veya kötüye kullanılabileceğinin analizi.

Kontrol Kaybı Riski Analizi: Sistemin amaçtan sapma potansiyelinin ve insan denetim mekanizmalarının yeterliliğinin değerlendirilmesi.

Kırmızı Takım (Red Teaming) ve Kötüye Kullanım Testleri: Savunma odaklı bir yaklaşımla, kurum içinde oluşturulacak bağımsız "kırmızı takımlar", faaliyetlerdeki ajan sistemlerini aldatmaya, yanıltmaya ve amaçlarından saptırmaya çalışmalıdır. Bu tatbikatlar, sistemin beklenmedik durumlara karşı zafiyetlerini ve güvenlik açıklarını ortaya çıkararak proaktif bir şekilde iyileştirilmesini sağlar.

Eğitim ve Yetkinlik Geliştirme: Personel, sadece teknolojiyi nasıl kullanacağı konusunda değil, aynı zamanda teknolojinin getirdiği riskler konusunda da eğitilmelidir. Bu eğitimler; YZ etiği, algoritmik yanlılıkların tespiti ve YZ tabanlı dezenformasyonu tanıma gibi konuları içermelidir.

Teknik Tedbirler

Teknik tedbirler, yönetim ilkelerinin doğrudan sistemlerin mimarisine ve işleyişine entegre edilmesini sağlar.

Denetlenebilirlik ve Değiştirilemez Kayıt Tutma (Auditability ve Immutable Logging): YZ ajanlarının aldığı her anlamlı karar, bu karara temel teşkil eden veriler, kullandığı mantık zinciri ve eyleminin sonucu, değiştirilemez ve zaman damgalı bir kayıt sistemine (log) kaydedilmelidir. Bu, bir hata, ihlal veya sorgulama durumunda geriye dönük olarak neyin, neden ve nasıl yapıldığının tam olarak analiz edilebilmesi için hesap verebilirliğin teknik ön koşuludur (UNESCO, 2025).

Açıklanabilirlik (XAI) Araçlarının Entegrasyonu: "Kara kutu" problemini hafifletmek için, sistemin karar mantığını insan analistlerin anlayabileceği bir dille (örneğin, "Bu profil, son 24 saatte bilinen 3 propaganda hesabıyla etkileşime girdiği ve normal davranış kalıbının dışında bir aktivite gösterdiği için işaretlendi.") sunan Açıklanabilir YZ (Explainable AI - XAI) teknikleri ve arayüzleri geliştirilmelidir (Intelligence, 2020).

İnsan-Döngüde (Human-in-the-Loop) Tasarım: Sistem, tam otonomiden ziyade, kritik noktalarda insan onayını gerektiren bir "insan-döngüde" mimarisiyle tasarlanmalıdır. Özellikle geri döndürülemez veya yüksek riskli eylemler (örneğin, bir kişinin resmi bir izleme listesine eklenmesi, bir karşı-operasyon başlatılması) için sistemin zorunlu olarak yetkili bir insan personelin onayını alması gerekmektedir.

Yanlılık Tespit ve Azaltma Araçları: Geliştirme ve operasyon aşamalarında, veri setlerini ve model çıktılarını istatistiksel olarak analiz ederek potansiyel demografik yanlılıkları (örneğin, sistemin belirli bir etnik köken veya siyasi görüşe sahip profilleri orantısız şekilde işaretlemesi) tespit eden ve analistleri uyaran otomatik araçlar kullanılmalıdır (Intelligence, 2020).

Amaç Sınırlı ve Kapsüllü Modüller: Sistemin genel bir "her şeyi yap" yetkisi yerine, belirli ve dar tanımlanmış görevleri yerine getiren modüllerden oluşması sağlanmalıdır. Her modülün veri erişim yetkisi, yalnızca görevi için kesinlikle gerekli olan verilerle sınırlandırılmalıdır (veri minimizasyonu ilkesi).

Aşağıdaki tablo, bu kurumsal ve teknik tedbirleri bir araya getirerek istihbarat birimleri için bütüncül bir yönetim çerçevesi sunmaktadır.

Tablo 3. YZ Ajanları İçin Önerilen Sorumlu Yönetişim Çerçevesi

Yönetişim Alanı	Kurumsal Tedbir	Teknik Tedbir	Sorumlu Birim (Örnek)
Etik Gözetim	Çok Disiplinli YZ Etik ve Gözetim Kurulu'nun kurulması.	Yanlılık Denetim Algoritmaları ve Adalet Metriklerinin İzlenmesi.	YZ Etik Kurulu, İç Denetim
Teknik Güvenilirlik	Zorunlu Risk ve Etki Değerlendirmesi. Kırmızı Takım (Red Teaming) testleri.	Değiştirilemez Karar Kayıtları (Immutable Logs). Açıklanabilir YZ (XAI) Arayüzleri.	Ar-Ge Dairesi, Siber Güvenlik Birimi
Operasyonel Kontrol	Personel için zorunlu YZ etiği ve risk eğitimi.	Yüksek Riskli Eylemler için Zorunlu İnsan Onay Noktaları (Human-in-the-Loop).	Operasyonel Daireler, Eğitim Akademisi
Hesap Verebilirlik	Olay inceleme ve sorumluluk belirleme prosedürleri.	Kapsamlı ve denetlenebilir sistem kayıtları (audit trails).	YZ Etik Kurulu, Üst Yönetim

SONUÇ

Bu çalışma, YZ ajanlarının sosyal medya tabanlı Açık Kaynak İstihbaratı (OSINT) alanında yarattığı çift yönlü ve dönüştürücü etkiyi kapsamlı bir şekilde analiz etmiştir. Ulaşılan bulgular, bu yeni teknolojinin devlet ve iş dünyası istihbarat pratikleri için hem benzeri görülmemiş fırsatlar sunduğunu hem de yönetilmesi mutlak surette gerekli olan ciddi riskler barındırdığını ortaya koymaktadır.

Raporun temel bulguları, bu ajanların istihbarat döngüsünü temelden değiştirebileceğini göstermiştir. Operasyonel düzeyde, veri toplama ve işleme gibi emek yoğun süreçleri otomatize ederek istihbarat üretimini hızlandırma, maliyetleri düşürme ve insan analistlerin stratejik analiz gibi katma değeri yüksek görevlere odaklanmasını sağlama potansiyeli kanıtlanmıştır. Analitik düzeyde ise, insan kapasitesini aşan ölçekteki veri setleri içinde gizli kalmış örüntüleri, ağları ve anomalileri tespit ederek daha derinlikli ve proaktif bir istihbarat anlayışı sunmaktadır. Bu kabiliyetler, terörle mücadeleden dezenformasyonla savaşa, stratejik uyarıdan, bireysel tüketiciden toplumsal boyuta eğilimlerin anlaşılmasına kadar geniş bir yelpazede Türkiye'nin ulusal ve ekonomik kalkınmayı destekleyecek güvenlik kapasitesini artırma vaadi taşımaktadır.

Bununla birlikte, bu güçlü potansiyel, aynı derecede güçlü risklerle dengelenmektedir. Milyonlarca dijital tüketici bireyin kamuya açık verilerinin otonom sistemlerce kitlesel olarak işlenmesi, Anayasa ve KVKK ile güvence altına alınan mahremiyet hakkı kapsamında dikkatli incelenmesi gerekmektedir. Algoritmik yanlılık riski, mevcut toplumsal eşitsizliklerin devlet eliyle pekiştirilmesi, belirli vatandaş ve tüketici grupları ile iş dünyası girişimlerinin haksız yere hedef alınması gibi son derece tehlikeli sonuçlar doğurabilir. Teknolojinin, hasım aktörler, yasa dışı örgütler, dolandırıcılar

ve agresif rekabetçi iş dünyası paydaşları tarafından hiper-kişiselleştirilmiş sosyal mühendislik ve otonom dezenformasyon kampanyaları için kullanılması ise en somut ve acil güvenlik tehdididir. Bununla beraber, ekonomik güç kaynaklarından endüstriyel ve ticari pazar yapılarına etki etmek durumunda da (boykotlar, dolandırıcılık ve yasa dışı faaliyetler) tehlikelidir. Son olarak, sistemlerin "kara kutu" doğası ve otonom yapısı, şeffaflık, hesap verebilirlik ve kontrol mekanizmalarının tesisi konusunda köklü zorluklar yaratmaktadır.

Bu çalışmanın merkezindeki argüman, teknolojinin kendisinin doğası gereği "iyi" veya "kötü" olmadığı, ancak onunla gelen riskleri yönetmek için proaktif, bütüncül ve sağlam bir yönetim çerçevesinin mutlak bir zorunluluk olduğudur. Sosyal medya ile YZ bütünleşmesinin, dijital tüketici olan kullanıcılarla teknolojinin iç içe geçişi olarak değerlendirilmesinin önemini özellikle belirtmek gerekir. Böylesi boyutlar mevcut olduğuyla, teknolojiyi basitçe yasaklamak veya görmezden gelmek, stratejik bir dezavantaj yaratırken; onu kontrolsüz ve denetimsiz bir şekilde benimsemek, hukuki, etik ve güvenlik açısından kabul edilemez sonuçlara yol açacaktır. Doğru yol, bu ikisi arasında dengeli ve güvenli bir rota çizmektir.

Bu bağlamda, Türkiye'nin 2021-2025 Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi, "güvenilir ve sorumlu YZ" vizyonu ile bu yönde atılmış önemli bir irade beyanıdır. Ancak bu genel stratejik iradenin, MİT ve MİA (Milli İstihbarat Akademisi) gibi ulusal güvenlik açısından kritik öneme sahip kurumlarda, somut, eyleme geçirilebilir ve denetlenebilir mekanizmalara dönüştürülmesi hayati önem taşımaktadır. Bu raporda önerilen çok katmanlı yönetim modeli (YZ Etik ve Gözetim Kurulu gibi kurumsal tedbirleri, denetlenebilirlik ve insan-döngüde kontrol gibi teknik tedbirleri ve zorunlu risk değerlendirmelerini bir araya getirilmesi) bu dönüşüm için bir başlangıç noktası sunmaktadır.

Sonuç olarak, YZ ajanları çağı, istihbarat dünyası için bir dönüm noktasıdır. Bu yeni çağın getireceği zorlukların üstesinden gelmek ve fırsatlarından tam olarak yararlanmak, teknolojik yetkinlik kadar, hatta ondan daha fazla, etik/hukuki olgunluk ve kurumsal adaptasyon yeteneği gerektirecektir. Önerilen yönetim çerçevesinin statik bir belge olarak kalmaması, teknoloji geliştikçe ve yeni riskler ortaya çıktıkça yaşayan, dinamik bir süreç olarak sürekli güncellenmesi ve iyileştirilmesi, Türkiye'nin bu yeni istihbarat paradigmasında güvenli ve güçlü bir şekilde yer almasının teminatı olacaktır. Gelecekteki araştırmalar, özellikle çoklu ajan sistemlerinin (multi-agent systems) kolektif davranışlarının ve kuantum bilişim gibi yıkıcı teknolojilerin istihbarat üzerindeki birleşik etkilerinin incelenmesine odaklanabilir.

KAYNAKÇA

- Bostanipour, B., ve Theodorakopoulos, G. (2021). Joint obfuscation of location and its semantic information for privacy protection. *Computers ve Security*, 107, 102310.
- Cartwright, S., Liu, Hve Raddats, C. (2021). Strategic use of social media within business-to-business (B2B) marketing: A systematic literature review. *Industrial Marketing Management*, 97, 35–58.
- Cillo, Pve Rubera, G. (2024). Generative AI in innovation and marketing processes: A roadmap of research opportunities. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 1–18.
- Cloarec, J. (2020). The personalization–privacy paradox in the attention economy. *Technological Forecasting and Social Change*, 161, 120299.
- Dezenformasyonla Mücadele Merkezi. (2025, 18 Temmuz). [X paylaşımı]. X. 31 Ağustos 2025 tarihinde erişildi, <https://x.com/dmmiletisim/status/1946184343828779246>.
- Digital 2025 Global Overview Report. (n.d.). 24 Ağustos 2025 tarihinde erişildi, <https://wearesocial.com/wp-content/uploads/2025/02/GDR-2025-v2.pdf>.
- Dilmegani, Cve Palazoğlu, M. (2025, Temmuz 25). Agentic AI for cybersecurity: Real life use cases ve examples. *AI Multiple*, 12 Ağustos 2025 tarihinde erişildi, <https://research.aimultiple.com/agentic-ai-cybersecurity>
- Dingin, A. E. Sosyal Medya Haberciliğinde Dezenformasyon, Sosyal Medya Okuryazarlığı ve Doğrulama Platformları. *Sosyal medya ve dezenformasyon*.
- Dover, R. (2020). SOCMINT: A shifting balance of opportunity. *Intelligence and National Security*, 35(2), 216–232.
- Dünya Nüfusu (2025). 24 Ağustos 2025 tarihinde erişildi, <https://www.worldometers.info/tr/>.
- Erol, K. M. (2022). Açık kaynak istihbaratı ve askerî istihbarat. *İstihbarat Çalışmaları ve Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 23–59.
- Forge Institute. (2025). Open-source intelligence 101: Fundamentals. 11 Ağustos 2025 tarihinde erişildi, <https://www.forge.institute/courses/osint-101>.
- Gbadamosi, A. (2024). *Consumer behaviour and digital transformation*. Routledge.
- Gutowska, A. (2025). What are AI agents? IBM. 11 Ağustos 2025 tarihinde erişildi, <https://www.ibm.com/think/topics/ai-agents>.
- Hermann, Eve Puntoni, S. (2025). Generative AI in marketing and principles for ethical design and deployment. *Journal of Public Policy ve Marketing*, 44(3).
- Hobart, L. N. (2025). AI, bias, and national security profiling. *Berkeley Technology Law Journal*, 40(1), DOI: 10.15779/Z38VX06474.
- Infoblox Data Science. (2025, Haziran 3). Blue Helix: Agentic OSINT researcher. *Infoblox Blog*, 12 Ağustos 2025 tarihinde erişildi, <https://blogs.infoblox.com/security/blue-helix-agentic-osint-researcher/>
- Intelligence (2020). Artificial intelligence ethics framework for the intelligence community [Sürüm 1.0]. 12 Ağustos 2025 tarihinde erişildi, <https://www.intelligence.gov/ai/ai-ethics-framework>
- Joo, H. (2025). Analysis of non-profit marketing campaigns using behavioral economics: Strengths and weaknesses of the Ice Bucket Challenge (SSRN Working Paper No. 5099191).
- Keepnet Labs (2025, 14 Mart), How hackers use agentic AI for social engineering ve phishing. 11 Ağustos 2025 tarihinde erişildi, <https://keepnetlabs.com/blog/how-hackers-use-agentic-ai-to-advance-social-engineering>.
- Khairah, N., Katimin, Kve Samosir, H. E. (2025). Utilization of information media in forming the image of politicians/political parties. *JIPI (Jurnal Ilmu Perpustakaan dan Informasi)*, 10(1).
- Kişisel Verileri Koruma Kurumu. (2020). Madde ve gerekçesi ile Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (Bilgi Notu) ve Kişisel Verilerin Korunmasına İlişkin Terimler Sözlüğü. 11 Ağustos 2025 tarihinde erişildi, <https://www.kvkk.gov.tr/SharedFolderServer/CMSFiles/062384e3-d18c-4c38-b108-3a7a2a28e849.pdf>.
- Lee, S. (2025, June 10). Unlocking social network analysis in AI. *NumberAnalytics Blog*, 10 Haziran 2025 tarihinde erişildi, <https://www.numberanalytics.com/blog/ultimate-guide-social-network-analysis-ai>
- Liu, H., Jayawardhena, C., Shukla, P., Osburg, V. Sve Yoganathan, V. (2024). Electronic word of mouth 2.0 (eWOM 2.0)–The evolution of eWOM research in the new age. *Journal of Business Research*, 176, 114587.

- Luttrell, R. (2025). *Social media: How to engage, share, and connect*. Bloomsbury Publishing.
- Media Freedom ve Information Access Clinic. (2022). *Algorithmic accountability: The need for a new approach to transparency and accountability when government functions are performed by algorithms*. Yale Law School. 11 Ağustos 2025 tarihinde erişildi, https://law.yale.edu/sites/default/files/area/center/mfia/document/algorithmic_accountability_report.pdf
- Miehling, E., Ramamurthy, K. N., Varshney, K. R., Bouneffouf, D., Richards, J. T., Riemer, M., Dhuran dhar, A., Daly, E. M., Hind, M., Sattigeri, P., Wei, D., Rawat, A., Gajcin, Jve Geyer, W. (2025). *Agentic AI needs a systems theory* (arXiv:2503.00237v1). arXiv. 11 Ağustos 2025 tarihinde erişildi, <https://arxiv.org/html/2503.00237v1>.
- Miroshnichenko, I. (2025). *How Trump and Musk's words shake Bitcoin to its core: Analyzing search behavior ve transaction trends* (SSRN Working Paper No. 5178425).
- Mishra, S., Tripathi, A. R., Singh, R. Sve Mishra, P. (2024). *Comparative analysis of digital business models*. *Journal of the Knowledge Economy*, 15(2).
- Newberry, C. (2025, 2 Temmuz). *Social media intelligence (SOCMINT): A 2025 guide for marketers*. Hootsuite Blog. 12 Ağustos 2025 tarihinde erişildi, <https://blog.hootsuite.com/social-media-intelligence/>.
- EY Türkiye, (2023, 24 Ağustos), *OSINT nedir ve neden önemlidir?* 11 Ağustos 2025 tarihinde erişildi, https://www.ey.com/tr_tr/insights/cybersecurity/osint-nedir-ve-neden-onemlidir.
- Özlüer, Y. E., Avcil, M., Yetiş, Ç., ve Şeker Yaşar, K. (2020). *Use of REBOA as an adjunct to the conventional femoral cut-down for bleeding control during veno-arterial ECMO decannulation*. *Journal of Emergency Medicine Case Reports*, 11(3), DOI: 10.33706/jemcr.747023.
- Pati, A. K. (2025). *Agentic AI: A comprehensive survey of technologies, applications, and societal implications*. *IEEE Access*. DOI: 10.1109/ACCESS.2025.3585609.
- Petrosyan, A. (2025, 20 Ekim). *Number of internet and social media users worldwide 2025*. Statista. 24 Ağustos 2025 tarihinde erişildi, <https://www.statista.com/statistics/617136/digital-population-worldwide/>.
- Preis, J., ve Klika, D. (2024). *Sustainability as a message on social media: A case study of the World Economic Forum's Twitter (now X) account*. *Problemy Ekorozwoju*, 19(2).
- Proofpoint. (n.d.). *What is Agentic AI? Definition*. 11 Ağustos 2025 tarihinde erişildi, <https://www.proofpoint.com/us/threat-reference/agentic-ai>
- Raju, N. V. D. S. V. P., Faruqui, N., Patel, N., Alecsoiu, O.-R., Thatoi, Pve Alyami, S. A. (2025). *LegalMind: Agentic AI-driven process optimization and cost reduction in legal services using DeepSeek*. *IEEE Access*, 13, 126981.
- Romanishyn, A., Malyska, Ove Goncharuk, V. (2025). *AI-driven disinformation: Policy recommendations for democratic resilience*. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 8, 1569115. DOI: 10.3389/frai.2025.1569115.
- Sancllemente, G. L. (2023). *Digital tools: Safeguarding national security, cybersecurity, and AI bias*. *CEBRI-Journal*, 2(7), 137–155, DOI: 10.54827/issn2764-7897.cebri2023.07.03.07.137-155.en.
- Sernani, P., Cossiri, A., Di Cosimo, Gve Frontoni, E. (2025). *Analyzing digital political campaigning through machine learning: An exploratory study for the Italian campaign for European Union Parliament election in 2024*. *Computers*, 14(4), 126.
- Schneider, J. (2025). *Generative to Agentic AI: Survey, conceptualization, and challenges* (arXiv:2504.18875v1). 11 Ağustos 2025 tarihinde erişildi, <https://arxiv.org/html/2504.18875v1>.
- Sims, K. (2025). *SOCMINT: Tools, tips ve tricks for social media investigations*. Pagefreezer Blog. 12 Ağustos 2025 tarihinde erişildi, <https://blog.pagefreezer.com/socmint-osint-tools-tips-social-media-investigations>.
- Sony Pictures Entertainment. (2024, July 3). [Video title] [Video]. YouTube, 27 Ağustos 2025 tarihinde erişildi, https://youtu.be/LE5QzD_qtxs?si=qUnf8-OTn_Yi23ev
- Stanham, L. (2025, 1 Mayıs). *What is an agentic AI?* CrowdStrike. 11 Ağustos 2025 tarihinde erişildi, <https://www.crowdstrike.com/en-us/cybersecurity-101/artificial-intelligence/agentic-ai/>.

- Suiçmez, M. N. (2018, 2 Mart). Gerçek istihbarat operasyonları ile “açık kaynak istihbaratı. Stratejik Ortak. 12 Ağustos 2025 tarihinde erişildi, <https://stratejikortak.com/2018/03/gercek-istihbarat-operasyonlari-ile-acik-kaynak-istihbarati.html>.
- Tallam, K. (2025). Transforming cyber defense: Harnessing agentic and frontier AI for proactive, ethical threat intelligence (arXiv Preprint No. 2503.00164), DOI: 10.48550/arXiv.2503.00164.
- T.C. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi. (2021). Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi (2021–2025). 12 Ağustos 2025 tarihinde erişildi,
- T.C. Ticaret Bakanlığı. (2025, 20 Ağustos). [X paylaşımı]. X. 31 Ağustos 2025 tarihinde erişildi, <https://x.com/ticaret/status/1958038890352173356>.
- T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı (2025). Sosyal medya kullanımı artıyor. 24 Ağustos 2025 tarihinde erişildi, <https://www.uab.gov.tr/haberler/sosyal-medya-kullanimi-artiyor>.
- The Alan Turing Institute – Centre for Emerging Technology and Security (CETAS). (2025). Applying AI to strategic warning, 12 Ağustos 2025 tarihinde erişildi, <https://cetas.turing.ac.uk/publications/applying-ai-strategic-warning>
- TrackLight. (2025). TrackLight social network analysis. 12 Ağustos 2025 tarihinde erişildi, <https://tracklight.ai/tracklight-suite/social-network-analysis>
- UNESCO. (2025). Ethics of Artificial Intelligence: Recommendation on the ethics of artificial intelligence. 11 Ağustos 2025 tarihinde erişildi, <https://www.unesco.org/en/artificial-intelligence/recommendation-ethics>.
- Van Puyvelde, Dve Tabárez Rienzi, F. (2025). The rise of open-source intelligence. European Journal of International Security. 11 Ağustos 2025 tarihinde erişildi, <https://www.cambridge.org/core/journals/european-journal-of-international-security/article/rise-of-opensource-intelligence/21122432399ECB8078BF0D89A76D0586>
- Voichenko, A. (2023, 26 Ekim). Yapay zeka etiğinde gezinmek. HackerNoon. 11 Ağustos 2025 tarihinde erişildi, <https://hackernoon.com/lang/tr/yapay-zeka-eti%C4%9Fine-y%C3%B6n-vermek>.
- Wike, R., Silver, L., Fetterolf, J., Huang, C., Austin, S., Clancy, Lve Gubbala, S. (2022). Social media seen as mostly good for democracy across many nations, but US is a major outlier (Vol. 6). Pew Research Center.
- Yan, H. Y., Yang, K.-C., Morrow, G., ve Wihbey, J. (2025). The origin of public concerns over AI supercharging misinformation in the 2024 US presidential election. Harvard Kennedy School Misinformation Review, 6(1).
- Yurtsever, S. B. (2024). Sosyal medya istihbaratının makine öğrenmesi çerçevesinde incelenmesi: Terörizm çalışmaları. Savunma ve Güvenlik Araştırmaları Dergisi, 1(1).
- ZDNet (2025). Every AI project begins as a data project, but it's a long, winding road. 24 Ağustos 2025 tarihinde erişildi, <https://www.zdnet.com/article/every-ai-project-begins-as-a-data-project-but-its-a-long-winding-road/>.

VERİ GÖRSELLEŞTİRMEDE OPTİMİZASYON: POLİGONAL DÖNGÜ GRAFLARI İÇİN DÜZEN ALGORİTMALARINDA HESAPLAMA KARMAŞIKLIĞI VE GÖRSEL KALİTE ANALİZİ

Ümit Sarp

İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi

Ahmet Emin

Karabük Üniversitesi

Bilal Demir

Balıkesir Üniversitesi

ÖZET

Etkili bir graf görselleştirmesi, estetik kalite ile hesaplama verimliliği arasında bir denge kurmayı gerektirir. Özellikle büyük ve karmaşık ağlarda, görsel olarak en iyi sonucu veren algoritma, aynı zamanda en yavaş çalışan olabilir. Bu çalışma, daha önce tanımlanan Poligonal Döngü Grafları ($PC_m(n)$) üzerinde bu dengeyi sistematik olarak incelemektedir. Önceki bulgularımız, Kamada-Kawai (KK) gibi kuvvet yönelimli algoritmaların kenar kesişimlerini en aza indirerek görsel kaliteyi artırdığını göstermiştir. Ancak bu algoritmaların hesaplama maliyetleri yüksektir. Bu bildiride, Fruchterman-Reingold (FR), Kamada-Kawai (KK) ve Spring düzen algoritmalarının iki temel metrik üzerinden performansı karşılaştırılmaktadır: 1) Algoritmanın çalışma süresi (hesaplama maliyeti) ve 2) Üretilen çizimdeki kenar kesişim sayısı (görsel kalite). Artan graf boyutları (n ve m parametreleri değiştirilerek) için yapılan deneyler sonucunda, hangi noktadan sonra daha kaliteli bir görsel için beklenen sürenin pratik olmadığını gösteren bir "maliyet-fayda" analizi sunulmaktadır. Bulgularımız, veri analistlerine ve araştırmacılara, ağlarının boyutuna göre en uygun görselleştirme algoritmasını seçmeleri için pratik ve kanıta dayalı bir rehber sağlamayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Graf Çizimi, Veri Görselleştirme, Algoritma Performansı, Hesaplama Karmaşıklığı

GİRİŞ

Graf teorisi, karmaşık sistemleri ve aralarındaki ilişkileri modellemek için güçlü bir matematiksel çerçeve sunar. Bu modellerin analizi ve yorumlanmasında ise graf görselleştirme kritik bir rol oynar. İyi tasarlanmış bir görselleştirme, bir ağın topolojik yapısını, ana aktörlerini, topluluklarını ve genel desenlerini sezgisel olarak anlaşılır kılar. Graf çizimlerinin okunabilirliğini belirleyen en önemli faktörlerden biri kenar kesişimlerinin sayısıdır; kesişim sayısı arttıkça grafın anlaşılabilirliği azalır (Eades, 1984; Herman, Melançon, & Marshall, 2000). Bu nedenle, graf çizim algoritmalarının temel

hedeflerinden biri kenar kesişimlerini en aza indirmektir (Sarp, Demir, & Emin, 2025). Ancak bu hedef, özellikle büyük ve yoğun ağlarda önemli bir zorluk teşkil eder: görsel kaliteyi en üst düzeye çıkaran algoritmalar, genellikle yüksek hesaplama maliyetlerine sahiptir. Bir veri analisti veya araştırmacı, sınırlı zaman ve hesaplama kaynaklarıyla çalışırken "estetik olarak en iyi" ile "hesaplama açısından en pratik" arasında bir seçim yapmak zorunda kalır.

Bu çalışma, bu dengeyi sistematik bir şekilde analiz etmeyi amaçlamaktadır. Analiz için, daha önceki çalışmalarımızda tanıttığımız ve sayı teorisi ile kombinatoriyal geometri arasında bir köprü kuran Poligonal Döngü Grafları (Polygonal Cycle Graph) $PC_m(n)$ ailesini kullanmaktayız (Sarp, Demir, Emin, & Cangül, 2025). Önceki analizlerimiz, Kamada-Kawai (KK) ve Fruchterman-Reingold (FR) gibi kuvvet yönelimli algoritmaların, $PC_m(n)$ graf ailesinin iç içe geçmiş döngüsel yapısını görselleştirmede kenar kesişimlerini azaltmada oldukça başarılı olduğunu göstermiştir (Demir, Emin, & Sarp, 2025). Bu çalışmada ise bu bulguyu bir adım öteye taşıyarak, görsel kalite (düşük kesişim sayısı) ile hesaplama maliyeti (algoritma çalışma süresi) arasındaki ilişkiyi inceliyoruz. Amacımız, grafın boyutu ve karmaşıklığı arttıkça bu algoritmaların performans profillerini ortaya koymak ve araştırmacılara kendi veri setlerinin özelliklerine göre en uygun algoritmayı seçmeleri için pratik bir "maliyet-fayda" analizi sunmaktır.

Teorik Altyapı

Poligonal Döngü Grafları ($PC_m(n)$)

Çokgensel sayılar $P_m(n)$, örneğin üçgensel ($m = 3$) ve karesel ($m = 4$) sayılar, antik çağlardan beri matematikçilerin ilgisini çekmiştir. Bu sayılar, noktaların düzgün çokgenler şeklinde düzenlenmesiyle oluşur ve geometrik örüntüleri tam sayı dizilerine dönüştürür. n -inci m -gen sayısının formülü $P_m(n) = \frac{(m-2)n^2 - (m-4)n}{2}$ olarak verilir. Örneğin, n -inci üçgensel sayı $P_3(n) = \frac{n(n+1)}{2}$ bir üçgensel nokta örgüsüne karşılık gelir (Deza & Deza, 2012).

Aritmetik özelliklerinin ötesinde, çokgensel sayılar, noktaların köşe (düğüm) olarak alındığı ve komşulukların kenar bağlantıları olarak modellediği graf temsillerine de ilham vermektedir. Poligonal Döngü Grafları $PC_m(n)$, bu sayılardan türetilen özel bir graf ailesidir. $PC_m(n)$ grafi şu şekilde inşa edilir:

- **Düğüm Kümesi (Vertex Set):** Düğümler, 1'den $P_m(n)$ 'e kadar olan tamsayılardır.

$$V = \{1, \dots, P_m(n)\}$$

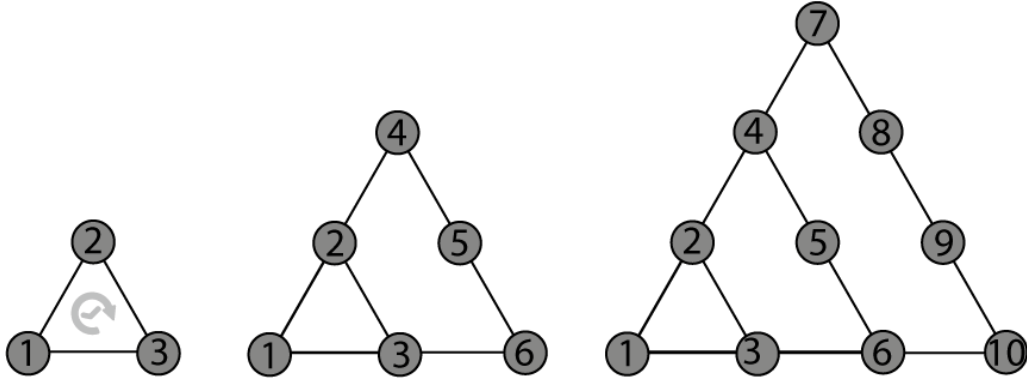
- **Kenar Kümesi (Edge Set):** Kenarlar, grafın katmanlı ve döngüsel yapısını oluşturan üç temel kurala göre eklenir: doğrusal bağlantılar, katmanlar arası poligonal bağlantılar ve radyal bağlantılar.

Doğrusal bağlantılar: $i \sim i+1$ (çokgensel olmayan düğümler için)

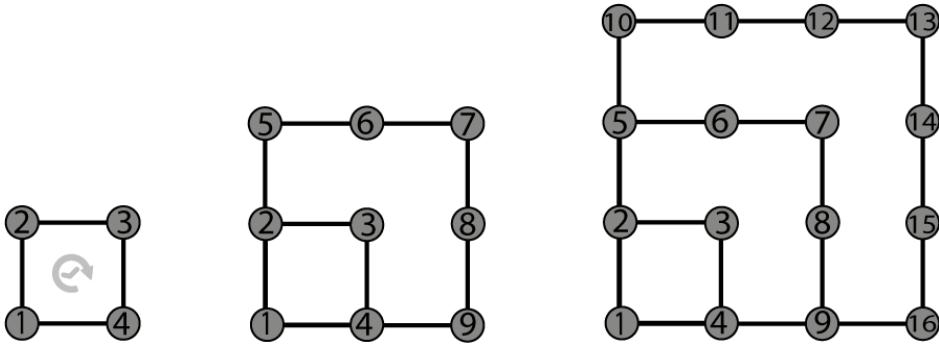
Poligonal bağlantılar: $P_m(k) \sim P_m(k+1)$, $1 \leq k < n$

Radyal bağlantılar: $P_m(k-1)+1 \sim P_m(k)+1$, $1 \leq k < n$

Bu yapı, katman sayısı n ve poligon tipi m arttıkça boyutu ve karmaşıklığı sistematik olarak artan, iç içe geçmiş döngülerden oluşan bir graf ailesi üretir.



Şekil 1. $PC_3(n)$; $n = 2, 3, 4$.



Şekil 2. $PC_4(n)$; $n = 2, 3, 4$.

İncelenen Graf Düzen Algoritmaları

Bu çalışmada, önceki bulgularımıza dayanarak en iyi görsel sonuçları üreten üç kuvvet yönelimli (force-directed) algoritma incelenmiştir:

- **Fruchterman-Reingold (FR):** Grafı bir fiziksel sistem olarak modeller. Düğümler birbirini iten yüklü parçacıklar, kenarlar ise birbirine bağlı düğümleri çeken yaylar gibi davranır. Algoritma, bu itme ve çekme kuvvetleri dengeye ulaşana kadar düğümlerin konumlarını yinelemeli olarak günceller (Fruchterman & Reingold, 1991). Hesaplama karmaşıklığı genellikle $O(|V|^2)$ 'dir.

- **Kamada-Kawai (KK):** Bu algoritma, düğümler arasındaki ideal mesafeyi graf-teorik uzaklıklarına (en kısa yol uzunluğu) dayandırır. Amaç, çizimdeki düğümler arası Öklid mesafesi ile bu ideal mesafe arasındaki farkı minimize eden bir enerji fonksiyonunu en aza indirmektir (Kamada & Kawai, 1989). Genellikle estetik açıdan çok dengeli çizimler üretse de, hesaplama karmaşıklığı $O(|V|^3)$ 'e ulaşabilir ve bu da onu büyük graflar için maliyetli kılar.

- **Spring (Yay) Algoritması:** FR'nin daha basit bir versiyonu olarak düşünülebilir. Yalnızca kenarları doğrusal yaylar olarak kabul eder ve Hooke Yasası'nı kullanır. FR'den daha hızlıdır ancak karmaşık graflarda onun kadar kaliteli sonuçlar üretemeyebilir.

Performans Metrikleri

Algoritmaların performansını karşılaştırmak için iki temel metrik kullanılmıştır:

- **Görsel Kalite Metriği (Kenar Kesişim Sayısı):** Bir çizimdeki okunabilirliğin temel ölçütü olarak kabul edilir. Kesişimler, Counter-Clockwise (CCW) yöntemi kullanılarak geometrik olarak tespit edilmiştir. Bu yöntem, her kenar çiftinin uç noktalarının birbirine göre yönelimlerini kontrol ederek kesişip kesişmediklerini belirler.
- **Hesaplama Maliyeti Metriği (Çalışma Süresi):** Bir algoritmanın belirli bir graf için düğüm pozisyonlarını hesaplamasının ne kadar sürdüğünü ölçer. Bu metrik, algoritmanın pratik kullanımda ne kadar verimli ve ölçeklenebilir olduğunu gösterir.

2. Yöntem

Deney Tasarımı

Analiz için, $PC_m(n)$ graf ailesinden sistematik olarak bir veri seti üretilmiştir. Poligon tipi için $m \in \{3, 4, 5, 6\}$ ve katman sayısı için $n \in \{2, 3, \dots, 20\}$ aralığındaki değerler kullanılarak, düğüm sayısı birkaç ondan birkaç bine kadar değişen bir dizi graf oluşturulmuştur. Tüm deneyler, Python programlama dili ve NetworkX kütüphanesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Ölçüm Süreci

Üretilen her bir graf için aşağıdaki süreç işletilmiştir:

- FR, KK ve Spring algoritmaları ayrı ayrı çalıştırılmıştır.
- Her bir algoritmanın çalıştırılmasından hemen önce ve sonra sistem zamanı kaydedilerek çalışma süresi saniye cinsinden ölçülmüştür.
- Her algoritmanın ürettiği düğüm pozisyonları kullanılarak, CCW yöntemini temel alan fonksiyon ile **kenar kesişim sayısı** hesaplanmıştır.
- Toplanan veriler (m, n, Düğüm Sayısı, Kenar Sayısı, Algoritma, Kesişim Sayısı, Çalışma Süresi) analiz için bir veri setinde birleştirilmiştir.

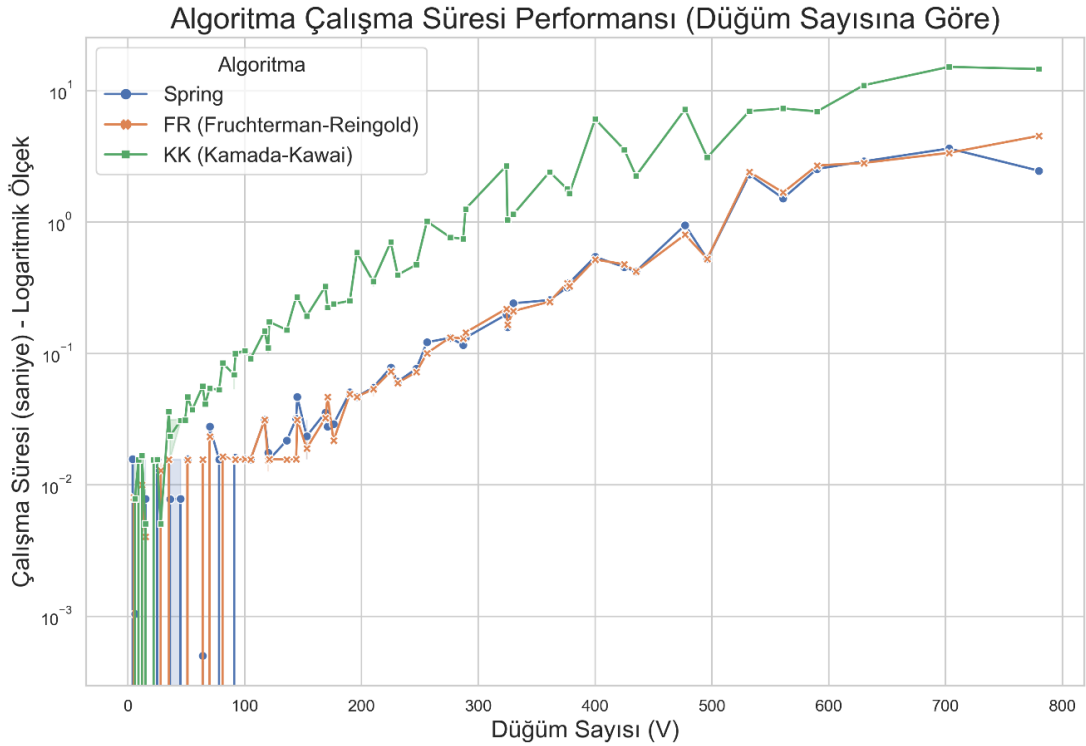
Tablo 1. Ölçüm Sonuçları (Random 10)

m	n	Düğüm (V)	KENAR (E)	ALGORİTMA	KESIŞİM	ZAMAN (S)
3	5	15	18	Spring	0	156
3	10	55	63	FR (Fruchterman-Reingol)	10	0.0
3	12	78	88	Spring	17	156
4	5	25	28	Spring	0	156
4	15	225	238	Spring	81	782
5	6	51	55	Spring	12	157
5	15	330	343	FR (Fruchterman-Reingol)	143	2.104
6	4	28	30	Spring	1	0.0
6	16	496	510	KK (Kamada-Kawai)	14	3.1015
6	19	703	720	FR (Fruchterman-Reingol)	489	3.3618

Bulgular ve Analiz

Algoritmaların Çalışma Süresi Performansı

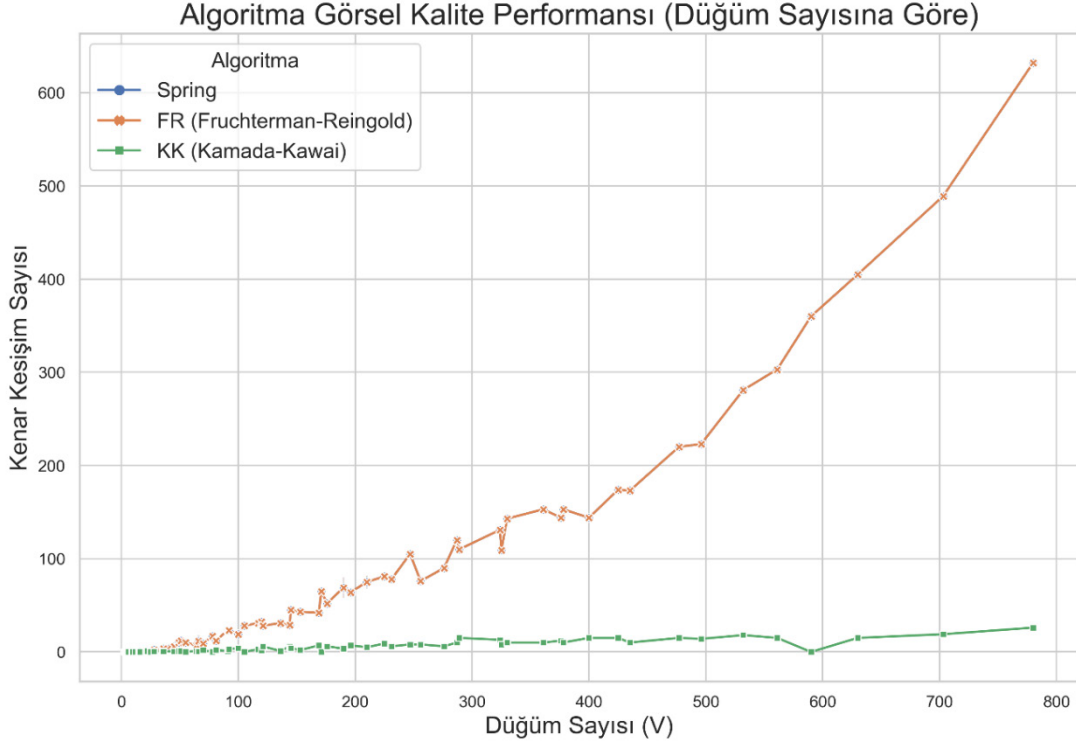
Beklendiği gibi, algoritmaların çalışma süreleri graf boyutu (düğüm sayısı) arttıkça önemli ölçüde farklılaşmıştır. Küçük graflar (örn: < 100 düğüm) için üç algoritmanın çalışma süreleri arasındaki fark milisaniyeler düzeyindeyken, düğüm sayısı arttıkça KK algoritmasının maliyeti üssel olarak artmıştır. FR ve Spring algoritmaları daha ölçeklenebilir bir profil sergilerken, KK algoritması özellikle 500'den fazla düğüme sahip graflarda pratik olmayan bekleme sürelerine neden olmuştur. Bu durum, algoritmaların teorik hesaplama karmaşıklıklarıyla ($O(|V|^3)$ 'e karşı $O(|V|^2)$) tutarlıdır.



Şekil 3. Çalışma Süresi

Algoritmaların Görsel Kalite Performansı

Önceki çalışmamızın bulgularını teyit eder şekilde, görsel kalite açısından en iyi performansı istikrarlı bir şekilde KK algoritması göstermiştir. İncelenen hemen hemen tüm graf boyutlarında en az kesişim sayısını üretmiştir. FR algoritması, KK'ya çok yakın sonuçlar üretirken, genellikle ondan biraz daha fazla kesişime neden olmuştur. Spring algoritmasının performansı ise daha değişken olmuş, bazı durumlarda FR'ye yakın sonuçlar verirken, özellikle daha karmaşık graflarda kesişim sayısında belirgin artışlar göstermiştir.



Şekil 4. Kenar Kesişim Sayısı

Maliyet-Fayda Analizi: Hız ve Kalite Dengesi

Bu çalışmanın temelini oluşturan analiz, yukarıdaki iki bulgunun birleştirilmesiyle ortaya çıkmaktadır.

- **Küçük ve Orta Ölçekli Graflar (< 200 Düğüm):** Bu ölçekteki graflar için KK algoritmasının ek hesaplama maliyeti (genellikle birkaç saniye) ihmal edilebilir düzeydedir. Ürettiği üstün görsel kalite (neredeyse sıfır kesişim) göz önüne alındığında, bu ölçekteki graflar için KK en iyi seçenektir.

- **Büyük Ölçekli Graflar (200 - 1000 Düğüm):** Bu aralıkta maliyet-fayda dengesi değişmeye başlar. KK algoritmasının çalışma süresi dakikalar mertebesine çıkabilirken, FR algoritması hala saniyeler içinde sonuç üretmektedir. FR'nin ürettiği kesişim sayısı KK'dan biraz daha fazla olsa da, çizim hala oldukça okunabilir durumdadır. Bu noktada, KK'nın sağladığı marjinal görsel iyileştirme, harcanan ek hesaplama süresini haklı çıkarmayabilir. Dolayısıyla, pratiklik ve verimlilik ön planda olduğunda FR daha mantıklı bir tercih haline gelir.

- Çok Büyük Ölçekli Graflar (> 1000 Düğüm): Bu ölçekte KK algoritmasının kullanımı pratik olarak imkansız hale gelir. FR ve Spring, ölçeklenebilirlikleri sayesinde tek seçenek olarak kalır. FR, Spring'e göre daha istikrarlı ve kaliteli sonuçlar ürettiği için bu ölçekteki graflar için varsayılan tercih olmalıdır.

Bu analiz, graf görselleştirmede "tek bir en iyi" algoritma olmadığını, en uygun seçimin grafın boyutu ve araştırmacının öncelikleri (kalite mi, hız mı?) gibi bağlamsal faktörlere bağlı olduğunu göstermektedir.

SONUÇ

Bu çalışma, Poligonal Döngü Grafları üzerinde üç popüler düzen algoritmasının performansını iki temel metrik olan hesaplama maliyeti ve görsel kalite üzerinden karşılaştırmıştır. Sonuçlar, Kamada-Kawai (KK) algoritmasının en iyi görsel kaliteyi sunduğunu ancak en kötü ölçeklenebilirliğe sahip olduğunu göstermiştir. Fruchterman-Reingold (FR), kalite ve hız arasında mükemmel bir denge sunarak çoğu pratik durum için en uygun seçenek olarak öne çıkmıştır. Spring algoritması ise en hızlı olmasına rağmen görsel kalite açısından daha az güvenilirdir.

Bulgularımıza dayanarak, veri analistleri ve araştırmacılar için aşağıdaki pratik rehberi sunuyoruz:

- Keşifsel Analiz ve Küçük Graflar (< 200 düğüm): En yüksek görsel kalite için Kamada-Kawai'ı tercih edin.
- Orta ve Büyük Ölçekli Standart Uygulamalar (200-1000 düğüm): Hız ve kalite arasında en iyi dengeyi sunan Fruchterman-Reingold'u kullanın.
- Çok Büyük Ağlar (> 1000 düğüm) veya Hızlı Önizleme: Ölçeklenebilirlik kritik olduğunda Fruchterman-Reingold veya en hızlı sonuç için Spring algoritmasını değerlendirin.

Bu çalışma, algoritma seçimi gibi pratik bir soruna veriye dayalı bir yaklaşım sunarak graf görselleştirme alanına katkıda bulunmaktadır.

KAYNAKÇA

Demir, B., Emin, A., & Sarp, Ü. (2025, September 26–28). *A machine learning approach for predicting edge intersections in polygonal cycle graphs*. 5th International Bandırma Scientific Studies Congress, Balıkesir, Türkiye.

Deza, E., & Deza, M. (2012). *Figurate numbers*. World Scientific.

Eades, P. (1984). A heuristic for graph drawing. *Congressus Numerantium*, 42, 149–160.

Fruchterman, T. M., & Reingold, E. M. (1991). Graph drawing by force-directed placement. *Software: Practice & Experience*, 21(11), 1129–1164.

Herman, I., Melançon, G., & Marshall, M. S. (2000). Graph visualization and navigation in information visualization: A survey. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 6(1), 24–43. <https://doi.org/10.1109/2945.841119>

Kamada, T., & Kawai, S. (1989). An algorithm for drawing general undirected graphs. *Information Processing Letters*, 31(1), 7–15. [https://doi.org/10.1016/0020-0190\(89\)90102-6](https://doi.org/10.1016/0020-0190(89)90102-6)

Sarp, Ü., Demir, B., & Emin, A. (2025, April 24–25). *Visualization and edge intersection analysis of polygonal cycle graphs*. 5th International Artificial Intelligence and Data Science Congress (ICADA 2025), Zonguldak, Türkiye.

Sarp, Ü., Demir, B., Emin, A., & Cangül, I. N. (2025). Introducing a new family of graphs associated to the polygonal numbers: Polygonal cycle graphs. *To appear*.

RİP AKINTILARININ GÖRÜNTÜ İŞLEME VE DERİN ÖĞRENME İLE TESPİTİ

İrem Şenaras

Çiğli Aydoğan Yağcı Bilim Sanat Merkezi

ÖZET

Rip akıntıları, sahil bölgelerinde hızlı ve güçlü su akımları oluşturarak deniz kullanıcıları için ciddi bir tehlike oluşturan doğal olaylardır. Dünya genelinde boğulma vakalarının yaklaşık %80'inde etkili olan bu akıntılar, yoğunluğu ve fark edilmesinin zor olması nedeniyle deniz güvenliği açısından kritik bir öneme sahiptir. Ölümcül sonuçlar doğurabilen rip akıntıları hem bireysel hem de toplumsal düzeyde önlemlerin alınmasını gerekli kılmaktadır. Bu çalışmanın temel amacı, uydu ve sahil görüntüleri üzerinden rip akıntılarını tespit ederek deniz güvenliğini artırmak, halkın tehlikelere karşı hazır olmasına yardımcı olmaktır. Proje, halkın bilinçlendirilmesine katkı sağlarken, tekneler ve denizcilerin tehlikeli bölgelerden uzak tutulmasına olanak tanıyacak gerçek zamanlı uyarı sistemlerinin geliştirilmesine hizmet etmeyi hedeflemektedir. Çalışmada Python programlama dili kullanılarak Keras ve OpenCV kütüphanelerinden yararlanılmıştır. Görüntüler, gri tonlama, Gaussian bulanıklaştırma, adaptive thresholding ve kontur analizi gibi ileri düzey görüntü işleme teknikleriyle işlenmiştir. Rip akıntılarını belirleyen karakteristik özellikler, renk farklılıkları, köpük yoğunluğu ve dalga yapısı üzerinden detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Akıntı olasılığı yüksek bölgeler görsel olarak işaretlenmiş ve sistemin gerçek zamanlı uyarı mekanizmalarına entegre edilebileceği gösterilmiştir. Analizler, rip akıntılarının özellikle kıyıya dik dar alanlarda ve köpük yoğunluğunun düşük olduğu bölgelerde oluştuğunu ortaya koymuştur. Görsellerdeki en büyük kontur alanları, akıntının merkezi olarak belirlenmiş ve böylece tehlikeli bölgelerin doğru bir şekilde tespit edilmesi sağlanmıştır. Elde edilen sonuçlar, rip akıntılarının konumlarını belirleyerek, gerçek zamanlı uyarı sistemleri (SMS veya mobil uygulama) aracılığıyla insanların, teknelerin ve denizcilerin tehlikeli bölgelerden uzak durmasını sağlayacak şekilde kullanılabilir. Ayrıca bu çalışma, görüntü işleme ve derin öğrenme yöntemlerinin deniz güvenliği uygulamalarında kullanılabilirliğini ortaya koyarak literatüre özgün bir örnek teşkil etmektedir.

Keywords: Rip akıntıları, Deep Learning, Görüntü işleme, OpenCV, Python

AMAÇ

Bu çalışmada, boğulma vakalarının %80'inde etkisi olan rip akıntıları, bu akıntılarının sıklıkla görüldüğü bölgelerdeki uydulardan alınan görsellerin, Python'da Keras ve OpenCV kütüphaneleri yardımıyla işlenip olası rip akıntılarının tespit edilmesi. Bu şekilde tespit edilen akıntı gerçek zamanlı ise SMS ya da uygulama yardımıyla zamanında

uyarı verilir insanların, denizcilerin veya teknelerin uzak durmaları gereken bölgeleri öğrenmesi ve bu noktada olası can ve mal kayıplarının önüne geçilmesi.

GİRİŞ

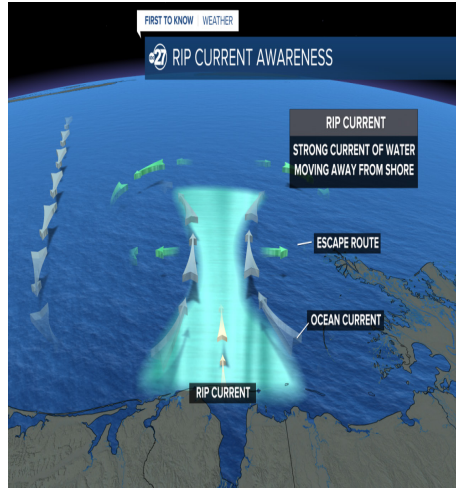
1. Görüntü işleme

Günümüzde teknolojinin ilerlemesiyle birlikte bilgisayar yazılımları hayatımızın vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Programlama teknikleri teknolojinin bize sağladığı avantajlardan biridir. Açık kaynak kodlu bir programlama dili olan Python sıkça tercih edilir. Python programlama dilinin uygulama alanlarından biri görüntü işleme alanıdır. OpenCV, Pillow gibi açık kaynaklı görüntü işleme kütüphaneleri mevcuttur. Bu kütüphaneler ile filtreleme işlemleri ve nesne tespiti gibi birçok görüntü analizi işlemi hızlı ve kolay bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir (Aksoy, 2024). Görüntü işleme, genel olarak resimsel bilgilerin analizine yönelik bir yöntem olarak tanımlanır. Görüntü işleme resimsel bilgilerin değişmesine ve analizlerine bağımlıdır. Görüntü işlemenin örnekleriyle pek çok kez karşılaşmaktayız. Günlük yaşamdaki en yaygın örneği gözlüklerdir. Numaralı gözlükler, gözlenen görüntüleri gözdeki sapmalara göre değiştirip görüntünün göz ile temasından önce görüntünün düzeltilmesi için kullanılır. Aynı şekilde görüntü işlemede görüntü istenilen şekle getirilebilir. Bir diğer yaygın görüntü işleme örneği ise televizyondaki parlaklık ve kontrast uygulamalarıdır. Bunu yaparak, subjektif görüntüyü bizim için en uygun hale gelene dek ayarlar. Görüntü işleme kullanılarak küçük bir havuzdaki su bile, görüntünün formunu değiştirebilir. Aynı zamanda görüntü işleme, yansıyan görüntüyü yalnızca tersine çevirmekle kalmayıp, genelde suyun hareketine bağlı olarak bükülmeler, değişmeler göstermektedir. Görüntü işlemenin bir disiplin olarak amacı, orijinal şeklinde olmayan bir görüntüyü görsel olarak güçlendirerek istenilen gibi görüntüleyebilmektir. Bu amaç, görüntü üzerinde etkili olabilecek yöntemlerin uygulanması ile yürütülür. Görüntü işleme üç ana başlıkta incelenebilir. Birincisi optik, ikincisi elektronik olan analog ve üçüncüsü dijital yöntemlerdir. Bu üç yöntemin her biri, işlemin uygulanmasındaki en pratik yaklaşımı tanımlayan özel uygulamalar olarak bulunur (Aytan vd., 1993).

2. Rip akıntıları

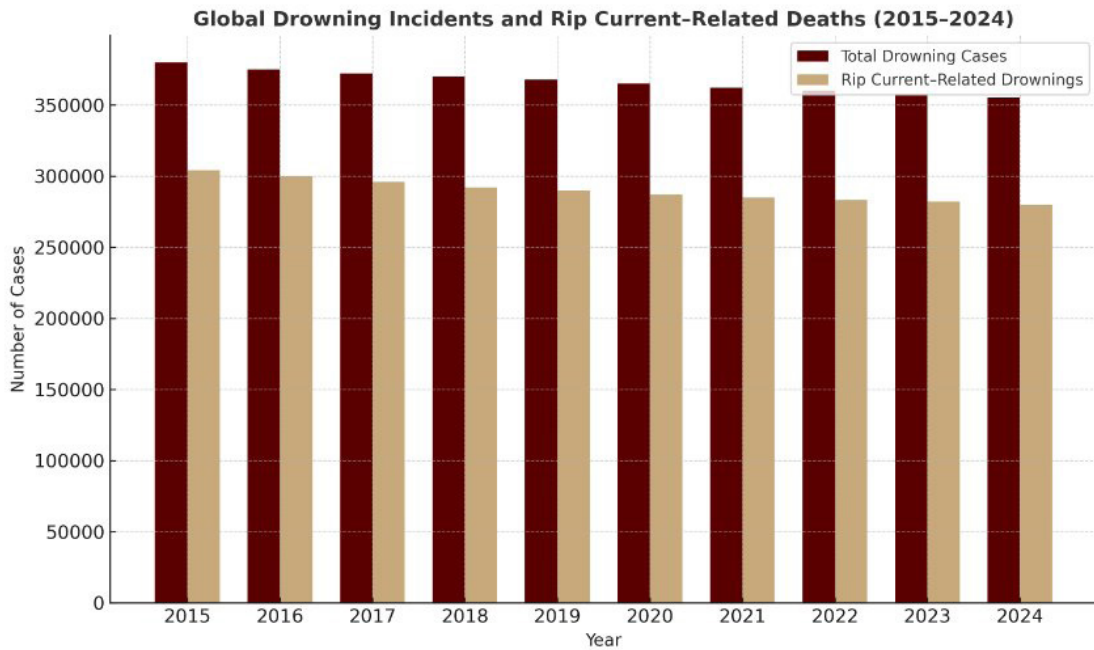
Doğa kökenli küresel, tehlikeli afetlerin devamlı bir şekilde halkla paylaşılması zorunludur. Halk da bu sayede afetlerle karşı tedbirli olabilmektedir. Halka verilen bilgilerde afetlere dair bilgi ve riskler uygun bir yöntemle ortaya konulmalıdır. Bu bilgilerde risk analizlerine yer verilip halkın yaşayabileceği her türlü maddi ve manevi zararın önüne geçilmesi hedeflenir. Bu bilgilendirme raporlarında yer alan tehlike değerlendirmelerinde kullanılan, risk analizini içeren genel kavramlarla ilgili bilgilerin anlaşılır olması gerekir. Çünkü konu doğrudan halkı ilgilendirmektedir (Yılmaz, ?).Doğal afetlerden biri olan rip akıntıları, belirli bir dip yapısı ve dalga koşullarında oluşan ve her yıl dünya çapında binlerce ölümcül boğulmadan sorumlu olan, sahillerin sörf bölgelerinde denize doğru gerçekleşen dar, güçlü, hızlı ve yoğun su akıntılarıdır. Rip akıntıları doğal olaylardır. Bu akıntılar, yakın kıyı ve açık deniz sularının değişimi için etkili bir mekanizma olduğundan, kıyılarda ısı, besin, kirletici ve biyolojik türlerin karışması yönünden etkilidirler. Rip akıntıları sahil kumunun denize doğru taşınmasına neden olabilir ve bu nedenle plaj morfolojisini değiştirebilirler. Bu nedenle rip akıntılarının gözlemlenmesi, kıyı mühendisliği çalışmaları açısından da önemlidir.Rip

akıntıları her yıl dünya çapında binlerce ölüme neden olan küresel bir kıyı tehlikesidir. Türkiye’de özellikle Karadeniz kıyılarında yaz aylarında rip akıntıları nedeniyle çok sayıda suda boğulma vakası gerçekleşmektedir. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi, yaz aylarında en fazla turist çeken bölge olmakla birlikte Türkiye’de rip akıntılarının en çok yaşandığı sahillerin başında gelmektedir. Uzaktan algılama, rip akıntı tehlikesi ile ilgili araştırmalar açısından çok önemli bir potansiyele sahip olmasına rağmen literatürde oldukça az çalışma mevcuttur (Öztürk vd., 2022).



Şekil 1. Rip akıntılarının oluşumu ve yönü(Nurse, 2024).

Şekil 1’de büyük dalgaların kıyıya vurduğu kırılma bölgesinden açığa çıkan güçlü su akımları gösterilmektedir. Kanal şeklinde görülen bölgede, suyun yoğun ve güçlü bir şekilde açık denize doğru akışı görülmektedir. Bunun sonucunda rip akıntıları oluşur. Kıyıda suyun kendine bir çıkış noktası bularak ilerlediği dar su akıntısı, çevresindeki denize göre farklı renk tonlarıyla suyun derinliği ve akış hızındaki farklılıkları yansıtır.



Şekil 2. Dünya genelinde boğulma vakaları ve rip akıntılara bağlı ölümler (Brewster vd.,2019; WHO, 2015-2024)

Şekil 2’de 2015–2024 yılları arasında dünya genelinde kaydedilen boğulma vakaları ve rip akıntısı tespit edilen boğulma vakaları verilmiştir. Boğulma vakalarının %80’inden fazlasında tespit edilen rip akıntıları oldukça büyük tehdit oluşturmaktadır. Bu durum, deniz kullanıcıları için ciddi ve yaygın bir tehlike oluşturmaktadır.

YÖNTEM

Bilgisayar ortamında Python programı açıldıktan sonra, uydulardan ve çeşitli veri setlerinden elde edilen görseller sisteme yüklendi. Görsellerin yüklenmesinin ardından, yazılan kodlar aracılığıyla görüntü işleme yöntemleri uygulandı. Bu işlemler sırasında izlenen yöntem ve elde edilen bulgular aşağıdaki gibidir.



Görsel 1. Dataset’ten elde edilen görsel (Roboflow Universe, n.d.).

```
ain.py +
1 import cv2
2 import numpy as np
3 import matplotlib.pyplot as plt
4
5 # YÜKLENECEK GÖRSELİN YOLU
6 image_path = "65984754-FFB1-4E93-9740-88A0F236DA60.jpeg"
7
8 # Görseli oku ve yeniden boyutlandır
9 image = cv2.imread(image_path)
0 image = cv2.resize(image, (512, 512))
1 gray = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
2
3 # Gürültü azaltma
4 blur = cv2.GaussianBlur(gray, (5, 5), 0)
5
6 # Kenar tespiti
7 edges = cv2.Canny(blur, 50, 150)
8
```

Görsel 2. Kod ekranı

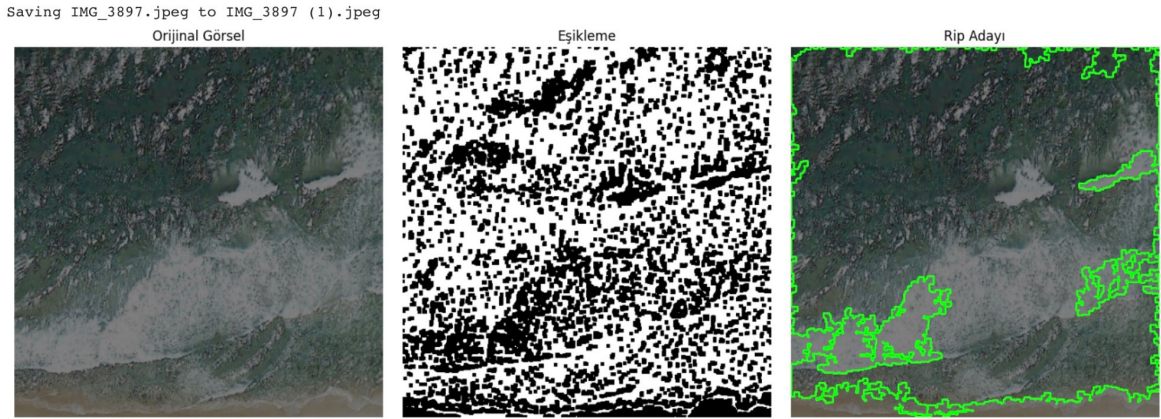
```

main.py +
19 # Adaptive threshold
20 thresh = cv2.adaptiveThreshold(blur, 255, cv2.ADAPTIVE_THRESH_MEAN_C,
21                               cv2.THRESH_BINARY_INV, 11, 3)
22
23 # Morfolojik işlemler
24 kernel = np.ones((5, 5), np.uint8)
25 closed = cv2.morphologyEx(thresh, cv2.MORPH_CLOSE, kernel)
26
27 # Konturları bul
28 contours, _ = cv2.findContours(closed, cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMP
29
30 # En büyük konturu çiz
31 rip_like = image.copy()
32 if contours:
33     biggest = max(contours, key=cv2.contourArea)
34     cv2.drawContours(rip_like, [biggest], -1, (0, 255, 0), 2)
35
36 # Sonuçları göster
Ln: 55, Col: 11

```

Görsel 3.Kod ekranı

Rip akıntıları; renk farklılıkları, dalga görünümü, köpük farklılıkları gibi özelliklerden ayırt edilebilir. Bu özellikleri gösterecek kodlar yazıldı. Bu kodları girildiğinde elimizde Görsel 4 oluşur.



Görsel 4.Kodlar sonucu elde edilen görseller

Kodların uygulanması sonucunda, bilgisayar tarafından yapılan görüntü işleme işlemleri sayesinde rip akıntılarının olası oluşma yerleri olan bölgeler analiz edilmiş ve bu bölgeleri gösteren görsel çıktılar elde edilmiştir. Bu sayede, sistem hem görseller üzerindeki akıntı belirtilerini (renk, dalga yapısı, köpük yoğunluğu vb.) tanımlamış hem de rip akıntılarının olası konumlarını belirleyerek analiz sürecine önemli bir katkı sağlamıştır.

BULGULAR

Elimizdeki görsel Python ortamına yüklendikten sonra gerekli kodlar yazılmış ve rip akıntısı tespiti gerçekleştirilmiştir. Görsel işleme sürecinde Adaptive Thresholding yöntemi kullanılarak, köpük yoğunluğunun az olduğu bölgeler daha belirgin hale getirilmiştir. Ardından kontur tespiti uygulanmış ve en büyük konturun görselin orta kısmında yer aldığı görülmüştür. Bu bölgenin çevresine göre daha koyu tonlarda ve daha az köpüklü olması, rip akıntısının belirgin özellikleriyle örtüşmektedir. Elde edilen sonuçlara göre sistem, görseldeki verileri analiz ederek yazılı çıktı olarak “Rip akıntısı olma ihtimali var.” ifadesini vermiştir. Bu da yapılan işlemlerin doğru şekilde çalıştığını ve modelin rip akıntısı belirtilerini başarıyla tanımlayabildiğini göstermektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada, uydulardan elde edilen sahil görüntüleri kullanılarak rip akıntılarının tespiti gerçekleştirilmiştir. Çalışmada görüntü işleme tekniklerinden yararlanarak akıntıların görsel üzerindeki belirgin özellikleri analiz edilmiştir. Python programlama dili aracılığıyla gri tonlama, Gaussian bulanıklaştırma, adaptive thresholding ve morfolojik işlemler gibi yöntemler kullanılmıştır. Bu işlemler sayesinde, görüntüdeki renk farklılıkları, dalga yoğunluğu ve köpük dağılımları daha net bir şekilde ortaya çıkmıştır. Kodların uygulanması sonucunda bilgisayar, görüntüyü işleyerek olası rip akıntısı bölgelerini belirlemiştir. Görseli yorumlandığında, en büyük konturun yeşil renkle işaretlendiği görülmüştür. Bu alan, görüntü işleme algoritması tarafından otomatik olarak tespit edilmiştir. Düz bir kıyı şeridi boyunca ortada kalan daha açık renkli ve köpüklü bir yapı olduğu fark edilmiştir. Bu bölgenin iki yanında ise daha yoğun dalga hareketleri vardır. Bu durum, ortadaki köpüklerin dağılmasının geri dönen su akıntısından, yanlardaki köpük birikimlerinin ise kıyıya vuran dalgalardan kaynaklandığını göstermektedir. Görselde bu yapının belirgin şekilde ortaya çıkması, rip akıntısı olma olasılığını desteklemektedir. Elde edilen sonuçlar, rip akıntılarının özellikle kıyıya dik ve dar alanlarda oluştuğunu bir kez daha göstermiştir. Adaptive thresholding ile köpük yoğunluğu az olan bölgelerin vurgulanması, akıntı merkezinin tespitinde oldukça etkili olmuştur. Morfolojik işlemler ise gereksiz küçük detayları ortadan kaldırarak daha net bir analiz yapılmasına yardımcı olmuştur. Bu sayede, akıntının oluştuğu alan hem görsel olarak hem de sistem çıktısı üzerinden doğru şekilde belirlenmiştir. Sistemin verdiği yazılı sonuçta, “Rip akıntısı olma ihtimali var.” ifadesi yer almıştır. Bu, uygulanan görüntü işleme tekniklerinin doğru şekilde çalıştığını ve modelin rip akıntısına ait görsel belirtileri tanıyabildiğini göstermektedir. Ayrıca yöntemin daha geniş veri setleriyle test edilmesi durumunda sahil güvenliği açısından gerçek zamanlı bir erken uyarı sistemine dönüştürülmesi mümkündür. Böyle bir sistem, olası akıntı bölgelerinde uyarı vererek insanların, denizcilerin veya teknelerin tehlikeli alanlardan uzak durmasını sağlayabilir.

Bu çalışma, yalnızca teknik bir uygulama değil, aynı zamanda deniz güvenliğini artırmaya yönelik önemli bir adımdır. Görüntü işleme yöntemleri sayesinde, gözle fark edilmesi güç olan akıntı yapıları bilgisayar ortamında analiz edilerek görünür hâle getirilmiştir. Böylece rip akıntılarının neden olduğu boğulma risklerinin azaltılması yönünde somut bir katkı sağlanmıştır. Yapılan bu çalışma, rip akıntılarının görsel veriler üzerinden tespit edilmesinde etkili bir yöntem sunmaktadır. Kullanılan görüntü

işleme teknikleri ile akıntıların belirgin özellikleri detaylı biçimde analiz edilmiş ve bu analizler sonucunda sistemin güvenilir çıktılar üretebildiği görülmüştür. İlerleyen süreçlerde, farklı sahil bölgelerine ait verilerle modelin geliştirilmesi ve mobil tabanlı erken uyarı sistemleriyle birleştirilmesi planlanabilir.

Sonuç olarak, bu çalışma rip akıntılarının tespiti konusunda hem bilimsel hem de toplumsal bir farkındalık yaratmayı hedeflemiştir. Teknolojinin sunduğu imkânlar doğru kullanıldığında, doğadaki tehlikeleri önceden fark etmek ve insan hayatını korumak mümkündür. Bu çalışma, gelecekte rip akıntılarına karşı daha güvenli sahiller oluşturulmasına katkı sağlayacak bir örnek olmuştur.

ÖNERİLER

Çalışmada kullanılan yazılımın kalitesi geliştikçe, ileriki yıllarda proje daha da geliştirilebilir. Kullanılan kütüphanelere daha fazla veri işlenerek henüz fark edilmemiş akıntı belirtileri öğrenildiğinde ve daha geniş veri setlerine veya görsellere ulaşıldığında projenin başarısı artacaktır. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, video analizleriyle optik akış yöntemi kullanılarak suyun hareket yönü daha net bir şekilde tespit edilebilir. Ülkemizde bu konuda az sayıda çalışma bulunduğundan, ilerleyen yıllarda yeterli zaman ve önem ayrıldığı takdirde bu proje insanların hayatına önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Aksoy, B. (2024). Python ile imgeden veriye görüntü işleme ve uygulamaları. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Aksoy, Ö. Ü. B. (2024). Python ile imgeden veriye görüntü işleme ve uygulamaları.
- Aytan, A. E., Öztürk, Y., & Ögeve, E. K. (1993). Görüntü işleme. İÜ Journal of the Faculty of Dentistry.
- Brewster, B. C., Gould, R. E., & Brander, R. W. (2019). Estimations of rip current rescues and drowning in the United States. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 19(2), 389–397.
- Brighton, B., Sherker, S., Brander, R., Thompson, M., & Bradstreet, A. (2013). Rip current related drowning deaths and rescues in Australia 2004–2011. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 13(4), 1069–1075.
- Erdem Ayta, A., Öztürk, Y., & Ögeve, E. K. (1993). Görüntü işleme – Digital image processing. İstanbul Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi Dergisi, 27(4), 273–277.
- Japan Lifesaving Association. (n.d.). Water safety: Watch out for rip currents! Japan Lifesaving Association.
- Nurse, C. (2024, June 23). Rip current risk is real: Gauging the danger in the Big Bend. WTXL.
- Öztürk, D., & Maraş, E. E. (2022). Samsun-Atakum kıyılarının rip akıntı tehlikesinin incelenmesi. *Afet ve Risk Dergisi*, 5(1), 122–137.
- RipCurrent Machine Learning. (2023, January 6). Rip current monitoring (v1) [Dataset]. Roboflow Universe.
- Yılmaz, A. (t.y.). Doğa kaynaklı küresel afetler – Natural global disasters.
- Yılmaz, M., Coşkun Şimşek, M., & Turanlı, N. (2023). Türkiye’de biyomatematik araştırmaları ve biyomatematik eğitimi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 57, 356–381.
- Brewster, B. C., Gould, R. E., & Brander, R. W. (2019). Estimations of rip current rescues and drowning in the United States. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 19(2), 389–397.