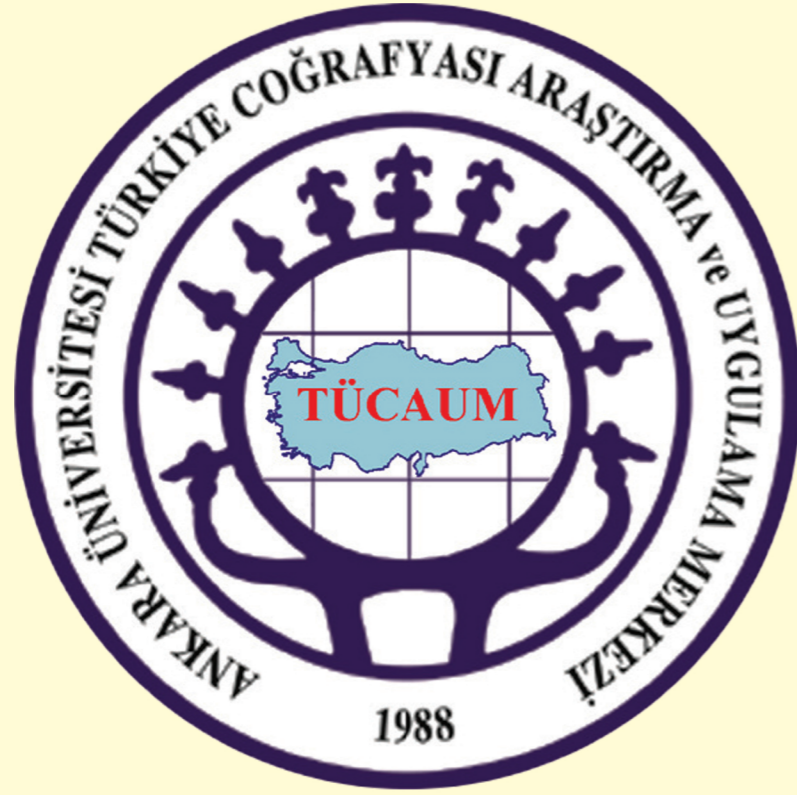


# Coğrafi Bilimler Dergisi

Turkish Journal of Geographical Sciences

*Cilt 21, Sayı 2, Ekim 2023*

*Volume 21, Number 2, October 2023*



Cilt / Volume : 21 Sayı / Number : 2

COĞRAFI BİLİMLER DERGİSİ / TURKISH JOURNAL OF GEOGRAPHICAL SCIENCES

Ekim / October 2023



**TÜCAUM**

Ankara Üniversitesi

Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi

# Coğrafi Bilimler Dergisi

**Turkish Journal of Geographical Sciences**

*Cilt 21, Sayı 2, Ekim 2023*

*Volume 21, Number 2, October 2023*

**TÜCAUM**

Ankara Üniversitesi

Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi

*Ankara University Research Center of Turkish Geography*



**Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi (TÜCAUM)**

**Ankara University Research Center of Turkish Geography**

**Coğrafi Bilimler Dergisi (Turkish Journal of Geographical Sciences)**

**Elektronik / Online ISSN: 1308-9765**

**Cilt / Volume: 21 • Sayı / Number: 2 • Yıl / Year: Ekim/October 2023**

**Yayın Sahibinin Adı / Owner**

Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Adına  
Prof. Dr. Necla Türkoğlu

**Sorumlu Yazı İşleri Müdürü / Publisher Manager**  
Doç. Dr. Rüya Bayar

**Yayın İdare Merkezi Adresi / Correspondence**

Ankara Üniversitesi  
Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi  
Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Bölümü  
06100 Sıhhiye/Ankara-Türkiye

**Yayın İdare Merkezi Telefonu**

(312) 310 32 80 /1218

**Fax**

(312) 310 57 13

**Sürdürüm ve İletişim**

tucaum@ankara.edu.tr

**URL**

<http://dergiler.ankara.edu.tr/>

(<http://dergiler.ankara.edu.tr/detail.php?id=33>)

<https://dergipark.org.tr/pub/aucbd>

**Yayının Türü**

Yaygın süreli yayın

**Kapak Fotoğrafı / Cover Design**

Anıtkabir, Hitit Anıtı,  
Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi

**Online Yayın Tarihi / Yeri**

31.10.2023-Ankara

**Editörler Kurulu / Editorial Board**

Necla Türkoğlu (**Baş Editör** / Editor in Chief)

E. Murat Özgür (**Editör** / Editor)

İhsan Çiçek (**Editör** / Editor)

Mutlu Yılmaz (**Editör** / Editor)

M. Murat Yüceşahin (**Editör** / Editor)

Liliana Dumitrache (**Editör** / Editor)

Rüya Bayar (**Editör** / Editor)

Kerime Karabacak (**Editör** / Editor)

Ayla Deniz (**Editör** / Editor)

Muhammet Öksüz (**İdari Editör** / Managing Editor)

Gönül Mutlu (**İdari Editör** / Managing Editor)

**Danışma Kurulu / Advisory Board**

Süheyla Akova, İstanbul Üniversitesi

Alpaslan Aliagaoglu, Balıkesir Üniversitesi

Meral Avcı, İstanbul Üniversitesi

Sedat Avcı, İstanbul Üniversitesi

Fusun Baykal, Ege Üniversitesi

İhsan Bulut, Akdeniz Üniversitesi

İhsan Çiçek, Ankara Üniversitesi

Uğur Doğan, Ankara Üniversitesi

Suna Doğaner, İstanbul Üniversitesi

Ali Fuat Doğu, Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Warren Eastwood, University of Birmingham

Barbaros Gönençgil, İstanbul Üniversitesi

Ayiyuki Kawasaki, The University of Tokyo

Telat Koç, On Sekiz Mart Üniversitesi

Saliha Koday, Atatürk Üniversitesi

Ramiz Mammadov, Azerbaijan National Academy of Sciences

Ivica Milevski, The Ss. Cyril and Methodius University

Mustafa Mutluer, Ege Üniversitesi

Ertuğ Öner, Ege Üniversitesi

Ali Özçağlar, Karabük Üniversitesi

E. Murat Özgür, Ankara Üniversitesi

İbrahim Sirkeci, Regent's University London

Mehmet Somuncu, Ankara Üniversitesi

Saadettin Tonbul, Fırat Üniversitesi

Harun Tunçel, Bilecik Üniversitesi

Hüseyin Turoğlu, İstanbul Üniversitesi

Necla Türkoğlu, Ankara Üniversitesi

Ali Uzun, On Dokuz Mayıs Üniversitesi

Cevdet Yılmaz, On Dokuz Mayıs Üniversitesi

Hakan Yiğitbaşıoğlu, Ankara Üniversitesi

Georgi Zhelezov, Bulgarian Academy of Sciences

► Coğrafi Bilimler Dergisi, hakemli bir dergi olup 2003 yılından itibaren yılda iki sayı olarak yayımlanmaktadır.

► Coğrafi Bilimler Dergisi "TÜBİTAK-ULAKBİM Sosyal Bilimler Veri Tabanı (SBVT)", "DOAJ", "Social Science Research Network (SSRN)" "SOBIAD Atf Dizini" ve "ERIH PLUS" tarafından dizinlenmektedir.

► İsimler soyadı sırasına göre alfabetik olarak düzenlenmiştir.

► Derginin önceki sayılarına <https://dergipark.org.tr/pub/aucbd> adresinden ulaşılabilir.

**Elektronik / Online ISSN: 1308-9765**

**Coğrafi Bilimler Dergisi / Turkish Journal of Geographical Sciences**

Tüm Hakları saklıdır. Bu derginin tamamı ya da dergide yer alan bilimsel çalışmaların bir kısmı ya da tamamı 5846 sayılı yasanın hükümlerine göre Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezinin yazılı izni olmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayımlanamaz.



ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
TÜRKİYE COĞRAFYASI ARAŞTIRMA ve UYGULAMA MERKEZİ (TÜCAUM)  
Ankara University Research Center of Turkish Geography

## COĞRAFİ BİLİMLER DERGİSİ *Turkish Journal of Geographical Sciences*

Elektronik / Online ISSN: 1308-9765

Cilt / Volume: 21

Sayı / Number: 2

Yıl / Year: Ekim/October 2023

İçindekiler/ Contents	Sayfa/Page
<b>Araştırma Makaleleri/ Research Articles</b>	
<b>İller Düzeyinde Coğrafi Yakınlık İçin Bir İndeks Önerisi.....</b>	<b>171</b>
<i>A Proposal For Geographical Proximity Index at Provincial Level</i> İrfan Kaygalak	
<b>Üniversite Şehri Kriterleri: Eskişehir Örneği.....</b>	<b>198</b>
<i>The Criteria of University City: A Case Study of Eskişehir</i> Deniz Ateş, Harun Tunçel	
<b>Finansmana Erişim Kanalları Ülkelerin Gelişmişlik Düzeyine Göre Farklaşıyor Mu? .....</b>	<b>235</b>
<i>Do the Channels of Access to Finance Differ With Regard to the Income Level of Countries?</i> Suat Tuysuz, Ecem Balaban	
<b>Trafik Kazalarının Zamansal ve Mekânsal İncelenmesi: Konya Şehri Örneği.....</b>	<b>248</b>
<i>Temporal and Spatial Analysis of Traffic Accidents: The Case of Konya City</i> Zühal Diler, Himmet Haybat, Tamer Özlü	
<b>Gölbaşı Havzası Turbalıklarının Alansal ve Zamansal Değişimi, Adıyaman/ Türkiye.....</b>	<b>277</b>
<i>The Spatiotemporal Changes of the Gölbaşı Basin Peatlands, Adıyaman/ Türkiye</i> Merve Sandıkçıoğlu, Ali Uzun	
<b>Kızılırmak Deltası Kıyı Çizgisinin EPR ve LRR Yöntemleriyle 1984– 2022 Periyodunda Değişim Analizi ve 2030 Yılı Tahmini.....</b>	<b>306</b>
<i>Analysis of Shoreline Changes in Kızılırmak Delta Using EPR and LRR Methods for the Period 1984– 2022, and Prediction for the Year 2030</i> Derya Öztürk, Sibel Uzun	
<b>Gündelik Yaşam Coğrafyalarında Mevsimlik Tarım İşçisi Kadınların “Yok-Yeri”: Şanlıurfa Örneğinde Bir İnceleme.....</b>	<b>340</b>
<i>“Non-Lieu” of Women Seasonal Agricultural Workers in Everyday Life Geographies: A Study on The Sample of Şanlıurfa</i> Ayşegül Arslan	

Elektronik / Online ISSN: 1308-9765

Coğrafi Bilimler Dergisi / Turkish Journal of Geographical Sciences

Tüm Hakları saklıdır. Bu derginin tamamı ya da dergide yer alan bilimsel çalışmaların bir kısmı ya da tamamı 5846 sayılı yasanın hükümlerine göre Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezinin yazılı izni olmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayımlanamaz.



COĞRAFİ BİLİMLER DERGİSİ  
*Turkish Journal of Geographical Sciences*

Elektronik / Online ISSN: 1308-9765

Cilt /Volume: 21

Sayı / Number: 2

Yıl /Year: Ekim/October 2023

İçindekiler/ Contents

Sayfa/Page

Araştırma Makaleleri/ Research Articles

- Alüvyal Yelpezelerin Morfolojik Gelişimine Etki Eden Faktörler: Maymundağı Yelpezeleri Örneği.....** 368  
*Factors Affecting the Morphological Development of Alluvial Fans: The Example of Maymundağı Alluvial Fans*  
Esra Tunçel, İhsan Çiçek, Gürol Seyitoğlu
- Yer Sistem Modellerinin Son Buzul Maksimumu İklim Ardgörülerinin Holdridge Biyomları ve Paleobuzul Alanları ile Değerlendirilmesi.....** 394  
*Evaluation of Earth System Models' Last Glacial Maximum Climate Hindcasts with Holdridge Biomes and Paleoglacier Areas*  
Erkan Yılmaz, Serdar Yeşilyurt
- Yasaklı Bitkiden Potansiyel Bir Hazineye Doğru: Samsun, Amasya ve Tokat İllerinde Kenevir (Cannabis sativa L. hemp) Yetiştiriciliğinin Best-Worst Yöntemiyle Analizi.....** 427  
*From a Forbidden Plant to a Potential Treasure: Analysis of Cannabis (Cannabis Sativa L. Hemp) Cultivation in Samsun, Amasya and Tokat Provinces by Best-Worst Method*  
Mesut Gök, Enes Taşoğlu
- Kentsel Mekânda Soğutma Yayılımının Araştırılması, İzmir Örneği.....** 453  
*Investigating Cooling Extend in the Urban Area, Case of İzmir*  
Yasemin Şentürk, K. Mert Çubukçu
- Holocene Relative Sea-Level Changes Along the Southern Coast of Bodrum Peninsula, SW Anatolia.....** 481  
*Bodrum Yarımadası Güney Kıyılarında Holosen Rölatif Deniz Seviyesi Değişimleri, GB Anadolu*  
Rahime Zobu, Uğur Doğan
- Politik Ekoloji Açısından Aktif Yeşil Alan ve Parklara Erişimin İncelenmesi: Bursa Şehri Örneği....** 502  
*Investigation of Access to Active Green Areas and Parks in Terms of Political Ecology: The Case of Bursa City*  
Muammer Çakır, Barış Taş

Elektronik / Online ISSN: 1308-9765

Coğrafi Bilimler Dergisi /Turkish Journal of Geographical Sciences

Tüm Hakları saklıdır. Bu derginin tamamı ya da dergide yer alan bilimsel çalışmaların bir kısmı ya da tamamı 5846 sayılı yasanın hükümlerine göre Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezinin yazılı izni olmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayımlanamaz.



COĞRAFI BİLİMLER DERGİSİ  
*Turkish Journal of Geographical Sciences*

Elektronik / Online ISSN: 1308-9765

Cilt /Volume: 21

Sayı / Number: 2

Yıl /Year: Ekim/October 2023

İçindekiler/ Contents	Sayfa/Page
<b>Araştırma Makaleleri/ Research Articles</b>	
<b>Rusya –Ukrayna Krizinin Dünya Gıda Güvenliğine Etkileri.....</b>	<b>525</b>
<i>The Effects of The Russia-Ukraine Crisis on World Food Security</i> Muazzez Harunoğulları, Gülsen Ayhan	
<b>Orta Sakarya Havzasında Sarıcakaya, Mihalgazi ve İnhisar İlçelerinde Tarımsal Arazi Kullanımı..</b>	<b>557</b>
<i>Agricultural Land Use in Sarıcakaya, Mihalgazi and İnhisar Districts in Central Sakarya Basin</i> Özgür Gökmen, Ali Özçağlar	
<b>Türkiye’de Hortumların Sinoptik Desen Sınıflamaları.....</b>	<b>594</b>
<i>Synoptic Pattern Classifications of Tornadoes in Turkey</i> Sema Özen Bayraktar, İhsan Çiçek	
<b>Evrimsel Ekonomik Coğrafya Perspektifinden Türkiye’de Bölgelerin İlişkili Çeşitlilik Dinamiklerine Yönelik Ampirik Bir Analiz.....</b>	<b>616</b>
<i>An Empirical Analysis on the Related Variety Dynamics of Regions in Turkey from the Perspective of Evolutionary Economic Geography</i> Leventcan Gültekin, Nuri Yavan, Zühal Kurul	
<b>Derleme Makaleler/ Review Articles</b>	
<b>Küresel İklim Değişikliği ve Çevresel Değişimlerin Etkisi Altında Arazi Değişim Biliminin Ortaya Çıkışı: Kurak ve Yarı Kurak Ekosistemlerde Arazi Değişimi.....</b>	<b>660</b>
<i>The Emergence of Land Change Science in The Context of Global Climate Change and Environmental Transformations: Land Change in Arid And Semi-Arid Ecosystems</i> Mehmet Özdeş	
<b>Mekân Tabanlı Toprak Erozyonu Tahmin Modelleri: Bildiklerimiz Değişiyor Mu?.....</b>	<b>696</b>
<i>Spatial Based Soil Erosion Forecasting Models: Is What We Know Changing?</i> Çağan Alevkayalı, Bedran Abi	

Elektronik / Online ISSN: 1308-9765

Coğrafi Bilimler Dergisi /*Turkish Journal of Geographical Sciences*

Tüm Hakları saklıdır. Bu derginin tamamı ya da dergide yer alan bilimsel çalışmaların bir kısmı ya da tamamı 5846 sayılı yasanın hükümlerine göre Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezinin yazılı izni olmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayımlanamaz.



ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
TÜRKİYE COĞRAFYASI ARAŞTIRMA ve UYGULAMA MERKEZİ (TÜCAUM)  
Ankara University Research Center of Turkish Geography

## COĞRAFI BİLİMLER DERGİSİ *Turkish Journal of Geographical Sciences*

Elektronik / Online ISSN: 1308-9765

Cilt / Volume: 21 • Sayı / Number: 2 • Yıl / Year: Ekim / October 2023

Dergimizin bu sayısına gönderilen makaleleri değerlendiren hakemlerimize teşekkürlerimizi sunarız.

We gratefully acknowledge the referees who kindly helped us to evaluate the articles sent for current issue of the Journal.

### HAKEMLER / REFEREES

Abdullah Türker	Gazi Üniversitesi
Abdullah Uğur	Pamukkale Üniversitesi
Ahmet Evren Erginal	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Ali Özçağlar	Karabük Üniversitesi
Ali Yiğit	Bursa Uludağ Üniversitesi
Alper Uzun	Balıkesir Üniversitesi
Ayşe Çağlıyan	Fırat Üniversitesi
Barış Taş	Çankırı Karatekin Üniversitesi
Bora Uzel	Dokuz Eylül Üniversitesi
Canan Dural Tasouji	Mersin Üniversitesi
Canan Zehra Çavuş	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Cevdet Yılmaz	Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Çağlar Kıvanç Kaymaz	Atatürk Üniversitesi
Doğan Uysal	Manisa Celal Bayar Üniversitesi
Dündar Dağlı	Fırat Üniversitesi
Ebru Akköprü	Akdeniz Üniversitesi

Elektronik / Online ISSN: 1308-9765

Coğrafi Bilimler Dergisi / *Turkish Journal of Geographical Sciences*

Tüm Hakları saklıdır. Bu derginin tamamı ya da dergide yer alan bilimsel çalışmaların bir kısmı ya da tamamı 5846 sayılı yasanın hükümlerine göre Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezinin yazılı izni olmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayımlanamaz.



ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
TÜRKİYE COĞRAFYASI ARAŞTIRMA ve UYGULAMA MERKEZİ (TÜCAUM)  
Ankara University Research Center of Turkish Geography

## COĞRAFI BİLİMLER DERGİSİ *Turkish Journal of Geographical Sciences*

Elektronik / Online ISSN: 1308-9765

Cilt / Volume: 21 • Sayı / Number: 2 • Yıl / Year: Ekim / October 2023

Dergimizin bu sayısına gönderilen makaleleri değerlendiren hakemlerimize teşekkürlerimizi sunarız.

We gratefully acknowledge the referees who kindly helped us to evaluate the articles sent for current issue of the Journal.

### HAKEMLER / REFEREES

Ebubekir Karakoca	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi
Erdal Karakaş	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi
Erkan Yılmaz	Ankara Üniversitesi
Fatih Adıgüzel	Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi
Gülşen Kum	Gaziantep Üniversitesi
Gündüz Aksu Kocatürk	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Güven Şahin	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
H. Ebru Çolak	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Hakan Yiğitbaşoğlu	Ankara Üniversitesi
Hatice Kılar	Sakarya Üniversitesi
Hurşit Yetmen	Harran Üniversitesi
Hülya Caner	İstanbul Üniversitesi
İrem Elitez	Bağımsız Araştırmacı
İrfan Kaygalak	Balıkesir Üniversitesi
İsmet Akova	İstanbul Üniversitesi

Elektronik / Online ISSN: 1308-9765

Coğrafi Bilimler Dergisi / *Turkish Journal of Geographical Sciences*

Tüm Hakları saklıdır. Bu derginin tamamı ya da dergide yer alan bilimsel çalışmaların bir kısmı ya da tamamı 5846 sayılı yasanın hükümlerine göre Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezinin yazılı izni olmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayımlanamaz.





ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
TÜRKİYE COĞRAFYASI ARAŞTIRMA ve UYGULAMA MERKEZİ (TÜCAUM)  
*Ankara University Research Center of Turkish Geography*

## COĞRAFI BİLİMLER DERGİSİ

*Turkish Journal of Geographical Sciences*

Elektronik / Online ISSN: 1308-9765

Cilt / Volume: 21 • Sayı / Number: 2 • Yıl / Year: Ekim / October 2023

Dergimizin bu sayısına gönderilen makaleleri değerlendiren hakemlerimize teşekkürlerimizi sunarız.

We gratefully acknowledge the referees who kindly helped us to evaluate the articles sent for current issue of the Journal.

### HAKEMLER / REFEREES

Kadir Temurçin	Süleyman Demirel Üniversitesi
Kerime Karabacak	Ankara Üniversitesi
Levent Uncu	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi
Mehmet Fatih Döker	Sakarya Üniversitesi
Mehmet Ragıp Kalelioğlu	Gaziantep Üniversitesi
Mustafa Köse	Afyon Kocatepe Üniversitesi
Mustafa Yakar	Süleyman Demirel Üniversitesi
Muzaffer Bakırcı	İstanbul Üniversitesi
Nurcan Avcı	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Nurettin Özgen	Ankara Üniversitesi
Nurgül Karlıoğlu Kılıç	İstanbul Üniversitesi
Nuri Yavan	Ankara Üniversitesi
Ogün Coşkun	Atatürk Üniversitesi
Okan Bozyurt	Afyon Kocatepe Üniversitesi
Okan Türkan	Bakırçay Üniversitesi
Öznur Yazıcı	Karabük Üniversitesi
Rüya Bayar	Ankara Üniversitesi

Elektronik / Online ISSN: 1308-9765

Coğrafi Bilimler Dergisi / *Turkish Journal of Geographical Sciences*

Tüm Hakları saklıdır. Bu derginin tamamı ya da dergide yer alan bilimsel çalışmaların bir kısmı ya da tamamı 5846 sayılı yasanın hükümlerine göre Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezinin yazılı izni olmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayımlanamaz.



ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
TÜRKİYE COĞRAFYASI ARAŞTIRMA ve UYGULAMA MERKEZİ (TÜCAUM)  
*Ankara University Research Center of Turkish Geography*

## COĞRAFİ BİLİMLER DERGİSİ *Turkish Journal of Geographical Sciences*

Elektronik / Online ISSN: 1308-9765

Cilt / Volume: 21 • Sayı / Number: 2 • Yıl / Year: Ekim / October 2023

Dergimizin bu sayısına gönderilen makaleleri değerlendiren hakemlerimize teşekkürlerimizi sunarız.

We gratefully acknowledge the referees who kindly helped us to evaluate the articles sent for current issue of the Journal.

### HAKEMLER / REFEREES

Salih Şahin	Gazi Üniversitesi
Semra Günay	Anadolu Üniversitesi
Serpil Mentеше	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi
Servet Karabağ	Gazi Üniversitesi
Süheyla Balcı Akova	İstanbul Üniversitesi
Uğur Doğan	Ankara Üniversitesi
Ülkü Eser Ünalı	Gazi Üniversitesi
Yılmaz Arı	Bandırma Onyedı Eylül Üniversitesi
Zahide Acar	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Elektronik / Online ISSN: 1308-9765

Coğrafi Bilimler Dergisi / *Turkish Journal of Geographical Sciences*

Tüm Hakları saklıdır. Bu derginin tamamı ya da dergide yer alan bilimsel çalışmaların bir kısmı ya da tamamı 5846 sayılı yasanın hükümlerine göre Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezinin yazılı izni olmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayımlanamaz.



## İller Düzeyinde Coğrafi Yakınlık İçin Bir İndeks Önerisi

*A Proposal for geographical proximity index at provincial level*

İrfan Kaygalak\*<sup>a</sup>

### Makale Bilgisi

Araştırma Makalesi

DOI:

10.33688/aucbd.1232102

Makale Geçmişi:

Geliş: 10.01.2023

Kabul: 05.05.2023

Anahtar Kelimeler:

Coğrafi yakınlık

Mekânsal ağırlık matrisi

Demografik bağlantısallık

Sosyal ağ analizi

Yakınlık indeksi

### Öz

*Bu çalışma yeni bir coğrafi yakınlık indeksi önermektedir. Daha gerçekçi bir mekân temsiline mümkün olabileceğini ileri süren çalışma, illerin birbirilerinden alıp verdiği nüfus üzerinden doğan demografik bağ, sosyal yakınlık göstergesi olarak alınabileceğini savunmaktadır. Çalışma, iller arası demografik bağlantısallığı sosyal ağ analizi tekniklerinden hareketle ölçerek bunu kütle çekim modeliyle birleştirmekte ve yeni bir coğrafi yakınlık indeksi tanımlamaktadır. Türkiye için iller düzeyinde tanımlanan söz konusu indeksin sosyal ağ ve mekânsal istatistik analizi yöntemlerine dayalı çalışmalarda kullanılabileceğini savunmaktadır. Bu amaçla 1990, 2000, 2010 ve 2020 yıllarına ait yakınlık matrisleri oluşturulmuş; ardından örnek kullanım amacıyla 2020 yılına ait iller arası ticaret miktarı ile oluşturulan indeks arasındaki ilişki sosyal ağ analizi yöntemiyle korelasyon ve regresyon analizine tabi tutularak test edilmiştir. Çalışmanın bulguları önerilen yakınlık indeksinin ağırlık matrisine ek olarak sosyal ağ analizi çalışmalarında da kullanılabileceğini göstermiştir.*

### Article Info

Research Article

DOI:

10.33688/aucbd.1232102

Article History:

Received: 10.01.2023

Accepted: 05.05.2023

Keywords:

Geographical proximity

Spatial weight matrix

Demographic

Connectivity

Social network analysis

Proximity index

### Abstract

*This study proposes a new geographical proximity index which is eligible for diverse human geography studies and urban studies and is interchangeable with spatial weight matrixes which are being used in explanatory spatial data analysis softwares. The study defends demographic connectivity emanating from out-migration and in-migration between provinces or geographical units can be taken as proxy of social proximity. The study measures demographic connectivity between the provinces with social network analysis techniques and combines it with gravity model of physic to define a new geographical proximity index. As it being defined at provincial level, the aforementioned index can be used some kind of studies based on social network analysis and spatial data analysis methods. In the concept of the study the index in question is calculated for 1990, 2000, 2010 and 2020 years and then tested via correlation and regression analysis with social network analysis technique.*

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: irfan.kaygalak@balikesir.edu.tr

<sup>a</sup>Balıkesir Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Balıkesir/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0003-3051-6414>.

## 1. Giriş

Ekonomik coğrafyanın ekonomik olgulara ilişkin getirdiği çoklu düzeydeki açıklamalar, onun araştırma gündeminin zenginliğine ek olarak kavramsal çerçevesinin de her geçen gün daha da güçlenmesine neden olmaktadır. Bu kavramsal genişleme ve tematik zenginlik, diğer disiplinlerle olan yakınlaşmanın ürünü olarak görülebilir. Söz konusu kavramsal çerçevelerden biri de yakınlık kavramıdır. Temelde ekonomik faaliyetlerin mekânsal organizasyonunu ve mekândaki konumlanmasını açıklamayı hedef edinen ekonomik coğrafya (Martin, 1994) doğal olarak geçmişten beri hep yakınlığı önemli bir açıklayıcı parametre olarak önemsemiştir. Fiziksel mesafenin geçmişte ekonomik faaliyetlerin yer seçiminde maliyet ve verimlilik üzerinde belirgin bir etkiye sahip olması, yakınlığı ekonomik coğrafyanın en önemli açıklayıcı parametrelerinden biri yapmıştır. Ancak günümüzde ekonomik coğrafyanın araştırma gündeminin değişmesi söz konusu yakınlık kavramının anlamını değiştirdiği gibi geçmişe kıyasla önemini de artırmıştır. Özellikle inovasyon çalışmalarında bilginin üretimi, yayılımı ve transferi gibi konularda aktörler, firmalar, örgütler ve taraflar arasındaki yakınlığın belirleyici etkisi nedeniyle tartışmaların odağına oturmaktadır (Cooke vd., 1998; Desrochers, 2001; Shaw ve Gilly, 2000). Yine endüstriyel kümelenmeler, bölgesel uzmanlaşmalar, mekânsal ekonomik yığılmalar ile artan küresel hareketliliğe karşın coğrafi yoğunlaşmaların ve seçiciliğin artışı da coğrafi yakınlığı önemli bir tartışma konusu haline getirmektedir (Markusen, 1996; Morgan, 2004; Porter, 1998; Torre ve Rallet, 2005). Tüm bu yeni gelişmeleri neo-klasik iktisadın metodolojik araçlarıyla açıklamaya çalışan iktisat kuramının da mekâna dönüş kapsamında yakınlığı ve mesafeyi konu edinmesi ise bir diğer önemli etken olarak sıralanmalıdır (Kaygalak, 2020a). Denilebilir ki yakınlık ile ilgili çalışmaların çoğu mekân ekonomi teorisine inovasyon, dışsallıklar ve yerleşme üzerinden dâhil etmeye çalışmaktadır (Shaw ve Gilly, 2000).

Değişik disiplinlerce farklı konularla bağlantılı olarak kullanılıyor ve konuşuluyor oluşu, yakınlık kavramını belirsiz ve karmaşık hale getirmektedir. Oysa gerçekte gündelik dilde yalın ve açık bir anlama sahip olup çoğunlukla mesafe kavramıyla özdeşleştirilmektedir. Ancak kültürel ve sosyal olgularla bağlantılı olarak düşünüldüğünde artık göreceli bir anlama sahip olmakta ve bu açıklık ile yalınlık ortadan kaybolmaktadır (Vissers ve Dankbaar, 2013: 715). Fenomenolojik açıklamalara konu olan kültürel ve sosyal durumlarla ilişkilendirildiğinde yakınlık bağlam bağımlı bir karakter kazanmakta ve değişik anlamlar taşıyabilmektedir (Brennan ve Martin, 2012). Söz gelimi öğrenme dışsallıkları ile bağlantılı olarak konuşulduğunda öğrenmeyi ve öğrenmenin yüz yüze olan etkisini mümkün kılan coğrafi mekân olarak düşünülür. Buna karşın yenilikçi süreçlerle bağlantılı olarak düşünüldüğünde kimi zaman yenilikçi bilginin üretimini ve yayılımını sağlayan işbirliğini mümkün kılan coğrafi alan ya da mesafe olarak düşünülür. Kimi zaman ise yenilikçi mekanizmaları mümkün kılan kültürel ve sosyal etkileşimi sağlayan ortak yaşam alanı ya da ortam olarak da düşünülmektedir. Yaygın anlamıyla ekonomik faaliyetler ya da inovasyon faaliyetleri sırasında kişiler, firmalar, bölgeler, örgütler, yerellikler ve diğer aktörler arasındaki etkileşimi, iletişimi, işbirliğini, dayanışmayı ve ortak öğrenmeyi mümkün kılan mesafe ve coğrafi ölçek olarak tanımlanmaktadır (Vissers ve Dankbaar, 2013). Ancak fiziksel mesafe anlamının yanı sıra kültürel ve sosyal boyutuyla benzerlik ya da homojenliğe gönderme yapan bir anlama da sahip olabilmektedir. Bu açıdan da çoklu yakınlık türlerinden bahsedilebilmektedir. Anlamının belirsizliği ve yaygın kullanımı nedeniyle yakınlık

kavramına ilişkin zengin bir literatürün varlığından da bahsetmek mümkündür (Altuğ, 2020; Balland vd., 2015; Boschma, 2005; Gertler, 1995; Kaygalak, 2020b; Knobens ve Oerlemans, 2006; Ponds vd., 2007; Shaw ve Gilly, 2000; Vissers ve Dankbaar, 2013; Yavan, 2006).

Yakınlık klasik ekonomik coğrafya çalışmalarında çoğu zaman mutlak mekân olarak kavranmakta ve fiziksel mesafeye eşitlenmiş anlamıyla ele alınmaktadır. Bu haliyle de indirgenmiş bir mekân tasavvuru biçimi olarak görülebilir. Salt fiziksel mesafeye eşitlenen anlamı indirgenmiş mekân kabulüdür çünkü böylesi bir kavrayış, mekânın sosyal ve kültürel boyutunu görmezlikten gelir. Mekânın ontolojik anlamda sosyal ilişkilerle üretilen bir karaktere sahip olduğunu ve toplumsal süreçlerle diyalektik bir ilişki içinde olduğunu göz ardı eder (Cresswell, 2004; Gregory ve Urry, 1985; Lefebvre, 1991; Massey, 2005). Böylesi bir mekân algısı soyutlanmış bir mekânsal form olarak sayısallaştırılabilir ve genel çıkarımlara dayalı analizlere konu edilebilir. Nitekim sayısallaştırılabilir bu soyut karakteri nedeniyle her türlü nicel modellemeye dayalı açıklamaların kaçınılmaz olarak kullandığı mekânsal formu temsil eder. Gerçekçi mekân temsilinden uzak olsa da bu kullanışlılığı yüzünden lokasyon geleneğinden, ekonometriye, bölgesel iktisattan bölge bilimine dek sayısal modellemeler aracılığıyla açıklamalara yönelen disiplinlerin gündeminde yer alan mekân temsilidir (Garretsen ve Martin, 2010; Kaygalak, 2020a).

Yakınlığı salt fiziksel mesafe olarak algılamak aynı zamanda onun dinamik olan karakterini görmezlikten gelmek demektir. Şöyle ki özellikle sosyal fenomenlere ilişkin olarak düşünüldüğünde iki sosyal olgu ya da iki birey arasındaki yakınlık fiziksel mesafe olarak düşünüldüğünde sabit bir durum olarak tanımlanmış olur. Oysa gerçekte sosyal olgular ve bireyler arasındaki yakınlık değişken bir karaktere sahip olup zamansal ve yersel olarak değişebilmektedir. En basit haliyle iki birey arasındaki yakınlık erişilebilirlik anlamında değişken ve dinamiktir. Bu açıdan zamansal ve coğrafi bağlama bağlı olarak değişebilmektedir (Kaygalak, 2020b). Ayrıca fiziksel mesafe üzerinden algılanması yakınlığın göreceli karakterini görmemeye neden olabilir. Yakınlığı fiziksel mesafe olarak düşündüğümüzde aynı birim uzaklığa sahip mesafenin aynı sürtünme etkisi ve gücüne sahip olduğunu kabul ederiz. Doğrusal düşünce ekseninde aynı birim uzaklığın aynı güç ve etkiye sahip olduğunu kabul ederiz. Oysa aynı birim mesafe ya da yakınlık öznel durumlara bağlı olarak farklı güç ve etkiye sahiptir. En basit haliyle aynı birim yakınlık ya da uzaklık bir karınca ile bir insan için aynı değildir (Brennan ve Martin, 2012). Benzer şekilde zamansal olarak aynı birim mesafe ya da uzaklık farklı gelir gruplarından gelen insanlar için aynı olmayabilir. Bu dinamik ve göreceli karakteri yakınlığın diferansiyel bir niteliğe sahip olduğunu göstermektedir.

Tüm bu eleştiriler göz önüne alındığında gerçekçi mekân temsiline uygun bir yakınlık tanımının gereği kendiliğinden belirmektedir. Bu gereklilik nedeniyle son yıllarda ekonomik coğrafyanın gündeminde önemli bir yer edinen yakınlık tartışmaları izlendiğinde iki temel soruna ya da soruya yanıt arandığı ileri sürülebilir. Bunlardan birincisi yakınlığın anlamı ve türleri konusundaki müphemliği aşmanın mümkün olup olmadığı iken ikincisi ise kavramsal düzeydeki açıklayıcı karakterine ek olarak sayısal analizlere de dâhil edilebilecek gerçekçi mekân temsiline uygun yakınlık tanımının mümkün olup olmadığıdır. Bu çalışma, sosyo- mekânsal temsile uygun daha gerçekçi bir yakınlık türünün tanımlanmasının mümkün olduğunu savunmakta ve buna uygun olarak mekânsal analizlerde kullanılabilecek nicel bir yakınlık indeksi önermektedir. Bu amaç doğrultusunda çalışma

dört alt bölüme ayrılmıştır. Takip eden bölümde gerçekçi bir coğrafi yakınlık tanımının gereği üzerinde durulmaktadır. Üçüncü bölümde ise önerilen coğrafi yakınlık indeksinin veri ve yöntemi tanıtılmaktadır. Sonuç ve tartışma bölümünde genel bulgular ve öneriler sunulmaktadır.

## 2. Amaç ve Kapsam

Coğrafyanın temel kavramlarından biri olan yakınlık kavramı özellikle ekonomik coğrafyanın geçmişten beri açıklayıcı temel parametrelerinden biri olarak kullanılmaktadır. Temelde fiziksel mesafe olarak düşünülen yakınlığın (ya da uzaklığın) ekonomik faaliyetin maliyeti, verimliliği, talep ve piyasa koşulları üzerinde etkili olduğu varsayılarak önemsenir. Öyle ki ekonomik coğrafyanın, bölgesel iktisadın, bölge biliminin, sanayi ekonomisinin ve coğrafi iktisadın kuramsal çıkış noktasını temsil eden temel teorik çerçevelerden biri olan Alman Lokasyon geleneğinin dayandığı temel mantık da budur. Bu mantık, en güzel ifade biçimini Tobler'in (1970: 236) "*Her şey birbiriyle bağlantılıdır ancak yakın olanlar uzak olanlara göre birbiriyle daha fazla bağlantılıdır*" sözünde bulmaktadır. Buna göre mekân ya da coğrafya fiziksel mesafe ve uzaklık olarak düşünülmekte, mesafenin birim değerindeki değişim ile bağlantılı olduğu kategorinin birim değerindeki değişme arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Yakınlık, bu değişimin ilişkinin yönüne göre daha fazla ya da daha az gerçekleştiği bir boyut olarak önemli bir açıklayıcı kategori olarak göz önüne alınmalıdır. Dolayısıyla mekân, coğrafya, uzaklık ve yakınlık kavramları birbirine eşitlenmiş halde fiziksel mesafeye indirgenerek göz önüne alınır (Barnes, 2011; Martin, 1999; Sheppard, 1995). Coğrafyacılar açısından temel analitik kavramlar olan mekânsal dağılım, mekânsal yayılma, mekânsal kümelenme, mekânsal yoğunlaşma, mekânsal akışlar ve bölgesel yakınsama ya da ıraksama gibi süreçlerin hepsinin ardında yakınlığın bu mantığı yatmaktadır. Bu yüzden coğrafyacılar açısından yakınlık, disiplinler anlamda ayırt edici kategorik kavramlardan biridir. Genel istatistik analizlerinde, mekânsal istatistik analizi tekniklerinde, ekonometrik denklemlerde ve her türlü sayısal modellerde mekân ya da coğrafya aslında yakınlığın bu mantığı ile işleme konulmaktadır (Kaygalak, 2020a).

Son yıllarda ise kuramsal ve yöntemsel bir takım yeni gelişmeler nedeniyle yakınlığa ilişkin tartışmalar daha da artmaktadır. Özellikle ekonomik coğrafya altında inovasyon coğrafyasının alt bir alan olarak belirmesi ve inovasyon çalışmalarında coğrafi yakınlığın önemli bir açıklayıcı parametre olarak konuşulması bunların başında gelmektedir. Yine iktisat kuramında "mekânsal dönüşüm" yaşanması da bir başka kuramsal etki olarak lanse edilebilir. Yenilikçi bilginin üretimi, yayılımı, transferi ve inovasyona kaynaklık eden öğrenme süreç ve dinamiklerinin mekânla olan ilişkisi incelendikçe yakınlığın önemli bir açıklayıcı parametre olarak ön plana çıkarıldığı söylenilebilir (Malmberg ve Maskell, 2010). Dahası öğrenme ve inovasyon süreçlerinde yakınlık türlerinin hangisinin daha önemli olduğu ayrı bir araştırma alanı olarak gündeme oturmuş durumdadır (Gertler, 2003; Malmberg ve Maskell, 2010). Metodolojik açıdan ise başta Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) teknikleri olmak üzere mekânsal analiz ve coğrafi istatistik tekniklerinin gelişmesi yakınlık kavramını ön plana çıkararak faktörler olarak lanse edilebilir. Hem kuramsal açıdan hem de metodolojik açıdan coğrafi yakınlığın önemli bir parametre olarak ön plana çıkışıyla beraber yakınlığın tanımlanma biçimi ve yakınlık türlerinin önemi konusu da yeni bir tartışma konusu olarak ortaya çıkmıştır.

Bu bağlamda ekonomik coğrafya literatüründe farklı yakınlık türlerinden bahsedilebilmektedir (Boschma, 2005). Bunlardan biri olan bilişsel yakınlık, aktörlerin zihin şemaları ve bilgi yapıları itibarıyla birbirine olan benzerliğini ifade etmektedir (Boschma, 2005; Nooteboom, 1999). Organizasyonel yakınlık ise daha çok farklı organların ve kuruluşların arasındaki örgütlenme biçimine gönderme yapan ve benzer örgütsel yapıya sahip olmayı anlatan bir kavramdır (Knoben ve Oerlemans, 2006; Ponds vd., 2007). Buna karşın örgütlerin, kişilerin, firmaların ve her türlü aktörün içinde bulunduğu formal ve informal kurallar ile değer yargılarından oluşan ortamı anlatan kurumsal yapı itibarıyla olan benzerlik ise kurumsal yakınlık olarak adlandırılır. Ortak yaşam biçiminden kaynaklanan alışkanlıklar ve yatkınlıkları da içeren kurumsal yakınlık, çoğunlukla kültürel yakınlık ile özdeş tutulabilmektedir (Gertler, 1995; Martin, 2000). Sosyal yakınlık ise çoğunlukla kişisel işbirliği, dayanışma, sosyal ağlar ve sosyal etkileşim sonucu beliren tanışıklığı ve bilinirliği ifade eden yakınlık türüdür (Boschma, 2005; Breschi ve Lissoni, 2009). Coğrafi yakınlık ise mesafe kavramına indirgenmiş halde düşünülmekte ve bütün bu yakınlık türlerini de etkileyen boyut olarak ön plana çıkarılmaktadır. Diğer yakınlık türlerini biçimlendiren ve etkileyen boyutu nedeniyle coğrafi yakınlığın bilgi üretimi, yayılımı ve transferi ile öğrenme süreçleri, işbirliği düzeyi, bölgesel etkileşim biçimleri gibi değişik süreçlerdeki etkisi inovasyon çalışmalarının temel araştırma konularından biri olmaktadır.

Kavramsal düzeyde coğrafi yakınlık kavramını tartışmak ve farklı biçimlerde ifade etmek mümkündür. Söz gelimi Fransız yakınlık okulu (The French Proximity School) coğrafi yakınlığı seyahat zamanı biçiminde ifade etmekte; iki ünite, olgu, bölge, aktör arasındaki mesafeyi kilometre cinsinden uzaklık yerine zamansal mesafe biçiminde tanımlamayı önermektedir (Shaw ve Gilly, 2000; Vissers ve Dankbaar, 2013). Coğrafi yakınlığın çoğunlukla fiziksel mesafe cinsinden kilometre uzaklık ya da zamansal mesafe biçiminde tanımlanmasının ardında yatan temel mantık bu tür tanımlanma biçimlerinin sayısallaştırılabilmesidir. Özellikle sayısal analizlere ya da denklemlere dâhil etmek istediğimizde mekân ya da coğrafi yakınlığı sayısal bir formda ifade etmeye ihtiyaç duyarız. O yüzden nicel bir kategori halinde temsil edilebilecek mekânsal form olarak yakınlık tanımlamaya ihtiyaç duyarız. Mekânsal istatistik analizi tekniklerine dayanan her tür sayısal analizde mekân ya da coğrafi yakınlık bu yüzden metrik uzaklık, zamansal uzaklık, alansal büyüklük ve genişliğin yanı sıra komşuluk, bitişiklik ve sınırdaşlık gibi geometrik formu üzerinden tanımlanır.

Coğrafyacılar, mekânın rolünün böylesi bir formdaki yakınlık üzerinden tanımlanmasının eksik ya da hatalı bir mekân temsiline yol açtığını savunmaktadırlar (Barnes, 2011; Massey, 2005; Sheppard, 1995). Massey (2005, s. 91) “mekân salt mesafeye ya da uzaklığa indirgenebilir değildir” diyerek buna itiraz etmektedir. Çünkü gerçekçi bir mekân temsili, mekânın sosyal ilişkilerle örülen karakterini göz önüne alan bir temsil biçimi olmalıdır. Ontolojik anlamda mekân, salt Öklid geometrisi temelinde kavranan bir mutlak mekân olmayıp, sosyal ilişkilerle üretilen bir sosyal varlık olarak algılanmaktadır (Kaygalak, 2020a; Tekeli, 1979). Sosyo- mekân şeklinde adlandırılacak bu ontolojik karakteri, mekânın sosyal boyutunu dışlayan her temsilin eksik ya da hatalı bir temsil biçimi olmasına neden olmaktadır. Üstelik metrik uzaklığa indirgenmiş bir mekân tarifi yakınlığın dinamik ve devingen karakterini de göz ardı eder. Şöyle ki iki bölge ya da coğrafi ünite arasındaki yakınlık, mesafe üzerinden tanımlandığında sabittir. Ancak gerçekte coğrafi üniteler arası ilişkinin değişimi bu

yakınlığın da değişimine neden olur. Söz gelimi coğrafi üniteler arası bilgi ağları ile yakınlık türleri arasında ortak ve eş süreçli bir evrimden bahsedilebilir (Balland vd., 2015).

Kaldı ki günümüzün akışlar dünyasında yerler, bölgeler, aktörler ve coğrafi üniteler arası ilişkiler, çoğunlukla yüzeysel yayılmayla ve onun alansal temsiliyle özdeşleşmeyen bir biçimde gerçekleşmektedir (Castell, 2013). Ulaşım ve iletişim teknolojilerinin gelişimi üniteler ve aktörler arası yakınlığı alansal temsil üzerinden değil, aralarındaki ilişkiyi gösteren ağsal temsil üzerinden düşünmeyi gerektirmektedir. Bölgeler, örgütler, lokasyonlar, bireyler, firmalar, kuruluşlar ve aktörler ağ üzerindeki birer düğüm ya da bağlantı noktası olup onların arasındaki akışlar ve etkileşim aynı zamanda onların yakınlığını belirleyen bir faktördür. Bu açıdan ağ toplumunda yakınlık, fiziksel mesafe gibi donuk ve sabit bir değişken değil; ilişkisel olarak sürekli yeniden üretilen dinamik ve devingen bir boyuttur. Aktörler ve yerler arası ilişkilerin devingenliği yakınlığın da devinimini ve evrimini yaratmaktadır. Aktörlerin ve yerlerin ağ üzerindeki konumunun değişmesi de yine yakınlığın sürekli değişimine neden olur. Bu anlamda öğrenme, kurumsallaşma, bütünleşme, yoğunlaşma, yığılma, göç ve her türlü sosyo- mekânsal süreç, düğümler arası yakınlığın değişimine neden olur (Balland vd., 2015).

Öte yandan yukarıda değinilen yakınlık türlerinin birbiriyle olan ilişkisi de önemli bir faktör olarak göz önüne alınmalıdır. Şöyle ki belli bir yakınlık türündeki değişim çoğu zaman kaçınılmaz olarak diğer yakınlık türleri üzerinde de işleyen bir etki yaratır. Söz gelimi iki aktör arasındaki sosyal yakınlığın değişimi kaçınılmaz olarak bilişsel yakınlıkta da bir değişim yaratır. Ya da iki firma arasındaki organizasyonel yakınlaşma aynı zamanda kurumsal yakınlaşmaya da zemin hazırlar. Benzer şekilde coğrafi yakınlığın değişimi de diğer yakınlık türlerine nüfuz eden bir etki yaratır. Yakınlık türleri arasındaki bu ilişkisellik, onlar arasında bir önceliklendirmeyi anlamsız kılsa da ele alınan faktöre göre farklı yakınlığın rollerini göz önüne almak gerektiğini hatırlatmaktadır.

Tüm bu değerlendirmeler ışığında özetleyecek olursak mekânsal istatistik analizlerinde ve sayısal modelleme yöntemlerinde coğrafya ya da mekân çoğunlukla geometrik formu ve topolojik konumu itibarıyla analizlere dâhil edilmektedir. Kentler, bölgeler, yerleşmeler, elementler, aktörler ve ele alınan her bir öğenin birbirine olan uzaklığı ve konumu üzerinden yapılan bu analizlerde sosyal nitelik dışarıda bırakılmaktadır. Oysa coğrafi ünitelerin ya da unsurların sosyal karakterlerini de içeren bir mekânsal temsil daha gerçekçi bir temsile yakınlaşmamızı sağlayabilir. Özellikle söz konusu mekânsal analiz daha çok kent, bölge, il, ülke gibi yerleşme üniteleri üzerinden yapılıyorsa bu daha mümkün ve anlamlı olabilmektedir. Bu amaçla salt mesafe anlamındaki coğrafi yakınlık yerine sosyo-mekânsal yakınlık indeksinin kullanımı mümkündür.

### **3. Yöntem ve Veri**

Demografik anlamda iller arası bağlantısallık düzeyi açısından ilk bakılabilecek parametrelerden biri bu bağlantısallığın zamansal olarak nasıl değiştiğidir. Yukarıda da değinildiği gibi bu açıdan en yaygın olarak kullanılacak sosyal ağ analizi ölçütü ağ yoğunluğu derecesidir. Ağın genel yoğunluk derecesi ağın seyrek ya da sık yapıda olup olmadığını gösteren bir istatistik olup değişik şekillerde hesaplanabilmektedir.



Sosyo- mekân anlayışına uygun bir yakınlık tanımı mekânın fiziksel yönü kadar sosyal boyutunu da içeren bir niteliğe sahip olmalıdır. Özellikle coğrafi üniteler arası yakınlık söz konusu olduğunda fizik biliminden yapılan analogilerden hareketle çekim modelleri üzerinden bir yakınlık tanımı yapmak mümkündür. Geçmişten beri mekân bilimlerinde yaygın bir şekilde başvurulmuş çekim modelleri yerleşmeler arası akışın ve etkileşimin fiziksel mesafeye ve kütleyle bağlı olarak nasıl değiştiğini ortaya koymaktadırlar. Çekim modellerinin temel mantığı coğrafi üniteler arası etkileşimin ya da akışın ünitelerin nüfuslarıyla doğru orantılı fakat aralarındaki mesafe ile ters orantılı olduğu fikrine dayanmaktadır. En yalın haliyle iki coğrafi birim arasındaki etkileşimi açıklayan çekim modeli aşağıdaki şekilde formüle edilebilir:

$$F_{ij} = G \frac{P_i \cdot P_j}{D_{ij}^2}$$

Formülde  $F_{ij}$   $i$  ve  $j$  yerleşmeleri arasındaki etkileşim ya da akış düzeyi olmak üzere,  $P_i$   $i$  yerleşmesinin toplam nüfusunu,  $P_j$   $j$  yerleşmesinin nüfusunu,  $D_{ij}$   $i$  ve  $j$  yerleşmeleri arasındaki mesafeyi,  $G$  ise çekim oranı sabitini göstermektedir. Mekân bilimlerinde ve iktisatta bölgeler arası ekonomik akışı ve etkileşimi hesaplamada kullanılan bu kütle çekim modeli, coğrafi üniteler arası ulaşım, iletişim ve her türlü etkileşimi hesaplamak için de kullanılabilir (Koroğlu ve Armatlı-Koroğlu, 2014). Kütle çekim modelinde nüfusun da denkleme sokulmuş olması mekânın sosyal karakterini bir ölçüde dikkate almış olmak demektir. Ancak CBS ve mekânsal istatistik analizi programlarının kullanımına uygun bir forma sahip olmadığı için bu tür programlarca kullanılamamaktadır. Çünkü bu tür programlar yakınlığı metrik uzaklık, alansal genişlik, komşuluk, sınırdaşlık ya da bitişiklik gibi sayısallaştırılabilir geometrik nitelikler üzerinden tanımlamaktadırlar. Bir başka deyişle programdaki altlık harita içindeki konumları üzerinden coğrafi üniteler arası yakınlık tanımlanmaktadır. Her ne kadar çekim modeli sayısal olarak ifade edilse de mekânsal istatistik analizi yapan yazılımların kullandığı coğrafi yakınlık indeksi formuna dönüştürülmeden kullanılması mümkün olamamaktadır. Bu yüzden kütle çekim formülünden hareketle yakınlık indeksi tanımlamada iki temel sorunla karşılaşmaktadır.

Bunlardan birincisi  $G$  çekim oranı sabitinin nasıl tanımlanacağı üzerinedir. İkincisi ise belirlenen yakınlık indeksinin söz konusu programların kullanabileceği forma dönüştürülmesidir. Birinci soruna ilişkin çözüm önerimiz bu çekim oranı sabitinin yerleşmeler arası nüfus alış verişi ya da göç üzerinden tanımlanabileceğidir. Normalde kütle çekim formülünde coğrafi ünitelerin toplam nüfusu işleme konulduğu için ünitelerin nüfus miktarıyla doğru orantılı bir sonuç elde edilmektedir. Oysa iki coğrafi ünite arasındaki etkileşim o ünitelerin toplam nüfusu aracılığıyla değil, nüfusun belli bir bölümü aracılığıyla gerçekleşmektedir. Bu yüzden iki yerleşme ünitesinin birbirlerinden alıp verdikleri nüfus miktarlarının işleme konulması daha gerçekçi bir sonuç elde edilmesini sağlayacaktır. Tüm Türkiye için böylesi bir çabaya girişildiğinde illerin birbirlerinden alıp verdikleri nüfus bu açıdan en kullanışlı veri olmaktadır. Bu yüzden iller itibarıyla doğum yerine göre nüfusun dağılışı illerin birbirleriyle olan ilişkisinin göstergesi olarak alınabilir.

Türkiye'deki 81 ilin doğum yeri itibarıyla (2010 yılı için ikamet edilen ile göre nüfusa kayıtlı olunan nüfus itibarıyla) birbirlerinden ne kadar nüfus alıp verdiğini gösteren 81 X 81 vektörlü matris sosyal ağ analizi tekniklerinden olan merkezilik ölçütleriyle incelenerek söz konusu  $G$  değeri her bir il

için ayrı ayrı elde edilebilir. Böylesi bir matris ağırlıklandırılmış bir matris olup buradaki sütunlar bir ilin diğer illerden aldığı nüfusu, satırlar ise verdiği nüfusu göstermektedir. Sosyal ağ analizi kapsamında bir düğümün (burada ilin) tüm ağ içindeki bağlantısallık düzeyi o düğüme gelen bağlantı (indegree) ve o düğümden giden bağlantıların (outdegree) sayısına bağlıdır (Hanneman ve Riddle, 2016). Ancak doğum yeri tablosu ağırlıklandırılmış bir matris olduğundan bir ilin tüm illerle olan bağlantısallık düzeyi şu şekilde formüle edilebilir (Barrat vd, 2004; Opsahl vd., 2010):

$$s_i = C_D^W(i) \sum_k^N W_{ik}$$

Burada  $w$  söz konusu ağırlıklandırılmış matris olmak üzere  $w_{ik}$   $i$  ve  $k$  illerinin birbirlerine alıp verdikleri nüfus miktarını göstermektedir.  $i$  ve  $k$  illeri arası bağlantısallık düzeyi hem  $i$ 'den  $k$ 'ya giden nüfus hem de  $k$ 'dan  $i$ 'ye giden nüfusa bağlıdır. Bu şekilde  $i$  ilinin diğer tüm illerle olan gelen bağlantı ve giden bağlantı toplamalarının ortalaması onun ülke mekânındaki genel bağlantısallık düzeyini verir. Bu değer  $i$  iline ait  $G$  değeri olarak kullanılıp birinci formülde yerine konulabilir.

Bu çalışmada Ucinet ve NetDraw yazılımları kullanılarak söz konusu  $G$  değeri 1990, 2000, 2010 ve 2020 yılları için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bu yazılımlardan özellikle Ucinet, sosyal ağ analizinin merkezilik ölçütlerinden biri olan E-I değerini hem gelen bağlantı hem de giden bağlantıların toplamı üzerinden hesaplamaktadır. Bu yüzden söz konusu matrisin Ucinet yazılımı ile analizi sonucunda her ille ait olan E-I değeri  $G$  değeri olarak alınmıştır. İllerin birbirlerinden alıp verdikleri nüfus itibarıyla bağlantısallık düzeyi de kısa vadede pek değişmediği için onar yıllık aralıklarla analizin yapılması uygun görülmüştür. Söz konusu yıllara ait her bir ilin ülke mekânındaki bağlantısallık değerini gösteren  $G$  değerleri tablosu aşağıda sunulmaktadır (Çizelge 1). Söz konusu değerlerin genel yorumu ve yöntemin ayrıntılı açıklaması için Kaygalak, 2020b ve 2022'ye bakılabilir.

**Çizelge 1.** Ele alınan yıllar itibarıyla illerin  $G$  değerlerine göre sıralaması

Sıra	İller	1990	İller	2000	İller	2010	İller	2020
1	İstanbul	0,272	İstanbul	0,219	İstanbul	0,134	İstanbul	0,229
2	Ankara	0,216	Ankara	0,155	Ankara	0,112	Ankara	0,136
3	İzmir	0,154	İzmir	0,111	İzmir	0,085	İzmir	0,084
4	Kocaeli	0,144	Kocaeli	0,106	Kocaeli	0,084	Kocaeli	0,076
5	Adana	0,124	Yalova	0,096	Adana	0,077	Adana	0,070
6	Erzurum	0,112	Adana	0,089	Erzurum	0,073	Samsun	0,069
7	Bursa	0,107	Bursa	0,089	İçel	0,071	Bursa	0,068
8	Konya	0,106	Erzurum	0,085	Tekirdağ	0,069	Erzurum	0,067
9	Trabzon	0,103	Trabzon	0,078	Konya	0,069	Yalova	0,067
10	İçel	0,102	İçel	0,076	Yalova	0,068	Tekirdağ	0,066
11	Eskişehir	0,102	Tekirdağ	0,076	Bursa	0,068	Antalya	0,064
12	Kars	0,102	Samsun	0,076	Samsun	0,066	Konya	0,063
13	Samsun	0,096	Eskişehir	0,074	Trabzon	0,065	İçel	0,062
14	Tekirdağ	0,094	Konya	0,074	Antalya	0,065	Eskişehir	0,062
15	Sivas	0,093	Antalya	0,072	Sivas	0,061	Gaziantep	0,059
16	Diyarbakır	0,089	Diyarbakır	0,069	Diyarbakır	0,061	Kayseri	0,058
17	Manisa	0,088	Sivas	0,063	Kayseri	0,061	Trabzon	0,058
18	Antalya	0,088	Gaziantep	0,063	Gaziantep	0,060	Diyarbakır	0,056
19	Aydın	0,087	Aydın	0,063	Eskişehir	0,059	Bilecik	0,052
20	Sakarya	0,085	Sakarya	0,063	Bilecik	0,054	Balıkesir	0,051
21	Balıkesir	0,084	Kayseri	0,062	Manisa	0,053	Muğla	0,050
22	Kayseri	0,083	Manisa	0,062	Şanlıurfa	0,053	Ağrı	0,048

23	Mardin	0,082	Balıkesir	0,060	Yozgat	0,052	Sakarya	0,048
24	Kırklareli	0,080	Tunceli	0,060	Malatya	0,052	Sivas	0,048
25	Elazığ	0,079	Bilecik	0,059	Mardin	0,049	Aydın	0,048
26	Erzincan	0,079	Kars	0,057	Balıkesir	0,049	Şanlıurfa	0,048
27	Malatya	0,076	Zonguldak	0,056	Aydın	0,049	Elazığ	0,048
28	Bilecik	0,076	Şanlıurfa	0,056	Afyon	0,048	Manisa	0,047
29	Afyon	0,075	Kırklareli	0,055	Karabük	0,048	Zonguldak	0,047
30	Zonguldak	0,073	Elazığ	0,054	Kırşehir	0,047	Yozgat	0,047
31	Şanlıurfa	0,070	Kahramanmaraş	0,054	Kahramanmaraş	0,047	Malatya	0,046
32	Edirne	0,070	Malatya	0,054	Elazığ	0,047	Van	0,045
33	Denizli	0,069	Muğla	0,053	Ağrı	0,047	Afyon	0,045
34	Yozgat	0,069	Edirne	0,053	Kırıkkale	0,046	Kahramanmaraş	0,045
35	Gaziantep	0,068	Yozgat	0,053	Osmaniye	0,046	Kırşehir	0,044
36	Bolu	0,068	Afyon	0,053	Çorum	0,046	Kırklareli	0,044
37	Siirt	0,066	Mardin	0,052	Zonguldak	0,045	Tokat	0,043
38	Kırşehir	0,065	Erzincan	0,052	Muğla	0,045	Erzincan	0,043
39	Ağrı	0,065	Ağrı	0,051	Sakarya	0,045	Denizli	0,042
40	Ordu	0,065	Ordu	0,050	Erzincan	0,044	Karabük	0,042
41	Muğla	0,064	Denizli	0,050	Tokat	0,043	Osmaniye	0,042
42	Tunceli	0,063	Hatay	0,049	Ordu	0,043	Mardin	0,042
43	Amasya	0,063	Bolu	0,048	Isparta	0,043	Çorum	0,041
44	Tokat	0,062	Kırşehir	0,048	Kastamonu	0,042	Tunceli	0,041
45	Batman	0,060	Karabük	0,048	Hatay	0,042	Kırıkkale	0,041
46	Isparta	0,060	Osmaniye	0,048	Kars	0,041	Çanakkale	0,041
47	Kırıkkale	0,059	Amasya	0,047	Denizli	0,041	Ordu	0,041
48	Çorum	0,059	Çorum	0,046	Kırklareli	0,040	Amasya	0,041
49	Hatay	0,059	Tokat	0,045	Amasya	0,040	Edirne	0,040
50	Giresun	0,058	Düzce	0,045	Edirne	0,039	Hatay	0,040
51	Çanakkale	0,058	Kırıkkale	0,045	Kütahya	0,038	Gümüşhane	0,040
52	Kahramanmaraş	0,058	Rize	0,045	Van	0,037	Kastamonu	0,039
53	Çankırı	0,057	Siirt	0,045	Muş	0,037	Kars	0,039
54	Artvin	0,057	Van	0,044	Bolu	0,037	Bolu	0,039
55	Rize	0,057	Isparta	0,044	Giresun	0,036	Rize	0,038
56	Muş	0,057	Çanakkale	0,043	Siirt	0,036	Düzce	0,038
67	Van	0,056	Artvin	0,042	Batman	0,036	Isparta	0,038
68	Kütahya	0,055	Kastamonu	0,042	Çankırı	0,035	Giresun	0,038
69	Gümüşhane	0,055	Kütahya	0,042	Çanakkale	0,035	Çankırı	0,037
60	Burdur	0,052	Giresun	0,041	Adıyaman	0,034	Muş	0,037
61	Bitlis	0,051	Çankırı	0,041	Rize	0,034	Kütahya	0,037
62	Nevşehir	0,050	Nevşehir	0,040	Tunceli	0,034	Nevşehir	0,036
63	Kastamonu	0,050	Muş	0,039	Gümüşhane	0,033	Batman	0,036
64	Uşak	0,050	Adıyaman	0,039	Düzce	0,032	Burdur	0,035
65	Adıyaman	0,047	Batman	0,039	Nevşehir	0,032	Artvin	0,034
66	Niğde	0,046	Gümüşhane	0,037	Niğde	0,032	Sinop	0,034
67	Bingöl	0,043	Bitlis	0,036	Bitlis	0,032	Adıyaman	0,034
68	Sinop	0,042	Niğde	0,036	Burdur	0,031	Niğde	0,033
69	Bayburt	0,039	Ardahan	0,035	Artvin	0,030	Siirt	0,033
70	Hakkâri	0,037	Burdur	0,035	Sinop	0,029	Bitlis	0,033
71	Şırnak	0,036	Şırnak	0,035	Uşak	0,029	Bayburt	0,032
72	Karaman	0,036	Uşak	0,034	Bartın	0,027	Kilis	0,030
73	Aksaray	0,029	Bingöl	0,033	Bingöl	0,027	Uşak	0,030
74	Ardahan	0	Sinop	0,033	Ardahan	0,026	Karaman	0,029
75	Bartın	0	Bartın	0,030	Aksaray	0,026	Aksaray	0,029
76	Düzce	0	Karaman	0,029	Karaman	0,026	Bartın	0,029
77	İğdır	0	Kilis	0,028	Şırnak	0,025	Ardahan	0,028
78	Karabük	0	Bayburt	0,028	Bayburt	0,024	Bingöl	0,027
79	Kilis	0	İğdır	0,028	Kilis	0,023	İğdır	0,026
80	Osmaniye	0	Aksaray	0,026	İğdır	0,022	Şırnak	0,025
81	Yalova	0	Hakkâri	0,025	Hakkâri	0,014	Hakkâri	0,020

Söz konusu çizelgedeki G değerleri kullanılarak kütle çekim formülü ile her bir ilin diğer illerle nüfus alış verişi üzerinden doğan bağlantısallık düzeyi yani yakınlığı da tanımlanabilir. Bir örnek olarak 2020 yılı için Ankara ile Bingöl arasındaki yakınlığı hesaplamak istediğimizde; Ankara'daki Bingöl doğumlu nüfus miktarı 5581 kişi iken Bingöl'deki Ankara doğumlu kişi sayısı 1107 kişidir. Ancak 2020 yılı için her iki ilin G değeri farklı olduğundan bunların bağlantısallık değerleri olan  $F_{ij}$  değeri de değişmektedir. Ankara için söz konusu değeri hesaplamak istediğimizde;

$$F_{ij} = G \frac{P_i \cdot P_j}{D_{ij}^2} = 0.136 \frac{5.663.322 * 271.768}{916^2} = 249.470$$

sonucu bulunur. Ankara'nın Bingöl ili ile olan demografik bağıntı ifade eden bu 249.470 sonucu nominal bir değer olarak pek bir şey ifade etmemektedir. Ancak Ankara'nın diğer 79 il ile olan bağlantısını da bu şekilde tek tek hesapladıktan sonra bu değer normalize edilmiş haliyle anlamlı bir sonuca dönüştürülebilir. Şöyle ki Ankara'nın Türkiye'deki 80 ilin her biri ile olan demografik bağlantısını ifade eden  $F_{ij}$  değeri bu şekilde hesaplandıktan sonra elde edilen 80 sonucun standardize edilmesi gerekir. Bunun için tüm sonuçların zed değeri hesaplanarak Ankara'nın her bir il ile olan demografik yakınlığı ya da bağlantısallığı standardize bir değer biçiminde ifade edilmiş olur. Buna göre  $X$  bir ilin Ankara ile olan bağlantısallığının nominal değeri,  $\mu$  tüm illerin Ankara ile olan nominal bağlantısallıklarının ortalaması ve  $\sigma$  bu bağlantısallığın standart sapması olmak üzere;

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

formülü ile tüm illerin Ankara ile olan demografik bağlantısallık düzeyini gösteren nominal değerler standardize edilmiş olur. Böylece kütle çekim formülünün sonuçları Zed değerleri tablosu haline dönüştürülmüş olur. Aynı işlemi her bir il için ayrı ayrı yaparak tüm Türkiye'deki illerin diğer illerle olan demografik bağlantısallığı Zed değerleri halinde tablolaştırılabilir. Bu tabloda pozitif yönlü değerler iller arasında demografik açıdan bir bağlantısallığın ve dolayısıyla yakınlığın olduğunu gösterirken negatif değerler bağlantısallığın az olduğuna işaret etmektedir.

#### 4. Bulgular

##### 4.1. Coğrafi Yakınlık İndeksinin Nitelikleri ve Kullanımı Üzerine

Bu çalışma Türkiye'de illerin birbirlerinden alıp verdikleri nüfus itibarıyla yani demografik yapı itibarıyla birbirleriyle ne kadar ilintili olduklarını ortaya koydu. İllerin nüfus hareketliliği üzerinden doğan ve demografik bağlantısallık olarak adlandırdığımız bu ilişkisellik, yerleşmeler arası hiyerarşik yapıdan ekonomik fonksiyonlara değin uzatılabilecek çok sayıdaki sosyo-kültürel ve ekonomik durumun yansımaları olarak da okunabilir.

Ekte 1990, 2000, 2010 ve 2020 yılları için hesaplanmış ve Zed değerleri biçiminde standardize edilmiş bu yakınlık matrisleri görülebilir. Bu yakınlık matrislerine bakılarak hangi ilin hangi ille demografik bağlantısallık açısından daha yakın olduğu görülebilir. Dolayısıyla bir ilin nüfus ilişkisi itibarıyla en bağlantılı olduğu illerin sıralaması çıkarılabilir. Nitekim Ankara'nın ele alınan yıllarda diğer illerle nüfus alış verişi üzerinden doğan bağlantısallık ya da yakınlık düzeylerinin Zed değerleri biçimindeki gösterimi Çizelge 2'de sunulmaktadır. Ankara örneğinde olduğu gibi her bir ilin ele alınan

yıllar içindeki konumu bu şekilde çıkarılabilir. Böylece iller arası yakınlık ilişkisi komşuluk, bitişiklik, mesafe ya da sınırdaşlık üzerinden değil de sosyal bir olgu olan demografik ilişki üzerinden tanımlanmış olur. Böylesi bir tablo içinde ülke mekânında iller arası etkileşimin ve ilişkinin evrimi gözlenebilir, bunun gelecekte yönlendireceği etkiler hakkında çıkarımlarda ya da öngörülerde bulunulabilir. Çalışmanın kapsamı dışında olduğu için bunu konu dışında bırakıyor ve böylesi bir yakınlık matrisinin kullanımıyla ilgili ikinci temel soruna geçiyoruz.

**Çizelge 2.** Ankara'nın diğer illerle olan yakınlık değerleri

1990		2000		2010		2020	
İller	Zed değeri	İller	Zed değeri	İller	Zed değeri	İller	Zed değeri
Kırıkkale	8,251	Kırıkkale	6,331	Kırıkkale	8,859	Kırıkkale	8,864
Çankırı	7,030	İstanbul	4,233	Çankırı	8,611	Çankırı	8,651
Konya	5,406	Konya	2,769	Yozgat	7,343	Yozgat	7,569
Bolu	4,639	Çankırı	1,070	Konya	7,229	Kırşehir	7,372
Zonguldak	4,321	Yozgat	0,944	Kırşehir	7,208	Konya	7,327
Kırşehir	4,027	Bursa	0,781	Kastamonu	7,180	Kastamonu	7,318
Kastamonu	3,879	Eskişehir	0,736	Çorum	6,252	Çorum	6,694
Yozgat	3,512	Afyon	0,705	Karabük	5,916	Karabük	6,186
Afyon	2,601	Kayseri	0,511	Aksaray	5,221	Aksaray	5,421
Çorum	2,425	Çorum	0,493	Kayseri	4,936	Kayseri	5,210
Aksaray	2,382	Kocaeli	0,473	Afyon	4,486	Afyon	4,738
Eskişehir	2,134	İzmir	0,437	Samsun	4,066	Samsun	4,426
Kayseri	1,685	Zonguldak	0,333	Bartın	3,851	Bartın	4,219
Sinop	1,351	Sakarya	0,262	Zonguldak	3,775	Zonguldak	3,872
Niğde	1,014	Aksaray	0,244	Bolu	3,678	Tokat	3,839
İstanbul	0,965	Adana	0,224	Sinop	3,544	Sinop	3,782
Kütahya	0,899	Kırşehir	0,210	Tokat	3,384	Bolu	3,720
Bursa	0,896	Bolu	0,204	Eskişehir	3,332	Eskişehir	3,532
Nevşehir	0,892	Samsun	0,172	Amasya	2,952	Amasya	3,313
Uşak	0,882	İçel	0,164	Sivas	2,678	Sivas	3,010
Antalya	0,840	Kütahya	0,140	Niğde	2,613	Niğde	2,733
Samsun	0,776	Kastamonu	0,138	Nevşehir	2,283	Antalya	2,378
Amasya	0,716	Tokat	0,039	Antalya	2,161	Nevşehir	2,354
Karaman	0,658	Düzce	0,025	Erzincan	2,013	Erzincan	2,279
Tokat	0,619	Antalya	-0,006	Uşak	1,881	Uşak	2,035
Bilecik	0,598	Karabük	-0,051	Kütahya	1,813	Kütahya	1,907
Denizli	0,595	Nevşehir	-0,134	Karaman	1,780	Karaman	1,893
Sivas	0,585	Manisa	-0,147	Düzce	1,669	Düzce	1,693
Çanakkale	0,406	Sivas	-0,147	Erzurum	1,194	Erzurum	1,330
Isparta	0,387	Denizli	-0,163	Denizli	1,136	Artvin	1,267
Balıkesir	0,259	Balıkesir	-0,170	İstanbul	1,116	Denizli	1,202
Burdur	0,220	Amasya	-0,210	Isparta	1,109	Isparta	1,149
Sakarya	0,217	Gaziantep	-0,240	Artvin	1,086	İstanbul	1,037
Muğla	0,180	Kahramanmaraş	-0,240	Tunceli	0,837	Tunceli	0,946
Hatay	0,150	Isparta	-0,249	Bursa	0,826	Kars	0,912
Adana	0,092	Niğde	-0,251	Malatya	0,820	Malatya	0,890
Erzincan	0,089	Ordu	-0,259	Bilecik	0,779	Bayburt	0,877
Edirne	0,077	Hatay	-0,272	Burdur	0,763	Bursa	0,856
Tekirdağ	0,063	Aydın	-0,276	Trabzon	0,760	Burdur	0,851
Kocaeli	0,062	Uşak	-0,302	Kars	0,750	Trabzon	0,849
Aydın	0,053	Şanlıurfa	-0,309	Bayburt	0,729	Bilecik	0,812

Kırklareli	0,042	Bartın	-0,310	Hatay	0,638	Ağrı	0,707
Malatya	0,036	Malatya	-0,339	Ağrı	0,608	Hatay	0,661
İçel	0,028	Bilecik	-0,348	Van	0,576	Van	0,644
Kahramanmaraş	-0,032	Muğla	-0,360	Gümüşhane	0,527	Gümüşhane	0,613
Kars	-0,039	Karaman	-0,362	Muğla	0,501	Ardahan	0,609
Ordu	-0,060	Trabzon	-0,364	Ardahan	0,466	Muğla	0,543
Artvin	-0,062	Diyarbakır	-0,372	Balıkesir	0,418	İğdır	0,492
Trabzon	-0,079	Tekirdağ	-0,373	Çanakkale	0,407	Balıkesir	0,459
İzmir	-0,087	Burdur	-0,396	İğdır	0,400	Çanakkale	0,435
Gaziantep	-0,087	Giresun	-0,399	Ordu	0,375	Ordu	0,428
Giresun	-0,091	Osmaniye	-0,404	Elazığ	0,347	Elazığ	0,374
Rize	-0,092	Sinop	-0,405	Hakkâri	0,339	Hakkâri	0,358
Manisa	-0,097	Erzurum	-0,418	Adana	0,278	Adana	0,296
Hakkâri	-0,109	Adıyaman	-0,427	Rize	0,239	Rize	0,283
Adıyaman	-0,109	Çanakkale	-0,434	İçel	0,237	İçel	0,266
Elâzığ	-0,115	Elazığ	-0,439	Şırnak	0,229	Şırnak	0,247
Bayburt	-0,119	Yalova	-0,444	Şanlıurfa	0,212	Muş	0,245
Tunceli	-0,119	Edirne	-0,457	Muş	0,207	Aydın	0,216
Şanlıurfa	-0,121	Mardin	-0,467	Aydın	0,190	Şanlıurfa	0,216
Ağrı	-0,122	Kırklareli	-0,471	Sakarya	0,163	Bingöl	0,185
Gümüşhane	-0,128	Erzincan	-0,473	Kahramanmaraş	0,161	Giresun	0,159
Erzurum	-0,145	Van	-0,482	Bingöl	0,158	Gaziantep	0,159
Mardin	-0,150	Rize	-0,487	Adıyaman	0,157	Kahramanmaraş	0,154
Van	-0,175	Ağrı	-0,494	Gaziantep	0,148	Sakarya	0,151
Şırnak	-0,188	Batman	-0,495	Edirne	0,133	Edirne	0,148
Batman	-0,213	Muş	-0,496	Giresun	0,130	Adıyaman	0,145
Muş	-0,220	Bitlis	-0,508	Osmaniye	0,112	Osmaniye	0,130
Diyarbakır	-0,223	Gümüşhane	-0,508	Kırklareli	0,101	Kırklareli	0,115
Bingöl	-0,240	Bingöl	-0,509	Kocaeli	0,097	Kocaeli	0,106
Bitlis	-0,250	Kars	-0,513	Yalova	0,091	Yalova	0,096
Siirt	-0,254	Şırnak	-0,515	Diyarbakır	0,071	Diyarbakır	0,079
		Kilis	-0,519	Tekirdağ	0,019	Tekirdağ	0,027
		Siirt	-0,519	Mardin	0,004	Bitlis	0,016
		Artvin	-0,521	Bitlis	-0,006	Mardin	0,006
		Bayburt	-0,525	Kilis	-0,011	Kilis	-0,012
		Tunceli	-0,527	Siirt	-0,018	Siirt	-0,012
		Hakkâri	-0,528	Batman	-0,026	Batman	-0,017
		İğdır	-0,529	İzmir	-0,030	İzmir	-0,018
		Ardahan	-0,530	Manisa	-0,082	Manisa	-0,078

Ekte gösterilen yakınlık matrislerinin mekânsal istatistik analizi yapan yazılımlarla kullanılması sorununa gelince: Buradaki temel sorun söz konusu matrislerin ilgili yazılımlarla kullanılabilecek forma dönüştürülmesidir. Bilindiği gibi ağırlık matrisi, analize konu olan ünitelere ait gözlemlenen unsurların mekânsal ilişkisinin ifade biçimidir (Getis ve Aldstadt, 2004: 91). Bir başka deyişle, üniteler ya da incelenen unsurlar arası yersel konumlanmanın biçimini sayısal ifade olarak veren birer tablodurlar. Ağırlık matrisleri, mekânsal otokorelasyonun sorgulandığı her türlü analize dâhil edilmek zorunda olan matrislerdir (Getis, 2009). Söz konusu mekânsal ağırlık matrislerinin elde edilmesine ilişkin yöntemsel tartışmalar 1960'lara kadar geri gitmektedir. Ancak temelde ya incelenen üniteler arası metrik mesafeye ya da ünitelerin topolojik konumlanmasına dayanılarak hazırlanmaktadır. Mekânı ekonometrik modellere dahil etmek için gerekli olan ağırlık matrisi yani  $W$ , üniteler arası uzaklığın ve topolojik ilişkinin sayısal değer olarak tablolaştırılmış halidirler.

Topolojik konumlama üzerinden hesaplanan ağırlık matrislerinde yakınlık 1 ve 0 ikili değerleri ile ifade edilirken mesafe üzerinden hesaplanan ağırlık matrislerinde metrik uzaklık olarak ifade edilmektedir. İncelenen unsurlar arası mekânsal bağıntıyı ya da yersel konumlanmayı sayısal olarak ifade ettiklerinden mekânsal istatistik analizi yapılırken bu ağırlık matrisleri birer dosya eklentisi olarak yazılımların arka planında kaydedilebilmekte ve çalıştırılmaktadır (Ayrıntılı literatür için bakınız Getis, 2009; Griffith, 1996).

Bu çalışmada da iller arası demografik bağlantısallığı gösteren matrislerdeki Zed değerleri birer sayısal veri oldukları için modelleme ve nicel analize dayalı işlemlere zaten uygundur. Bu yüzden buradaki temel sorun yazılımların arka planda kullandıkları dosya ya da eklenti formuna uygun şekilde dönüştürülmeleridir. Bu temelde bir yazılım sorunudur ve eklenti olarak analiz yapan programla entegrasyonla ilgilidir. Ancak bu tür yazılımların mantığını ve yazılım dillerini bilmeyen genel kullanıcı için de hala kullanılabilir. Bunun için yapılması gereken temel şey yazılımların mekânsal istatistik analizi yaparken kullandıkları mesafe ya da komşuluk matrisini yani  $W$ 'yi bizim önerdiğimiz bu matris(ler) ile ikame etmektir.

Söz gelimi çoğu CBS yazılımı mekânsal analiz yaparken objeler/yerler/bölgeler/üniteler vb. arası uzaklığı kilometre cinsinden dikkate alarak yapmaktadır. Bu uzaklığın bilgisinin tutulduğu arka plandaki eklenti dosyası bu matris ile değiştirilebilir. Yani iller arası uzaklık ya da mesafe kilometre cinsinden uzaklık olarak değil de önerilen matristeki zed değerleri olarak tanımlanabilir. Buna karşın CBS ya da mekânsal istatistik yazılımlarında analiz yapılırken kimi zaman da komşuluk, sınırdaşlık ve bitişiklik gibi objelerin geometrik düzlemde birbirlerine göre olan konumları dikkate alınır ve bunlar ağırlık matrisleri olarak birer dosya halinde arka planda kullanılır. Söz gelimi mekânsal istatistik analizi yapan yazılımlardan biri olan GeoDa programında bu komşuluk ilişkisi temas sayısı ve sınırlar açısından örtüşme sayısı üzerinden tanımlanmaktadır. Kimi zaman tek bir temas noktası coğrafi üniteler arasındaki yakınlık ölçütü olarak alınırken, kimi zaman bir kenar düzeyindeki örtüşme ya da temas yakınlık ölçütü olarak alınmaktadır. Bazen de kullanıcının tercihi doğrultusundaki temas sayısı yakınlık kriteri olarak belirlenebilmektedir. Literatürde Queen contiguity ve rook contiguity gibi değişik isimlerle adlandırılan bu ağırlık matrisleri mekânsal istatistik analizinin olmazsa olmazlarıdır.

Kriter değişebilmekle birlikte temel mantık aynı olmaktadır. Her bir coğrafi ünitenin diğer coğrafi ünitelerle olan temas sayısı ya da ortak sınır sayısı bir matris ya da tablo halinde dosya eklentisi olarak arka planda çalıştırılmaktadır. İşte bu ağırlık matrisleri ki birer yakınlık indeksidirler, yerine önerdiğimiz demografik bağlantısallık matrisinin zed değerleri kullanılabilir. Özellikle ülkeler, kentler, bölgeler ve diğer yerleşmeler düzeyinde mekânsal istatistik analizi yapıldığında önerdiğimiz matris çok anlamlı olmaktadır.

Çalışma kapsamında önerilen bu yakınlık matrisleri mekânsal istatistik analizi programlarının yanı sıra sosyal ağ analizi programlarında da kullanılabilir. Özellikle sosyal, bilişsel, örgütsel ve kurumsal yakınlık türlerinin rolü, yerleşme üniteleri düzeyinde analiz edilmek istendiğinde coğrafi bilgi yazılımları ya da mekânsal istatistik analizi yazılımlarına başvurulmaksızın yalnızca sosyal ağ analizi programları kullanılarak bunların rolü test edilebilir. Çünkü yerleşmeler ya da coğrafi üniteler

arası demografik bağıntıyı gösteren önerdiğimiz bu matrisler, sosyal ağ analizi programlarında kullanılan sosyogramların öz nitelik tablosu olarak atanabilmektedir.

#### 4.2. Yakınlık İndeksinin Test Edilmesi Üzerine

Örnek olması açısından bu çalışma kapsamında Türkiye’de 2020 yılında gerçekleşen iller arası ticaret hacminin iller arası fiziksel mesafe, illerin birbirlerine alıp verdikleri nüfus ve bu ikisinin etkisini de içeren önermiş olduğumuz demografik bağlantısallık düzeyi yani coğrafi yakınlık indeksi ile olan ilişkisi sosyal ağ analizi yöntemi ile incelenmiştir. Önerilen indeks test edilmesi için yine Türkiye’deki tüm illeri içeren 81X81 vektörlü bir tablo halinde ifade edilebilecek bir değişken kullanılması gerekmektedir. Çünkü sosyal ağ analizinde korelasyon ya da regresyon analizi yapılabilmesi için simetrik bir ilişkiye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle illerin birbirleriyle alıp verdikleri mal miktarı, iller arası dolaşan bilgi miktarı, telefon trafiği, yolcu ve araç trafiği, turist sayısı vb gibi değişik veriler kullanılabilir. Ancak Türkiye’de iller arası bu tür verilerin kaydı tutulmadığından ya da yayınlanmadığından erişilebilir en sağlıklı ve güvenilir veri olarak geriye iller arası ticaret kalmaktadır. Bu nedenle de çalışmada iller arası ticaret verisi kullanılmıştır. Burada iller arası ticaret hacmi bağımlı değişken diğerleri ise bağımsız değişken olarak atanmıştır. Sosyal ağ analizi yazılımlarından Ucinet ve NetDraw yazılımları kullanılarak yapılan korelasyon ve regresyon analizlerinin sonuçları Çizelge 3 ve Çizelge 4’te gösterilmektedir. Çizelge 3’te görüldüğü gibi iller arası ticaret hacmi ile nüfus ve indeks değişkenleri arasında pozitif yönlü bir korelasyon ilişkisi bulunurken iller arası mesafe ile negatif yönlü bir korelasyon görülmektedir. Bir başka deyişle iller arası uzaklık ya da mesafe arttıkça yapılan ticaret hacmi de düşmektedir. Buna karşın birbirine nüfus alıp veren yani demografik açıdan bağlantılı olan iller arasındaki ticaret hacmi ise artmaktadır.

**Çizelge 3.** İller arası ticaret, nüfus, mesafe ve yakınlık indeksi arasındaki korelasyon katsayıları

Değişkenler	Korelasyon	P değeri	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maksimum
Mesafe*İndeks	-0,487	0,000	0,000	0,020	-0,068	0,086
Ticaret*İndeks	0,423	0,000	0,000	0,030	-0,089	0,122
Ticaret*Mesafe	-0,305	0,000	0,000	0,039	-0,127	0,120
Nüfus*İndeks	0,565	0,000	0,001	0,039	-0,086	0,233
Nüfus*Mesafe	-0,211	0,000	0,000	0,033	-0,101	0,135
Nüfus*Ticaret	0,657	0,000	0,001	0,063	-0,162	0,265

**Çizelge 4.** İller arası ticaret ile mesafe ve yakınlık indeksi arasındaki regresyon analizi sonuçları

Model	R-Square		Adj R-Sqr		P value		Obs		Perms	
	Un-Stdized	Stdized Coef.	P-value	As large	As Small	As Extreme	Perm Avg	Std Err		
İndeks	0,40587	0,35994	0,00050	0,00050	1,00000	0,00050	0,00032	0,04810		
Mesafe	-0,13139	-0,12998	0,00200	0,99900	0,00150	0,00200	-0,00063	0,04421		
Intercept	3,35098	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000		

Çizelge 3’te de görüldüğü gibi nüfus ile önerdiğimiz coğrafi yakınlık indeksi arasında 0.565 gibi yüksek bir korelasyon ortaya çıkmaktadır. İndeksin illerin birbirlerinden alıp verdikleri nüfustan hareketle hazırlanmış olması doğal olarak böyle bir sonuç doğurmaktadır. Nüfus ve indeks



değişkenleri arasında yüksek düzeyde eşdoğrusallık (collinearity) söz konusu olduğu için regresyon modelinde nüfus değişkeni dışarıda bırakılmıştır. Doğrusal regresyon analizi sonucunda Çizelge 4'te gösterilen sonuçlar elde edilmiştir. Çizelgede de görüldüğü üzere kurulan model, iller arası ticaret bağımlılığını % 19'luk bir oranla ( $R=0.19199$  ve  $P(r2)= 0.0005$  düzeyinde olmak üzere) açıklama düzeyine sahiptir. İller arası ticaret ilişkisi ile coğrafi yakınlık indeksi ve mesafe arasındaki bu açıklama gücü her bir bağımsız değişken için farklılaşmaktadır. Coğrafi yakınlık indeksinin mesafe değişkeninden farklı olarak daha yüksek bir açıklama düzeyine sahip olduğu (0.406) hemen göze çarpmaktadır. Söz konusu değer şu anlama gelmektedir: İller arası ticaret bağlantısını gösteren matristeki iki ilin ilişkisinin coğrafi yakınlık matrisinde de benzer olması ihtimali %40'tır. Bu da iller arası ticaret bağımlılığını fiziksel mesafeden ziyade iller arası sosyal ilişkilerin belirlediğini göstermektedir. Ancak konumuz açısından daha da önemlisi yerleşmeler ya da coğrafi üniteler arası yakınlık tanımında yukarıda bahsettiğimiz gibi sosyal niteliğin içerilmesi gerektiğini ve daha gerçekçi coğrafi yakınlık tanımlarına ihtiyaç duyduğumuzu göstermektedir.

## 5. Sonuç ve Tartışma

Beşeri ve ekonomik coğrafyada sayısal yöntem ve teknikler ile mekânın ya da mekânsallığın rolü analiz edilmek istendiğinde mekânı sayısal yani nicel formda işleme sokmak gerekirken bu da indirgenmiş mekân tanımına ve sorununa yol açmaktadır. Bu nedenle mekân veya coğrafya, sosyal niteliğinden yalıtılarak salt fiziksel mesafe ya da uzaklığa indirgenmektedir. Özellikle coğrafi üniteler bazında düşünüldüğünde, mekânsallık ve coğrafyanın rolü bu ünitelerin geometrik konumlanması, komşuluk ilişkisi, fiziksel mesafe ya da uzaklık nosyonuna eşitlenerek analizlere dâhil edilmektedir. Bu çalışmada demografik bağlantısallıktan hareketle önerilen yakınlık indeksi, üniteler arası fiziksel mesafeyi göz ardı etmeden ancak ünitelerin sosyal karakterini oluşturan nüfusu da denkleme sokarak söz konusu indirgenmiş mekân sorununu hafifletmektedir. Elbette bir başına sadece üniteler arası nüfus alış verişi onların sosyal karakterini oluşturmaz. Ancak bölgesel üniteler bazında, yakınlık tartışmalarında dile getirilen sosyal yakınlık türüne en uygun tanımlardan birini temsil etmektedir. Önerilen indeks, bu haliyle hem dinamik bir yakınlık tanımına erişmeye imkân sunmakta hem de sosyal karakterin coğrafi yakınlığa dâhil edilmesine imkân sunmaktadır.

Çalışma kapsamında önerilen coğrafi yakınlık indeksi Türkiye için ülke mekânına ait bir yakınlık indeksi olup mekânsal istatistik analizlerinde kullanılan ağırlık matrislerinin yerine kullanılabilir. Türkiye'de iller düzeyinde mekânsal istatistik analizi yapılan tüm çalışmalarda kullanılacak bir indekstir. Nüfus bağlantısallığı gibi bir sosyal boyutun sayısal olarak ifade edilmesini yansıttığı için her türlü sayısal modellemeye dayalı çalışmalara da konu edilebilir. Örneğin ekonometri çalışmalarında da kullanılabilir. Özellikle illerin sahip oldukları yabancı nüfusun da eklenmesi ile küresel bağlantısallık üzerinden tanımlama yapılabilir. Bu da illerin dış dünya ile olan bağlantısallığını sorun eden çalışmalarda da kullanılabilmesine imkân sunar. Bu yönüyle sadece iller düzeyini göz önüne alması önemli bir sınırlılık olarak kabul edilebilir. Özellikle iller arası bağlantısallığın çoğunlukla o illerdeki bazı ilçeler arası ilişkilerle doğduğu göz önüne alındığında il düzeyinin sorunlu olabileceği ileri sürülebilir. Yine günümüzde bölgesel ekonomik kalkınma ve değişik planlama çalışmalarının NUTs 2 bölge düzeyinde yapılıyor olması da böylesi bir ölçeğin bölgesel ölçekte üretilmesi gereğine işaret ediyor olabilir. Bu da söz konusu ölçeğin hem bölgesel hem

de ilçeler düzeyinde analizlere dâhil edilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Şüphesiz bu gereklilik, çalışmaların mekânsal ölçeğine ve amacına göre değişebilir. Ancak aynı yöntem izlenerek söz konusu ölçek bölge ve ilçe düzeyinde de üretilebilir.

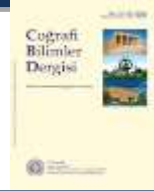
Ölçeğe ilişkin temel sınırlılıklardan biri de onun dinamik karakterinden ileri gelmektedir. Genel olarak mekânsal istatistik modellerinde ele alınan unsurlar arası mekânsal konumlanma ya da topoloji sabit bir durum olarak ağırlık matrislerinde ifade edildiğinden bu tür matrislerin farklı zamanlarda yapılan çalışmalara genellenebilme şansı vardır. Ancak önerdiğimiz matris nüfus gibi dinamik bir değişken üzerinden üretildiğinden bir sahaya ait farklı zamanlarda yapılan çalışmalara genellenebilir nitelikte değildir. Bunun yerine ele alınan zamana göre yeniden üretilmelidir. Bu da daha fazla veri işleme ve zaman sarf etme gereği demektir. Önerilen ölçeğin sadece doğum yeri verisine dayandırılarak üretilmesi, sosyal yakınlığın temsili açısından ne kadar yeterli olup olmadığına dair soru işareti doğurabilir. İki coğrafi ünite arası sosyal ilişkiyi salt doğum yeri ya da göç üzerinden tanımlamak bu anlamda sınırlı sosyal yakınlık tanımı olarak eleştirilebilir. Ancak iller arası diğer ticari, ekonomik, iletişimsel vb. farklı etkileşimler de aynı yöntemle dâhil edilerek sosyal yakınlık tanımına daha da yaklaşan ve bu yönüyle de daha gerçekçi mekân temsiline erişebilen indeksler üretmek mümkündür.

Öte yandan bu haliyle indeks, sadece iller arası demografik ve sosyal bağlantısallığı göstermemekte. Ülke mekânındaki ve bölgesel düzeydeki birçok ilişkiye ve boyuta da işaret etmektedir. Bir başka deyişle farklı şekillerde de okunabilir. Söz gelimi ülke mekânındaki bölgesel bağlantıların zamansal olarak nasıl evrildiğine işaret etmektedir. Zaman içinde iller arası nüfus akışkanlığının bölgesel merkezler ve alt merkezler biçimindeki yerleşme hiyerarşisini nasıl şekillendirip değiştirdiğine işaret etmektedir. Bir nevi ülke mekânındaki yerleşme hiyerarşisinin evrimini ortaya koyan indeks, bu haliyle iller ya da bölgeler arasındaki destekleyici ve tamamlayıcı ilişkilerden kaynaklanan fonksiyonel bağlantısallığın değişen resmini de ortaya koymuş olmaktadır. Çünkü bir ilin zaman içinde bağlantılı olduğu illerin değişmiş olması, o ilin ekonomik, kültürel, sosyal, ticari, iletişimsel vb. fonksiyonel ilişkilerinin de değiştiğini göstermektedir.

Ayrıca indeks oluşturulurken kullanılan G değeri ise bir ilin diğer illerle bağlantısallık düzeyini gösterdiği için o ilin açıklık düzeyi ya da demografik açıdan homojenlik düzeyinin göstergesi olarak alınabilir. Nüfusun homojenlik ya da heterojenlik düzeyini iller düzeyinde analiz etmek isteyen çalışmalar bu nedenle bu indeksi veri olarak kullanabilirler. Söz gelimi özellikle siyasal coğrafya gibi alanlarda oy verme davranışı ya da siyasal eğilimler ile nüfusun heterojenlik-homojenlik düzeyini sorgulamak isteyen araştırmalarda illerin G değeri bağımsız değişken olarak alınabilir. Korelasyon analizi ve regresyon analizi başta olmak üzere sayısal modellemelere dâhil edilebilir. Bir başka deyişle hem indeksin kendisi hem de hesaplanması sırasında üretilen G değeri değişik sosyal süreç ve kategorilerle bağlantılı olarak sorgulanabilir ve iller düzeyindeki çalışmalara konu edilebilir.

Bir kare matris formunda olması, indeksin aynı zamanda iller düzeyindeki sosyal ağ analizlerine hazır bir formatta kullanılabilmesine imkân sunmaktadır. Yani iller arası değişik ilişkileri iller arası demografik bağlantısallık ya da sosyal yakınlık ile test etmek isteyen her türlü sosyal ağ analizi çalışması da bu indeksi bağımsız bir değişken ya da kategori olarak kullanabilir. Söz gelimi

iller arası seyahat veya turizm hareketliliği ile demografik bağlantısallığın rolü analiz edilmek istendiğinde bu indeks bağımsız bir değişken olarak kullanılabilir. Türkiye coğrafyası ile ilgili iller düzeyinde yapılan sosyal ağ analizi çalışmalarının tümünde kullanılabilir. Bu nedenle Türkiye’de akışların coğrafyasını çalışmaya olanak sunan bir indekstir. Türkiye’de kentler, iller ya da bölgeler düzeyindeki değişik ilişkileri nicel araştırma yöntemleriyle sorgulayan çalışmalara altlık veri oluşturup başta kent çalışmaları olmak üzere mekân bilimlerindeki metodolojik çoğulculuğa kapı aralamaktadır.



## A Proposal for Geographical Proximity Index at Provincial Level

İrfan Kaygalak\*<sup>a</sup>

Submitted: 10.01.2023

Accepted: 05.05.2023

### EXTENDED ABSTRACT

#### 1. Introduction

Having significant effect on location of economic activities via effecting cost and productivity, physical distance or proximity has become one of the most significant explanative concepts of economic geography. Since 1990s the concept has become more purposive and pervasive in the field. Especially in innovation geography it becomes focal point for some processes such as production, dissemination and transfer of innovative knowledge (Cooke, 1998; Desrochers, 2001; Shaw and Gilly, 2000). Additionally, despite of increasing global mobility, new industrial clusters, regional specializations, spatial economic concentrations and rising geographical selectivity of global economy also brings the proximity notion to the forefront (Markusen, 1996; Morgan, 2004; Porter, 1998; Torre and Rallet, 2005). Emergence and development of spatial statistic methods also caused to draw attention to the proximity notion (Kaygalak, 2020a). Being used by so many diverse fields makes the notion ambiguous as well and causes to differentiated usages (Brennan ve Martin, 2012; Vissers and Dankbaar, 2013). Beside physical or metric distance meaning it has another meaning that refers to social and cultural similarity or homogeneity as well. Multiplicity in its meaning has brought along voluminous literature on proximity (Altuğ, 2020; Balland et al., 2015; Boschma, 2005; Gertler, 1995; Kaygalak, 2020b; Knobens and Oerlemans, 2006; Ponds et al., 2007; Shaw and Gilly, 2000; Vissers and Dankbaar, 2013;).

The most salient critic from geographers in proximity literature is about its absolute meaning. Especially in classical geographic studies and spatial statistics, proximity is used in absolute meaning and considered as physical distance. Yet, such proximity definition exemplifies reduced space representation by omitting its social and cultural character (Cresswell, 2004; Gregory and Urry, 1985; Lefebvre, 1991; Massey, 2005). Despite being afar from realistic representation form, such proximity definition or space representation is very handful because of its quantitative character and therefore pervasively being used in econometrics, regional science, location theories and regional economics etc. (Garretsen and Martin, 2010; Kaygalak, 2020a). Geographers on the other hand, insist on the fact that space and therefore proximity is relative, dynamic, contingent concept which must be represented in more realistic form in scientific explanations (Barnes, 2011; Martin, 1999; Sheppard, 1995).

\* **Corresponding Author:** irfan.kaygalak@balikesir.edu.tr

<sup>a</sup> Balıkesir University, Faculty of Science and Letter, Geography Department, Balıkesir/Turkiye, <http://orcid.org/0000-0003-3051-6414>

## 2. Theoretical Framework

This study suggests a new proximity index that represents more realistic space form and can be used as substituted for spatial weight matrixes in spatial data analysis techniques. As multiple flows between places, regions, actors and geographical units happen not in accordance with areal representation of space; this enforces us to comprehend proximity between geographical units or actors in accordance with network representation rather than areal representation (Castell, 2013). In our contemporary network society regions, organizations, individuals, locations, firms, bodies and actors are a node on the network and interaction and flows between them determine proximity between them. In this regard, proximity between subjects is not stable and rigid Euclidean physical distance but relational, dynamic and ever changing. Dynamic relations between actors and places consistently change and evolve proximity between them. From this perspective every kind of social relations and processes such as learning, institutionalization, integration, concentration, agglomeration, migration cause to dynamism and change in proximity between nodes on the network (Balland et.al., 2015). In the light of these developments representation of space in geometrical and topological form as being used in spatial data analysis and spatial econometric models is problematic and should be replaced by socio-spatial representation which includes social characteristic geographical units as well. When it comes to regions, cities, provinces, states or other settlement units, socio-spatial representation may be akin to realistic form by using social network techniques even if not completely realistic.

## 3. Methodology and Data

For defining proximity in socio-spatial form, social dimensions of geographical units must be incorporated into the definition. In terms of social proximity between geographical units, demographic connection between them can be used as proxy. Since social relation between the units mostly conducted by population migrated between them, migration data can be taken as proxy of social connection or social proximity between the units. Since population mobility and internal migration happens very often in a country, especially at state level, population according to birth place can be very meaningful. At least this is the fact in case of Turkey at provincial level.

Departing from this logic, in this study gravity model and social network analysis (SNA) techniques are combined to form a new proximity index at provincial level. Accordingly, amount of population in a province by birth place implies its connection with other provinces. As it seen in first equation above, deploying demographic connection between provinces, gravity model can be used to calculate and quantify average connectivity of any province in country level. In the equation  $F_{ij}$  stands for interaction measure between  $i$  and  $j$  provinces while  $P_i$  and  $P_j$  are total population of  $i$  and  $j$  respectively.  $D_{ij}$  stands for distance (km) between  $i$  and  $j$  while  $G$  is a constant.

Deploying social network analysis measures,  $G$  value can be calculated for each province separately considering immigration population coming from other provinces and outmigration population going to other provinces from undertaking one. In other word, demographic connectivity of any province with others is taken as  $G$  constant which implies average connectivity of this province at country level. Therefore 81 X 81 vectors population matrix in where row represents incoming

population, columns represent outgoing population, is analyzed by social network analysis software to entail G constant. Since its E-I measure use both indegree and outdegree centrality values (Hanneman and Riddle, 2016) Ucinet software was used to calculate average connectivity G value which is expressed as  $S_i$  in Equation 2. G values or  $S_i$  values in question are represented in Table 1 for four diverse years. After obtaining G values by social network analysis, nominal connectivity of any province with other can be calculated according to the aforementioned gravity formula. For instance nominal connectivity of Bingol and Ankara provinces is shown in the third equation. Following the same way connectivity of Ankara with other provinces can be calculated nominally. However to be meaningful those all nominal values must be convert into standardized values with Zed formula (equation 4). Thereby socially and demographically expressed interconnection of all provinces in Turkey can be organized in matrix form which has 81 X 81 vectors. Four tables in appendix represent ten years period matrixes starting from 1990 to 2020.

#### 4. Findings and Debate

Zed values presented in appendix tables indicate numeric connection level of provinces with each others. Since this numbers are derived from population exchange between provinces they reflect social proximity between them. Positive zed values signify increasing proximity while negative ones indicate reverse. Socially closed provinces for each province can be obtained from those tables by sorting those numbers in descending way. As a matter of fact for instance provinces which Ankara is close to are presented in Table 2 in the relevant years. Provinces having positive values are socially close to Ankara. Therefore instead of spatial weight matrix defining proximity in geometric and topological form such as continuity, neighborhood, adjacency, bordering or physical distance, those provinces having positive values may be assigned into weight matrix as neighbor or adjacent units. In this way this proximity matrix can be integrated to spatial data analysis software and is operable as substitution of spatial weight matrix.

This proximity index can be used in social network analysis as well. Particularly when it comes to analyzing the role of diverse proximities such as cognitive, institutional, organizational and social proximities for geographical units by SNA softwares it may become very useful as proxy of social proximity. This characteristic of the index allow researchers to deploy it as an independent variable in SNA studies. Both to test the index and to prove how it can be used as a variable in SNA studies, I conducted correlation and regression analysis between interprovincial trade, physical distance (mesafe), population (nüfus) and the index (indeks) by Ucinet and NetDraw software. In this analysis interprovincial trade is assigned as depended variable and contribution of diverse distances (or proximities) on this trade is tested by regression analysis. Correlation analysis results are presented in Table 3 while regression results are presented in Table 4. In the face of high collinearity between population and the index, population variable omitted from regression. As it is seen in Table 4, suggested social proximity index has more explanative power than physical distance on interprovincial trade in Turkey.

To sum up, demographic connectivity of geographical units can be used for defining social proximity between them. Especially after increasing integration of multiple methodologies and

techniques thanks to geographical information systems and quantitative models, it become more possible for geographers to incorporate more realistic space form into their analysis. It looks like realistic form of space that geographers are obsessive with can be integrated new quantitative methods without ignoring social dimension of space. Rather than pure topological stance, social characteristic of geographical units can be used to overcome this problem. Especially in a globally mobile world, in-migration and out-migration population between geographical units make more sense than ever for social distance between the units. Therefore addition to sub-units or sub-regions in countries, the same index can be developed for countries themselves as well by using international migration data. A social proximity index developed by using demographic closeness between geographical units does not only help to integrate more realistic space representation in spatial data analysis. It can be used as independent variable in diverse social studies especially SNA studies. For instance it can be taken as indicator of interprovincial connectivity at national level. Longitudinal analysis of the index may reveals hierarchy of settlements, cities or regions in a country. Since it is derived from demographic connectivity it can be taken as a measure of homogeneity or openness degree of regions. Therefore it can be used another social category or variable in quantitative and qualitative studies.

### Referanslar/References

- Altuğ, F. (2020). İnovasyonun coğrafyası: Coğrafi ve ilişkisel yakınlıkların bilgi yayılması ve öğrenme süreçlerine etkisi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 29 (1), 151-165. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ecd/issue/55073/713466> adresinden edinilmiştir.
- Balland, P-A., Boschma, R., Frenken, K. (2015). Proximity and innovation: From statics to dynamics. *Regional Studies*, 49, 907-920. doi: 10.1080/00343404.2014.883598
- Barnes, T. J. (2011). The Quantitative Revolution and Economic Geography. Peter Sunley, Roger Lee, Andrew Leyshon, Linda McDowell (Eds.), *The SAGE Handbook of Economic Geography* içinde (39-52). London: Sage Publishing.
- Barrat, A., Barthélémy, M., Pastor-Satorras, R., Vespignani, A. (2004). The architecture of complex weighted Networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101, 3747–3752. doi: 10.1073/pnas.0400087101
- Boschma, R. A. (2005). Proximity and innovation: A critical assessment. *Regional Studies*, 39 (1), 61–74. doi: 10.1080/0034340052000320887
- Brennan, J., Martin, E. (2012). Spatial proximity is more than just a distance measure. *International Journal of Human-Computer Studies*, 70 (1), 88–106. doi: 10.1016/j.ijhcs.2011.08.006
- Breschi, S., Lissoni, F. (2009). Mobility of skilled workers and co-invention networks: an anatomy of localized knowledge flows. *Journal of Economic Geography*, 9, 439–468. doi: 10.1093/jeg/lbp008
- Castell, M. (2013). *Ağ Toplumunun Yükselişi / Enformasyon Çağı: Ekonomi, Toplum ve Kültür* (Çev. E. Kılıç). İstanbul: İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları.
- Cooke, P., Uranga, M.G., Etxebarria, G. (1998). Regional systems of innovation: an evolutionary perspective. *Environment and Planning A*, 30 (9), 1563-1584. doi: 10.1068/a301563
- Cresswell, T. (2004). *Place: A Short Introduction*. Oxford: Blackwell.
- Desrochers, P. (2001). Geographical proximity and the transmission of tacit knowledge. *The Review of Austrian Economics*, 14, 25-46. doi: 10.1023/A:1007803520748
- Garretsen, H., Martin, R. (2010) Rethinking (New) economic geography models: Taking geography and history more seriously. *Spatial Economic Analysis*, 5, 127-160. doi: 10.1080/17421771003730729
- Gertler, M. S. (1995). 'Being there': Proximity, organization, and culture in the development and adoption of advanced manufacturing Technologies. *Economic Geography*, 71 (1), 1–26. doi: 10.2307/144433
- Gertler, M. S. (2003). Tacit knowledge and the economic geography of context or the undefinable tacitness of being (there). *Journal of Economic Geography*, 3 (1), 75–99. doi: 10.1093/jeg/3.1.75
- Getis, A. (2009). Spatial weights matrices. *Geographical Analysis*, 41, 404-410. doi: 10.1111/j.1538-4632.2009.00768.x

- Getis, A., Aldstadt, J. (2004). Constructing the spatial weights matrix using a local statistic. *Geographical Analysis*, 36, 90-104. doi: 10.1111/j.1538-4632.2004.tb01127.x
- Gregory, D., Urry, J. (Ed) (1985). *Social Relations and Spatial Structures*. Basingstoke: Macmillan.
- Griffith, D. A. (1996). Some Guidelines for Specifying the Geographic Weights Matrix Contained in *Spatial Statistical Models*. Sandra L. Arlinghaus (Ed.), *Practical Handbook of Spatial Statistics* içinde (65-82). Florida: CRC Press.
- Kaygalak, İ. (2020a). *Mekân ve Ekonomi: Ekonomik Coğrafyada Yeni Yaklaşımlar*. İstanbul: Bilgi Üniversitesi Yayınları.
- Kaygalak, İ. (2020b). Türkiye’de İller Arası Demografik Bağlılılığın Değişimi. A. C. Yoloğlu, Z. S. Belge ve N. Aydın (Ed.), *Kentsel ve Bölgesel Araştırmalar Ağı (KBAM) Sempozyumu Bildiri Kitabı* içinde, (124-134). Ankara: KBAM Yayınları.
- Kaygalak, İ. (2022). Türkiye’de iller arası bağlantısallığın coğrafi boyutu. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 20 (2), 359-382. doi: 10.33688/aucbd.1135346
- Knoben J., Oerlemans L. (2006). Proximity and inter-organizational collaboration: A literature review. *International Journal of Management Reviews*, 8, 71–89. doi: 10.1111/j.1468-2370.2006.00121.x
- Köroğlu, N.T., Armatlı-Köroğlu, B. (2014). Çekim modeli ve ağ analizinin bölgesel eşitsizlikleri açıklama kapasitesi. *14. Ulusal Bölge Bilimi ve Planlama Kongresi*, BBTMK & İTÜ Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, 18-19 Aralık 2014, İstanbul.
- Lefebvre, H. (1991). *The Production of Space*. Malden-MA: Blackwell Publishing.
- Malmberg, A., Maskell, P. (2010). An Evolutionary Approach to Localized Learning and Spatial Clustering. Ron Boschma, Ron Martin (Eds.), *The Handbook of Evolutionary Economic Geography* içinde, (391-405). Cheltenham: Edward Elgar.
- Markusen, A. (1996). Sticky places in slippery space: A typology of industrial districts. *Economic Geography*, 72 (3), 293-313. doi: 10.2307/144402
- Martin, R. (1994). Economic Theory and Human Geography. Derek Gregory, Ron Martin, Graham Smith (Eds.), *Human Geography: Society, Space and Social Science* içinde, (21-53). London: Macmillan Press.
- Martin, R. (1999). The new 'geographical turn' in economics: some critical reflections. *Cambridge Journal of Economics*, 23 (1), 65-91. <https://www.jstor.org/stable/23600667> adresinden edinilmiştir.
- Martin, R. (2000). Institutional Approaches in Economic Geography. Eric Sheppard, Trevor J. Barnes (Eds.), *A Companion to Economic Geography* içinde (77-94). Oxford: Blackwell Publishing.
- Massey, D. (2005). *For Space*. London: Sage Publications.
- Morgan, K. (2004). The exaggerated death of geography: Learning, proximity and territorial innovation systems. *Journal of Economic Geography*, 4 (1), 3-21. doi:10.1093/jeg/4.1.3
- Nooteboom, B. (1999). Innovation, learning and industrial organisation. *Cambridge Journal of Economics*, 23 (2), 127–150. <https://www.jstor.org/stable/23599580> adresinden edinilmiştir.
- Opsahl, T., Agneessens, F., Skvoretz, J. (2010). Node centrality in weighted networks: Generalizing degree and shortest paths. *Social Networks*, 32 (3), 245–251. doi: 10.1016/j.socnet.2010.03.006
- Ponds R., Van-Oort F. G., Frenken K. (2007). The geographical and institutional proximity of research collaboration. *Papers in Regional Science*, 86, 423–443. doi: 10.1111/j.1435-5957.2007.00126.x
- Porter, M. E. (1998). Clusters and the new economics of competition. *Harvard Business Review*, 76, 77-90. <https://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=46852> adresinden edinilmiştir.
- Shaw, A., Gilly, J. P. (2000). On the analytical dimension of proximity dynamics. *Regional Studies*, 34 (2), 169-180. doi: 10.1080/00343400050006087
- Sheppard, E. (1995). Dissenting from spatial analysis. *Urban Geography*, 16, 283-303. doi: 10.2747/0272-3638.16.4.283.
- Tekeli, İ. (1979). *Mekân Organizasyonlarına Makro Yaklaşım: Türkiye Üzerine Bir Deneme*. Ankara: ODTÜ Mimarlık Fakültesi Yayınları.
- Tobler, W. R. (1970). A computer model simulating urban growth in the detroit region. *Economic Geography*, 46, 234-240. doi: 10.2307/143141
- Torre, A., Rallet, A. (2005). Proximity and localization. *Regional Studies*, 39 (1), 47-59. doi: 10.1080/0034340052000320842



Vissers, G., Dankbaar, B. (2013). Knowledge and proximity. *European Planning Studies*, 21 (5), 700-721.  
<https://ssrn.com/abstract=2178453> adresinden edinilmiştir.

Yavan, N. (2006). *Türkiye'de Doğrudan Yabancı Yatırımların Lokasyon Seçimi*. İstanbul: İktisadi Araştırmalar Vakfı.

EKLER
EK 1: 1990 yılına ait coğrafi yakınlık indeksi

Table with 54 columns representing provinces and 54 rows representing provinces. Each cell contains a numerical value representing the geographical proximity index between two provinces in 1990. The diagonal elements are all 1.0000.

EK 2: 2000 yılına ait coğrafi yekunluk indeksi

Table with 100 columns (regions) and 100 rows (countries). Each cell contains a numerical value representing the geographical index for that region and country in the year 2000. The regions listed include Adana, Adıyaman, Ağrı, Antalya, Ankara, Artvin, Balıkesir, Bilecik, Bingöl, Bitlis, Bolu, Bursa, Çanakkale, Çarşamba, Çorum, Denizli, Diyarbakır, Edirne, Elazığ, Erzurum, Gaziantep, Giresun, Gümüşhanev, Hakkari, Iğdır, Isparta, İstanbul, İzmir, Kars, Kastamonu, Kayseri, Kırsehir, Kilis, Kocaeli, Konya, Kutahya, Malatya, Manisa, Kahramanmaraş, Mardin, Muğla, Niğde, Ordu, Rize, Sakarya, Samsun, Siirt, Sinop, Sivas, Trabzon, Tunceli, Van, Yozgat, Zonguldak, and others. The countries listed include Afghanistan, Albania, Algeria, Andorra, Angola, Argentina, Armenia, Australia, Austria, Azerbaijan, Bahrain, Bangladesh, Barbados, Belarus, Belgium, Belize, Benin, Bermuda, Bolivia, Bosnia and Herzegovina, Botswana, Brazil, Bulgaria, Burkina Faso, Burundi, Cambodia, Cameroon, Canada, Cape Verde, Central African Republic, Chad, Chile, China, Colombia, Costa Rica, Croatia, Cuba, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Djibouti, Dominica, Dominican Republic, Ecuador, Egypt, El Salvador, Equatorial Guinea, Eritrea, Estonia, Ethiopia, Finland, France, Gabon, Gambia, Germany, Ghana, Greece, Guatemala, Guinea, Guinea-Bissau, Haiti, Honduras, Hungary, Iceland, India, Indonesia, Iraq, Ireland, Israel, Italy, Jamaica, Japan, Jordan, Kazakhstan, Kenya, Korea, Kuwait, Kyrgyzstan, Laos, Latvia, Lebanon, Lesotho, Liberia, Lithuania, Luxembourg, Macedonia, Madagascar, Malawi, Malaysia, Maldives, Mali, Malta, Mauritania, Mauritius, Mexico, Moldova, Monaco, Mongolia, Montenegro, Morocco, Mozambique, Myanmar, Namibia, Nepal, Netherlands, New Zealand, Nicaragua, Niger, Nigeria, Norway, Oman, Pakistan, Panama, Papua New Guinea, Paraguay, Peru, Philippines, Poland, Portugal, Romania, Russian Federation, Rwanda, Saudi Arabia, Senegal, Serbia, Seychelles, Sierra Leone, Singapore, Slovakia, Slovenia, South Africa, South Korea, Spain, Sri Lanka, Sudan, Suriname, Swaziland, Sweden, Switzerland, Taiwan, Tajikistan, Tanzania, Thailand, Timor-Leste, Togo, Tonga, Trinidad and Tobago, Tunisia, Turkey, Turkmenistan, Uganda, Ukraine, United Arab Emirates, United Kingdom, United States of America, Uruguay, Uzbekistan, Venezuela, Viet Nam, Yemen, Zambia, Zimbabwe, and others.

EK 3: 2010 yılına ait coğrafi yakınlık indeksi

	Adana	Afyon	Antalya	Artvin	Aydın	Balıkesir	Bartın	Bilecik	Bin	Burdur	Çanakkale	Çankırı	Çorum	Denizli	Diyadin	Eskişehir	Gaziantep	Giresun	Gümüşhanev	Hakkari	Hatay	İsparta	İzmir	Kahramanmaraş	Karabük	Karaman	Kastamonu	Kayseri	Kocaeli	Konya	Kütahya	Malatya	Manisa	Karabük	Karamanmaraş	Manisa	İzmir	Niğde	Ordu	Rize	Sakarya	Samsun	Sivas	Siirt	Şanlıurfa	Şırnak	Tekirdağ	Tokat	Traşon	Tunceli	Şanlıurfa	Şırnak	Van	Yozgat	Zonguldak	Akaray	Bartın	Karaman	Ardeşan	İğdir	Yalova	Karabük	Kişi	Ömanya	Duçe																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Adana	-0,224	-0,960	-0,170	-0,209	-0,200	0,278	-0,040	-0,220	-0,191	-0,118	-0,214	-0,208	-0,208	-0,208	-0,209	-0,209	-0,210	-0,211	-0,212	-0,213	-0,214	-0,215	-0,216	-0,217	-0,218	-0,219	-0,220	-0,221	-0,222	-0,223	-0,224	-0,225	-0,226	-0,227	-0,228	-0,229	-0,230	-0,231	-0,232	-0,233	-0,234	-0,235	-0,236	-0,237	-0,238	-0,239	-0,240	-0,241	-0,242	-0,243	-0,244	-0,245	-0,246	-0,247	-0,248	-0,249	-0,250	-0,251	-0,252	-0,253	-0,254	-0,255	-0,256	-0,257	-0,258	-0,259	-0,260	-0,261	-0,262	-0,263	-0,264	-0,265	-0,266	-0,267	-0,268	-0,269	-0,270	-0,271	-0,272	-0,273	-0,274	-0,275	-0,276	-0,277	-0,278	-0,279	-0,280	-0,281	-0,282	-0,283	-0,284	-0,285	-0,286	-0,287	-0,288	-0,289	-0,290	-0,291	-0,292	-0,293	-0,294	-0,295	-0,296	-0,297	-0,298	-0,299	-0,300	-0,301	-0,302	-0,303	-0,304	-0,305	-0,306	-0,307	-0,308	-0,309	-0,310	-0,311	-0,312	-0,313	-0,314	-0,315	-0,316	-0,317	-0,318	-0,319	-0,320	-0,321	-0,322	-0,323	-0,324	-0,325	-0,326	-0,327	-0,328	-0,329	-0,330	-0,331	-0,332	-0,333	-0,334	-0,335	-0,336	-0,337	-0,338	-0,339	-0,340	-0,341	-0,342	-0,343	-0,344	-0,345	-0,346	-0,347	-0,348	-0,349	-0,350	-0,351	-0,352	-0,353	-0,354	-0,355	-0,356	-0,357	-0,358	-0,359	-0,360	-0,361	-0,362	-0,363	-0,364	-0,365	-0,366	-0,367	-0,368	-0,369	-0,370	-0,371	-0,372	-0,373	-0,374	-0,375	-0,376	-0,377	-0,378	-0,379	-0,380	-0,381	-0,382	-0,383	-0,384	-0,385	-0,386	-0,387	-0,388	-0,389	-0,390	-0,391	-0,392	-0,393	-0,394	-0,395	-0,396	-0,397	-0,398	-0,399	-0,400	-0,401	-0,402	-0,403	-0,404	-0,405	-0,406	-0,407	-0,408	-0,409	-0,410	-0,411	-0,412	-0,413	-0,414	-0,415	-0,416	-0,417	-0,418	-0,419	-0,420	-0,421	-0,422	-0,423	-0,424	-0,425	-0,426	-0,427	-0,428	-0,429	-0,430	-0,431	-0,432	-0,433	-0,434	-0,435	-0,436	-0,437	-0,438	-0,439	-0,440	-0,441	-0,442	-0,443	-0,444	-0,445	-0,446	-0,447	-0,448	-0,449	-0,450	-0,451	-0,452	-0,453	-0,454	-0,455	-0,456	-0,457	-0,458	-0,459	-0,460	-0,461	-0,462	-0,463	-0,464	-0,465	-0,466	-0,467	-0,468	-0,469	-0,470	-0,471	-0,472	-0,473	-0,474	-0,475	-0,476	-0,477	-0,478	-0,479	-0,480	-0,481	-0,482	-0,483	-0,484	-0,485	-0,486	-0,487	-0,488	-0,489	-0,490	-0,491	-0,492	-0,493	-0,494	-0,495	-0,496	-0,497	-0,498	-0,499	-0,500	-0,501	-0,502	-0,503	-0,504	-0,505	-0,506	-0,507	-0,508	-0,509	-0,510	-0,511	-0,512	-0,513	-0,514	-0,515	-0,516	-0,517	-0,518	-0,519	-0,520	-0,521	-0,522	-0,523	-0,524	-0,525	-0,526	-0,527	-0,528	-0,529	-0,530	-0,531	-0,532	-0,533	-0,534	-0,535	-0,536	-0,537	-0,538	-0,539	-0,540	-0,541	-0,542	-0,543	-0,544	-0,545	-0,546	-0,547	-0,548	-0,549	-0,550	-0,551	-0,552	-0,553	-0,554	-0,555	-0,556	-0,557	-0,558	-0,559	-0,560	-0,561	-0,562	-0,563	-0,564	-0,565	-0,566	-0,567	-0,568	-0,569	-0,570	-0,571	-0,572	-0,573	-0,574	-0,575	-0,576	-0,577	-0,578	-0,579	-0,580	-0,581	-0,582	-0,583	-0,584	-0,585	-0,586	-0,587	-0,588	-0,589	-0,590	-0,591	-0,592	-0,593	-0,594	-0,595	-0,596	-0,597	-0,598	-0,599	-0,600	-0,601	-0,602	-0,603	-0,604	-0,605	-0,606	-0,607	-0,608	-0,609	-0,610	-0,611	-0,612	-0,613	-0,614	-0,615	-0,616	-0,617	-0,618	-0,619	-0,620	-0,621	-0,622	-0,623	-0,624	-0,625	-0,626	-0,627	-0,628	-0,629	-0,630	-0,631	-0,632	-0,633	-0,634	-0,635	-0,636	-0,637	-0,638	-0,639	-0,640	-0,641	-0,642	-0,643	-0,644	-0,645	-0,646	-0,647	-0,648	-0,649	-0,650	-0,651	-0,652	-0,653	-0,654	-0,655	-0,656	-0,657	-0,658	-0,659	-0,660	-0,661	-0,662	-0,663	-0,664	-0,665	-0,666	-0,667	-0,668	-0,669	-0,670	-0,671	-0,672	-0,673	-0,674	-0,675	-0,676	-0,677	-0,678	-0,679	-0,680	-0,681	-0,682	-0,683	-0,684	-0,685	-0,686	-0,687	-0,688	-0,689	-0,690	-0,691	-0,692	-0,693	-0,694	-0,695	-0,696	-0,697	-0,698	-0,699	-0,700	-0,701	-0,702	-0,703	-0,704	-0,705	-0,706	-0,707	-0,708	-0,709	-0,710	-0,711	-0,712	-0,713	-0,714	-0,715	-0,716	-0,717	-0,718	-0,719	-0,720	-0,721	-0,722	-0,723	-0,724	-0,725	-0,726	-0,727	-0,728	-0,729	-0,730	-0,731	-0,732	-0,733	-0,734	-0,735	-0,736	-0,737	-0,738	-0,739	-0,740	-0,741	-0,742	-0,743	-0,744	-0,745	-0,746	-0,747	-0,748	-0,749	-0,750	-0,751	-0,752	-0,753	-0,754	-0,755	-0,756	-0,757	-0,758	-0,759	-0,760	-0,761	-0,762	-0,763	-0,764	-0,765	-0,766	-0,767	-0,768	-0,769	-0,770	-0,771	-0,772	-0,773	-0,774	-0,775	-0,776	-0,777	-0,778	-0,779	-0,780	-0,781	-0,782	-0,783	-0,784	-0,785	-0,786	-0,787	-0,788	-0,789	-0,790	-0,791	-0,792	-0,793	-0,794	-0,795	-0,796	-0,797	-0,798	-0,799	-0,800	-0,801	-0,802	-0,803	-0,804	-0,805	-0,806	-0,807	-0,808	-0,809	-0,810	-0,811	-0,812	-0,813	-0,814	-0,815	-0,816	-0,817	-0,818	-0,819	-0,820	-0,821	-0,822	-0,823	-0,824	-0,825	-0,826	-0,827	-0,828	-0,829	-0,830	-0,831	-0,832	-0,833	-0,834	-0,835	-0,836	-0,837	-0,838	-0,839	-0,840	-0,841	-0,842	-0,843	-0,844	-0,845	-0,846	-0,847	-0,848	-0,849	-0,850	-0,851	-0,852	-0,853	-0,854	-0,855	-0,856	-0,857	-0,858	-0,859	-0,860	-0,861	-0,862	-0,863	-0,864	-0,865	-0,866	-0,867	-0,868	-0,869	-0,870	-0,871	-0,872	-0,873	-0,874	-0,875	-0,876	-0,877	-0,878	-0,879	-0,880	-0,881	-0,882	-0,883	-0,884	-0,885	-0,886	-0,887	-0,888	-0,889	-0,890	-0,891	-0,892	-0,893	-0,894	-0,895	-0,896	-0,897	-0,898	-0,899	-0,900	-0,901	-0,902	-0,903	-0,904	-0,905	-0,906	-0,907	-0,908	-0,909	-0,910	-0,911	-0,912	-0,913	-0,914	-0,915	-0,916	-0,917	-0,918	-0,919	-0,920	-0,921	-0,922	-0,923	-0,924	-0,925	-0,926	-0,927	-0,928	-0,929	-0,930	-0,931	-0,932	-0,933	-0,934	-0,935	-0,936	-0,937	-0,938	-0,939	-0,940	-0,941	-0,942	-0,943	-0,944	-0,945	-0,946	-0,947	-0,948	-0,949	-0,950	-0,951	-0,952	-0,953	-0,954	-0,955	-0,956	-0,957	-0,958	-0,959	-0,960	-0,961	-0,962	-0,963	-0,964	-0,965	-0,966	-0,967	-0,968	-0,969	-0,970	-0,971	-0,972	-0,973	-0,974	-0,975	-0,976	-0,977	-0,978	-0,979	-0,980	-0,981	-0,982	-0,983	-0,984	-0,985	-0,986	-0,987	-0,988	-0,989	-0,990	-0,991	-0,992	-0,993	-0,994	-0,995	-0,996	-0,997	-0,998	-0,999	-1,000

EK 4: 2020 yılına ait coğrafi yakınlık indeksi

Table with 100 columns representing geographical locations and 100 rows representing geographical locations. Each cell contains a numerical value representing the proximity index between the two locations.



# Üniversite Şehri Kriterleri: Eskişehir Örneği<sup>1</sup>

*The criteria of university city: A case study of Eskişehir*

Deniz Ateş<sup>\*a</sup>, Harun Tunçel<sup>b</sup>

## Makale Bilgisi

Araştırma Makalesi

DOI:

10.33688/aucbd.1260029

Makale Geçmişi:

Geliş: 04.03.2023

Kabul: 18.05.2023

Anahtar Kelimeler:

Üniversite şehri

Öğrenci şehri

Şehir kimliği

Üniversite kenti

Eskişehir

## Öz

Şehirlerin sınıflandırılması için birtakım ölçütlere gerek duyulmaktadır. Bu ölçütler değişken olmakla birlikte asıl amacı şehirlerin arazi kullanımındaki farklılaşmayı ve birbirleri ile olan ilişkilerini anlamaktır. Günümüzde şehirlerin tanımlanması için yaygın olarak kullanılan ölçütler idari sınırlar, nüfus ve ekonomik faaliyetlerdir. Bu çalışmada üç devlet üniversitesi bulunan Eskişehir'in, uzun yıllardır sözü edilen "üniversite şehri" kimliği sorgulanmıştır. Üniversite şehri fonksiyonunu tanımlamak için; literatür taraması, toplanan veriler ve arazi çalışmaları sonucunda, "beşeri unsurlar ve mekânsal göstergeler" olarak iki ana kriter ve alt kriterler oluşturulmuştur. Beşeri unsurlar; üniversiteye kayıtlı öğrenci nüfusu, ulaşım özellikleri, mal ve hizmete erişim, barınma, yerel yönetimlerin desteği, istihdam, sosyo-kültürel imkânlardır. Mekânsal göstergelerde ise şehir içindeki farklı amaçlar için kullanılan alanlar dikkate alınarak Üniversite Caddesi'ndeki işletmeler değerlendirilmiştir. Ayrıca Eskişehir'de kentsel mekân kullanımına ilişkin öğrenci, yerel halk ve ortak alan olmak üzere üç ana alışveriş alanı belirlenmiştir. Son olarak Covid-19 döneminde üniversitelerin uzaktan eğitime geçmesi ve bunun şehirde görülen etkileri tartışılmıştır.

## Article Info

Research Article

DOI:

10.33688/aucbd.1260029

Article History:

Received: 04.03.2023

Accepted: 18.05.2023

Keywords:

Student city

City of university

University city

City image

Eskişehir

## Abstract

Criteria are needed to classify cities. The criteria are variable and its purpose is to understand the differentiation in the land use of cities. The criteria used to define cities today are administrative borders, population and economic activities. In the study, the identity of Eskişehir, which has three state universities, as a "university city", which has been mentioned for years, questioned. To define university city function; As a result of literature review, collected data and field studies, two main criteria established as "human factors and spatial indicators". Human elements; student population registered at the university, transportation features, access to goods and services, accommodation, support of local governments, employment, socio-cultural opportunities. Spatial indicators; The businesses on University Street in city evaluated. In Eskişehir, three main shopping areas determine in the urban space: students, local people, common areas. During Covid-19, universities' transition to distance education and its effects in the city discussed.

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: denzates26@gmail.com

<sup>a</sup> Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Coğrafya Bölümü, Bilecik/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-8373-7328>

<sup>b</sup> Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Bilecik/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0003-1304-7177>

## 1. Giriş

Şehir birçok bilim dalının inceleme alanına girmektedir. Her disiplin kendine özgü kriterler koyarak bir şehir tanımı oluşturmuştur. Örneğin, ekonomistler şehirdeki üretim ve tüketim arasındaki ilişkileri, mimarlar fiziki yapı ve plânlamayla ilgili gelişmeleri, coğrafyacılar mekân-toplum etkileşimini, siyaset bilimciler yönetim ilişkilerini ve sosyologlar toplumsal yapıyı ve toplumsal ilişkileri esas alan tanımlar ortaya koymuşlardır (Ateş, 2019). Avcı'nın çalışmasına göre, 19. yüzyılda Marx ve Engels'in yapmış olduğu ve ilk kez tam olarak 1932 yılında yayımlanan "The German Ideology" adlı eserde kent, "nüfusun, üretim aletlerinin, sermayenin, zevklerin ve gereksinimlerin bir merkezde toplanması" şeklinde tanımlanmıştır (Avcı, 2004). Tümertekin ve Özgüç'e göre şehir, "yoğunlaşmış, tarımsal olmayan insan yerleşimidir. Şehirler idari, dini, ticari, sanayi, toptancılık ve perakendecilik, ulaşım ve iletişim, eğlence, eğitim ve korunma hizmetleri de olan çeşitli çok hizmetler sunar" (Tümertekin ve Özgüç, 2009). Şehir genel olarak ziraî olmayan faaliyetlerin toplanma, yoğunlaşma mekânıdır. Şehirde özellikle hizmet sektörüne ait faaliyetler hakimdir (Tolun-Denker, 1976: 17-30). Keleş'e göre; kent ve köy ayrımında sadece nüfus ölçütünü benimsemek, ölçütü oluşturan nüfus düzeyinin altında kalabilir ve bunun sonucunda kentsel özyapı kazanmış olan yerleşmeler kent olarak sayılamayabilir. Bu durumun olmaması için nüfus kriterine farklı kriterlerin de eklendiği karma ölçütler kullanılmalıdır (Keleş, 2000). Günümüzde bir yerleşmenin şehir olup olmadığının belirlenmesinde en çok kullanılan ölçütler ise şu şekildedir; nüfus büyüklüğü ve yoğunluğu, mekânsal olarak kapladığı alan, ekonomik ve sosyal organizasyon, ekonomik fonksiyonlar, işgücü arz-talebi, idari merkez konumunda olması, sosyal tesislerin varlığı, işyerlerinin çokluğu ve çeşitliliği, gelişmiş ulaşım imkanlarıdır (Avcı, 2004; Darkot, 1972; Frey -Zimmer, 2001; Özçağlar, 2015; Taşçı, 2014; Tümertekin, 1965; Uğur ve Aliagaoglu, 2013). Şehirler, kendisine has özellikleri ve farklılıkları dikkate alınarak tanımlanmalıdır. Şehir tasnifi değişken olmakla birlikte faal nüfusun değişik sektörlerde ve iş kollarında görev aldığı, buna bağlı olarak da birbirinden farklı ve çeşitli fonksiyonların bir arada görüldüğü, bu yönüyle homojen olmayan karaktere sahip yerleşmelerdir.

Şehir sınıflandırmasında birtakım ölçütler dikkate alınır. Bunlar arasında nüfusa ilişkin olarak miktar, alansal dağılım ve yoğunluk, şehirsal fonksiyonların varlığı ve çeşitliliği başlıcalarıdır. Şehir olarak tanımlanan bir yerleşmenin belirlenmesinde fonksiyonlar en önemli unsurdur. Bu, özellikle dar sahalı çalışmalarda büyük önem taşımaktadır (Avcı, 2004). Şehirler sanayi, ticari, idarî, sıhî, turistik, kültürel ve askerî olmak üzere çeşitli fonksiyonları olan yerleşmelerdir. Eğitim kurumları ile ilgili unsurlar kültürel fonksiyon başlığında değerlendirilmektedir. Örneğin tarım dışı faaliyette bulunan nüfusa, kültürel fonksiyonun bir göstergesi olarak öğrenci sayısının eklenmesi ile şehir fonksiyonlarına sahip yerleşmelerin hâkim olduğu yerler bulunabilmektedir (Yücel, 1961: 40-42). Kültürel fonksiyonun baskın olduğu şehirler, çeşitli eğitim basamakları arasında özellikle yükseköğretimin, müze, sergi, sinema, tiyatro ve konser salonlarının sayıca dikkat çekici olduğu yerlerdir. Eğitim kurumlarının son basamağı olan üniversiteler, şehirlerin kültürel fonksiyonlarının önemli göstergelerinden biridir. Yükseköğretimin kurulduğu pek çok alanda, olumlu yönde gelişim ve dinamizm etkili olmaktadır. Üniversitelerin kurulması ile öğrenci ve öğretim elemanı sayılarının hızla yükselmesi nüfus yapısına etki ederken çalışanların, öğrencilerin ve ziyaretçilerin yaptığı harcamalar kentlerin istihdamına ve ekonomik yapısına doğrudan veya dolaylı olarak canlılık kazandırmaktadır (Işık, 2008).

Cumhuriyetin kurulduğu dönemden itibaren geçen 50 yıllık süre içinde Türkiye’de toplam 12 üniversite vardır. Bunların üçü İstanbul’da, üçü Ankara’da, biri Trabzon’da, biri Erzurum’da, biri İzmir’de, biri Diyarbakır’da, biri Adana’da ve biri Eskişehir’dedir (Sargın, 2007: 137-138). 1980’lere kadar ise bu sayı 19’a çıkmıştır. Gün geçtikçe sayıları artan, devlet, vakıf meslek yüksekokulu ve vakıf üniversitesi sayısı günümüzde 208’dir (YÖK, 2022). Bu da Türkiye’de yüksek öğrenim talebinin giderek arttığını göstermektedir. “1990’lı yıllarda küçük ve orta büyüklükteki şehirlerde üniversitelerin kurulmasının nedeni, kuruldukları şehri ekonomik açıdan etkileme potansiyeline sahip olmasıdır. Çünkü üniversiteler buldukları şehri ekonomik olarak geliştirerek, bölgeler arasındaki gelir dağılımını düzenleyici bir role sahiptir” (Demirsoy, 2017: 23-24). Öztürk vd. (2011)’e göre, üniversitelerin siyasi bir karar sonucu kurulduğu, üniversite kurmanın bilimsel kritere dayanmadığı, siyasi kararlara dayandığı belirtilmektedir (Öztürk vd., 2011: 150). Başka bir ifade ile yeni üniversiteler ve fakülteler kurulmasıyla üniversitelerin şehirlerin gelişimine katkı sağlaması ve bir kalkınma aracı olarak görülmesi, eğitim kalitesinin önüne geçmiştir.

Üniversite eğitiminin kitleselleşmesi ile birlikte tüm Anadolu şehirlerinde yükseköğretim kurumları yaygınlaşmıştır. Üniversitelerde nitelikli ve kaliteli eleman sunmak eğitim kalitesini artıran en önemli unsurlardan birisidir (Oral vd., 2019). Öğrenci sayısındaki artışa paralel olarak yetkin öğretim elemanına ihtiyaç artmaktadır. Türk Yükseköğretim Sistemi, 1981 yılında, 19 devlet üniversitesine, yaklaşık %6 brüt okullaşma oranına, 237.000 öğrenciye ve yaklaşık 21.000 öğretim elemanına sahipken (Günay ve Günay, 2017), 2022 itibarıyla 129’u devlet ve 79’u vakıf üniversitesi olmak üzere toplam 208 üniversiteye, %100’ü aşan brüt okullaşma oranına, yaklaşık 185 bin öğretim elemanı ile 8,3 milyon öğrenciye ulaşmıştır (YÖK, 2022). Öğrenci sayısı üniversite sayısına göre yaklaşık 3 kat artarken, öğretim elemanı oranı düşük kalmaktadır.

Türk Yükseköğretim sistemi bu nicel büyümeye rağmen mevcut kapasitesinin altında bilimsel yayın ve teknoloji ürettiği görülmüş ve bilimsel yayın sayısındaki artışa paralel olarak bu yayınlara yapılan atıflarda aynı artış sağlanamamıştır. Yükseköğretim sistemimizin nicel yönünün yanı sıra niteliğinin bir başka deyişle mahiyetinin ele alınması gerekmektedir (Günay ve Günay, 2017: 177).

Ülkemiz, üniversitelere kayıtlı öğrenci sayısı bakımından dünyada önemli bir yere sahiptir. Yaklaşık 8 milyon üniversite öğrencisine sahip olan Türkiye, öğrenci sayısı bakımından Avrupa’da ilk sırada yer almaktadır (EUROSTAT, 2020).

Öğrencilerin ailelerinden ayrılıp geldikleri mekâna, kısa sürede uyum sağlayabilmeleri için ihtiyaçlarının karşılanması gerekir. Bu durum öğrencilere yönelik çeşitli iş kollarını ve işyerlerini ortaya çıkarmaktadır. Her öğrencinin en temel ihtiyaçları olarak; kalacak yer, yiyecek-içecek, giyinme, kırtasiye, çeşitli ev eşyaları belirtilebilir. Dolayısıyla öğrencilerin yoğun olduğu alanlarda, barınmak için apart, yurt veya küçük metrekareli evlerin yanı sıra yeme-içme, giyim, kırtasiye, temel ev eşyası vb. ihtiyacı için çok sayıda ve çeşitte işyerleri de dikkat çekmektedir. Bu tür işyerleri öncelikli olarak öğrencilere dönük bir hizmet amacıyla kurulmuş olmakla birlikte doğal olarak şehirde yaşayan herkes bunlardan faydalanmaktadır.



Bu çalışmada üniversite şehri, öğrenci şehri kavramlarının nasıl belirlenebileceği sorusuna cevap aranmaktadır, başka ifade ile böyle tanımlanabilecek bir yerleşmeyi diğer şehirlerden ayıran faktörler neler olmalıdır? sorusunun cevabını bulmak temel motivasyonu oluşturmıştır.

Yapılan ilk çalışmalardan birinde, meslek ve istihdama ilişkin 1930 yılı verileri kullanılarak ABD şehirlerinin fonksiyonel sınıflaması yapılmıştır. Harris'e göre, bir üniversite şehrinde üniversiteye kayıtlı öğrenci sayısının, kent nüfusuna oranının %25 kadar olması gerekmektedir (Harris, 1943). Şehirlerin sınıflandırılması için tek bir ölçüt kullanmak yeterli değildir. Ülkemizde, özellikle büyük şehirlerde, öğrenci sayısı yüksek olan, ancak üniversite şehri niteliğinde olmayan pek çok yerleşme vardır. Bunları ayırt edebilmek için konuyu çok yönlü ele almak ve nüfus ile birlikte diğer kriterleri de tartışmak gerekmektedir.

Konuya ilişkin olarak, Glasson, şehirdeki üniversite öğrencilerinin, personelin ve ziyaretçilerin harcamalarının dikkate alınması, mal-hizmete ulaşımın kolay ve çeşitli olması, öğrencilere konaklama ve iş imkanlarının sunulması öğrencilerin kiralık konut piyasasına etkisi, üniversite kütüphaneleri ve müzelerin halka açık erişimli olması, şehirdeki toplu taşıma imkanlarının yaygınlığı, kültürel aktivitelerin sıklıkla yapılması, üniversitelerdeki teknoloji araştırmalarının sanayi ile bağlantıları ve iş birliklerinin varlığı, konferans, sempozyumlarla yerel turizmin desteklenmesi, üniversitelerin sürdürülebilir, çevresel gelişime etkileri ve kentsel yenilenmeye katkıları gibi çok çeşitli ölçütlerin kullanılabilmesini belirtmiştir (Glasson, 2003). Benzer şekilde bir başka çalışmada da öğrenci şehirleri ile ilgili olarak öğrencilerin kendilerini rahat ve özgür hissetmesi, kütüphanelerin çalışma zamanlarının esnek olması, ev sahiplerinin öğrencilere karşı yardımsever olması, öğrencilere ucuz ve kaliteli hizmetin verilmesi, yerel kararlarda öğrencilere rol verilmesi, öğrenciler ile diğer yerel paydaşlar arasındaki ilişkilerin güçlü olması gibi ölçütler ileri sürülmüştür (Russo vd., 2003). Bunların dışında üniversite ile bölgesel/yerel aktörler arasındaki ortaklık sayısı, akademik araştırmaların şehre katkıları, üniversite tarafından kurulan araştırma merkezlerinin sayısı, üniversitenin çekim gücü sayesinde bölgede kurulan işletmelerin sayısı, rekabetçi küresel ekonomik düzende üniversitenin rolü, üniversitenin beşeri sermayenin geliştirilmesindeki etkisi, üniversitenin bölgenin sosyal, kültürel ve çevresel gelişimine katkısı (OECD, 2007), üniversite faaliyetlerinin anlık ve bölgesel ekonomik akış etkilerinin incelenmesi ve girdi-çıktı analizi (Brownrigg, 1973), öğrenci göçleri ve şehirdeki öğrencilemiş bölgelerin incelenmesi (Duke, 2009; Wu ve Wilkes, 2017), üniversitenin şehirle olan fiziksel ve işlevsel bağlantısı ve üniversite-şehir ara yüzünü etkileyen ara alanların incelenmesi (Lee vd., 2014), şehirdeki konaklama imkanları, üniversite öğrencilerinin özel sektöre ve konut sektörüne etkisi, öğrenci nüfusu, şehirdeki öğrenci işgücü oranlarının yüksek olması, üniversitelerin şehirde gelir kaynağı ve iş yaratımı sağlaması, üniversitelerin belli alanlarda uzmanlaşmış olması (Hubbard, 2008), öğrencilerin ve mezunların şehirlere etkisi, üniversite ve sanayi arasında bilgi alışverişi, şehirdeki öğrenci harcamaları, işgücü, konut piyasası, ekonomiler ve topluluklara etkisi (Munro vd., 2009; Wolf, 2015), ulaşımın çok gelişmiş olması, şehrin merkezinde büyük araştırma üniversitesi olması, nüfusun %10'dan fazlasının öğrenci olması (<http://universitycities.org/>) gibi pek çok başka ölçüt de ileri sürülmüştür. Bu çalışmada ise tüm bu ölçüt önerilerinden, ülkemiz koşulları göz önüne alınarak veri bulunabilenler irdelenerek Eskişehir'deki durum ortaya konmuş ve buna dayalı olarak bir değerlendirme yapılmıştır.

Türkiye’de üniversite ile ilgili çalışmalar çoğunlukla öğrencilerin şehre ilişkin algısı, üniversitelerin yerel ekonomiye katkıları ve şehirleşmeye etkileri üzerinde yoğunlaşmıştır. Bunun temel sebebi ülkemizdeki çoğu üniversitenin yeni kurulması ve mekânsal analiz gerektirecek konuma gelmesi için zamana ihtiyaç olmasıdır.

Türkiye’de üniversite ve şehir ilişkisini ele alan çalışmalar bulunmaktadır<sup>2</sup>. Konuya ilk yer veren araştırmacılardan birisi olan Göney, üniversite şehirlerinin kültürel açıdan öne çıkan ve çeşitli sanatsal etkinliklerin düzenlendiği yerleşmeler olduğunu belirtmiştir (Göney, 1977: 204-208; 2017: 225-233). Daha sonrasında yapılan başlıca çalışmalar ve konuları şöyledir; Üniversitelerin kentleşme üzerine etkileri (Işık, 2008), üniversitelerin gelişim sürecini ele alarak üniversitelerin bölgeler arası gelişmişliğe ve eşitliğe katkısı (Sargın, 2007), üniversite öğrencilerinin harcamalarının analizi ile ekonomiye katkıları (Aslan ve Sırrım, 2019; Çetin vd., 2008; Demireli ve Taşkın, 2013; Uğur ve Aliagaoglu, 2013), üniversite şehirlerinin markalaşma potansiyeli ve markalaşma yolundaki gelişimi (Çağlayandereli, 2013), üniversite kaynaklı doğrudan ve dolaylı harcamaların Eskişehir ekonomisine katkısı, doğrudan ve dolaylı olarak yerel istihdama etkisi (Taşçı vd., 2008), Anadolu Üniversitesinin sosyal, ekonomik ve kültürel açıdan şehre kattığı değerler, üniversitenin bütüncül anlamda kente sosyokültürel etkisi (Taşçı vd., 2011), Süleyman Demirel Üniversitesi öğrencilerinin, Isparta’daki yaşam şartları, esnaf, yerli halk ve ev sahipleri ile ilgili algıları (Akçakanat vd., 2010), üniversitelerin bölgesel kalkınma, şehirleşme ve demokrasi kültürünün yerleşmesine etkisi (Torun ve Öztürk, 2013), Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi öğrencilerinin Burdur kent imajına ilişkin algıları (Demirel, 2014), üniversite öğrencilerinin İstanbul’a ilişkin algıları (Sağdıç, 2014), farklı ülkelerden gelmiş lisans, yüksek lisans ve doktora öğrencilerinin, Isparta şehrini nasıl algıladıkları, şehir ile ilgili zihin haritaları (Keçeli, 2016), Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi’nin, net göç miktarı ile net göç hızları üzerindeki etkileri ve net göç hızları (Işık ve Uğraş, 2018), üniversitelerin şehirlere olan demografik, ekonomik, mekânsal, sosyal, kültürel katkıları (Kömür, 2021; Küçükçaylı ve Telli, 2017; Onsekiz, 2018; Uygun vd., 2016; Yavuzçehre, 2016) ele alınmıştır.

Türkiye’de yayınlanan çalışmalar dikkate alındığında, üniversite şehrinin hangi ölçütlere göre belirlenebileceğine ilişkin bir bilginin bulunmadığı göze çarpmaktadır. Bunun temel nedeni ülkemizde 1933’ten bu yana kurulmaya başlanan üniversitelerin en köklü olanlarının büyük şehirlerde bulunmasıdır. Şehirlerin büyüklüğü üniversitelerin çeşitli anlamlardaki etkilerinin görünürlüğünü gölgelemiş veya silikleştirmiştir. 1990’lardan sonra yaygınlaşan üniversitelerin şehirdeki etkisini görmek için ise henüz yeteri kadar zaman geçmemiştir. “Kent yapısında değişiklikler meydana getiren üniversiteler, eğitim sistemimizin en üst seviyesinde yer alan ve beşerî sermayeyi oluşturan kurumlarımızdır. Kentleşme sürecinde, sanayi ve üniversitelerin katma değeri arasında farklılık bulunmaktadır. Sanayinin katma değeri kısa vadede kendini ortaya çıkarırken, eğitim sonucu oluşan beşerî sermayenin katma değeri yıllar sonra ortaya çıkmaktadır (Çatalbaş, 2007: 96). Bu nedenle üniversite şehri hangi ölçütlerle belirlenebilir sorusu ön plana çıkartılarak bu çalışma yapılmıştır.

## **2. Çalışmanın Amacı ve Önemi**

Eskişehir, yaygın olarak bir üniversite şehri kabulüne sahiptir. Bu algının bilimsel ölçütler kullanılarak ortaya konması önemlidir çünkü böyle bir belirleme bir yandan Eskişehir’in üniversite şehri

kimliğini somut hale getirecek, diğer taraftan ortaya konan ölçütler şehir sınıflandırması açısından literatüre önemli bir katkı sağlayacaktır.

Birden fazla üniversite bulunan şehirlerimiz 2006'ya gelinceye dek sadece İstanbul, Ankara, İzmir ve Eskişehir'dir. Dolayısıyla Eskişehir ile ilgili üniversite şehri kavramı düşüncesi geçmişe dayanmaktadır. 2018 yılı itibarıyla üç devlet üniversitesine ev sahipliği yapan Eskişehir, taşrada yer alan bir Anadolu şehri olmasına karşın üniversite öğrencileri tarafından en çok tercih edilen şehirlerden biridir. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi (ESOGÜ) 30.347, Anadolu Üniversitesi 23.746, Eskişehir Teknik Üniversitesi (ESTÜ) 14.208 kişi ile toplamda 70.000 dolayında örgün eğitim öğrencisi vardır. (YÖK, 2022). Ayrıca 1982 yılında kurulan Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi de yaklaşık 2 milyon kayıtlı öğrenciye sahiptir. Açıköğretim Fakültesi Öğrenci İşleri Daire Başkanlığından alınan verilere göre bu 2 milyon kayıtlı öğrencinin 900 bin kadarı aktiftir ve yaklaşık 20 bin öğrencisi de daimi olarak Eskişehir'de oturmaktadır (AÖF, 2019). Bu durumda toplamda kabaca 90 bin kadar öğrencinin sürekli bulunduğu Eskişehir, eğitim fonksiyonu bakımından dikkat çekici bir niteliğe sahiptir.

Bu araştırmanın temel amacı, giriş kısmında vurgulandığı üzere üniversite şehri-öğrenci şehri kavramlarının nasıl belirlenebileceğini, böyle bir yerleşmeyi diğer şehirlerden ayıran ölçütlerin neler olacağını ortaya koymaktır.

Eskişehir, coğrafi bakış açısı ile farklı yönleri ele alınarak çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Buna rağmen Eskişehir modeli ele alınarak, üniversite şehri kriterleri oluşturmaya yönelik şehir sınıflandırması ilk kez bu çalışma ile yapılmıştır. Çalışma sonucunda belirlenen nitel ve nicel kriterlerin benzer konudaki çalışmalara kılavuzluk etmesi ve şehir sınıflandırmasında uygulanabilecek bir yöntem olarak kullanılması açısından önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

### 3. Araştırma Problemi, Materyal ve Metot

Bu çalışmanın temel problemi şunlardır: Şehirlerin sınıflandırılmasında, üniversite şehri tanımlaması yapmak için bazı ölçütlerin kullanılması olası mıdır? Eğer mümkünse bu ölçütler neler olabilir?

Yapılan araştırmada, konuya bağlı ilişkiyi açıklamak amacıyla birtakım öngörülerde bulunulmuştur.

Bunlar;

1- Öğrenci ihtiyaçlarının karşılanması için barınma, yeme-içme, sosyalleşme alanları olmak üzere çeşitli iş yerleri ve iş kolları ortaya çıkmış olmalı ve bunlar kimi yerlerde yaygın olmasıyla dikkat çekmelidir.

2- Şehirde mekânsal olarak dağılıp gösteren; küçük m2'li konutlar, ikinci el eşya alım satımı yapan işyerleri, ilk ortaya çıkmaya başladıkları dönemdeki adları bir milyonu olan ucuzluk pazarları, ev yemekleri yapan işyerleri, fast-food mekânları, kitapçılar, kırtasiye, fotokopici ve matbaalar, çamaşır yıkama dükkânları, küçük araçlı nakliyeciler, emlak ve inşaat dükkânları, tütüncüler, kafe, bar ve eğlence merkezleri öğrencilerin sayıca fazla oldukları alanlarda dikkati çekecek kadar yoğunlaşmış ve kimi alanlarda topluca bir arada bulunmalıdırlar.

Eskişehir'in üniversite şehri özelliğinin ölçülmesi mümkün müdür? sorusundan yola çıkılarak oluşturulan bu çalışma birtakım aşamalardan geçmiştir. Yapılan önceki çalışmalardan ayrı olarak, üniversite şehri kriterleri Eskişehir örneği ele alınarak oluşturulmuştur. Amaca yönelik olarak Eskişehir; üniversiteye kayıtlı öğrenci nüfusu, ulaşım özellikleri, mal ve hizmete erişim, barınma, yerel yönetimlerin desteği, istihdam, sosyo-kültürel imkânlar bakımından ele alınmıştır. Coğrafi açıdan önemli bir gösterge olan şehirsellik mekân kullanımını tespit etmek için saha çalışmaları yapılmıştır. Araştırmada, Üniversite Caddesindeki işletmeler ve üniversite öğrencilerinin yoğun olduğu mahalleler incelenmiştir. Elde edilen veriler ile şehir içi arazi kullanımı ve üniversite şehri kriterleri oluşturma arasındaki bağlantı veya paralelliklerin varlığı sorgulanmış, bunlara ilişkin gözlemler yapılmıştır. Bu araştırmada nitel araştırma tekniklerinden olan, Glaser ve Strauss (1967) tarafından geliştirilen kuram oluşturma tekniği kullanılmıştır. Bu tür çalışmalarda mevcut görüşlere ve eğilimlere özgün bir bakış açısından söz edilmektedir. Bu çalışmada da Eskişehir hakkında var olan üniversite şehri kavramı nitelendirilmiştir. Söz konusu teknikte, analiz süreci ile veri toplama birlikte ilerlemektedir. Araştırmacı elde edilen verilerden yola çıkarak kendi kavramlarını üretmektedir. Çalışmada veri toplama tekniklerinden belgesel (doküman) araştırmaları, sahada yapılan gözlemler kullanılmıştır. Belgesel araştırmalar kapsamında TÜİK, belediyeler, çeşitli kamu kuruluşlarının ilgili birimlerinden elde edilen veriler kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında Eskişehir merkez mahallelerinin yaş gruplarına göre nüfus miktarlarına ihtiyaç duyulmuştur. Bunun için TÜİK ile iletişime geçilerek özel bilgi talebi oluşturulmuş ve nüfusun yaş gruplarına göre Eskişehir'de alansal dağılışıyla ilgili veriler elde edilmiştir. Bu verilere dayalı olarak mahallelere göre genç nüfusun dağılışı haritalanmıştır. Daha sonra Eskişehir merkez ilçelerinde, üniversite öğrencilerine ilişkin hizmet veren işletmelerin, işyeri hizmet kolu ve adres bilgisi gibi çeşitli verileri temin edilmiştir. Çalışmada kullanılmak üzere, diğer nüfus grupları ile kıyaslandığında çoğunlukla öğrencilerin ihtiyacını karşılamaya dönük oldukları ve öğrencilerin ağırlıklı olarak kullandıkları mekânlar olarak düşünülen kafeterya, pasta-börek dükkânları, lokantalar, ikinci el eşya alım-satım dükkânları, çamaşır yıkama ve kuru temizleme dükkânları, kitap-kırtasiyeciler, erkek-kadın kuaförleri, büfe, bakkal, tütüncüler ve spor salonlarına ait istatistikler temin edilmiştir. Eskişehir Büyükşehir Belediyesi (EBB) Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Şube Müdürlüğünden şehrin plânı alınmış ve öğrencilere hizmet amaçlı işyerlerinin çoğunlukta olduğu Üniversite Caddesi üzerinde bulunan işyerleri bu harita üzerinde sınıflandırılarak gösterilmiştir. Böylece öğrencilere yönelik açılan işletmelerin alansal dağılışı ortaya konulmuş ve yoğunlaşma alanları tespit edilmiştir. İnternet ortamında öğrenci apartlarına yönelik olarak tüm web siteleri incelenmiş, reklam ve tanıtımlar derlenmiş ve harita üzerine konumlarına bağlı olarak aktarılmıştır. Kredi Yurtlar Kurumu (KYK)'ndan öğrenci yurtlarının konumlarına ilişkin veriler temin edilmiştir. Böylece apart ve yurtların kapasitesi, yoğunluğu ve konumuna dayanılarak üniversite öğrencilerinin en çok nerelerde konakladığına dair çıkarımlarda bulunulmuştur. Sonrasında EBB'nin Ulaşım Daire Başkanlığı'ndan üniversite yönünde hizmet veren tüm toplu taşıma hatlarına yönelik vasıta sayısı, sefer sıklığı ve güzergâhları hakkında sayısal veriler elde edilmiş ve böylelikle öğrenciler için şehir içi ulaşımın durumu ortaya konmuştur. Diğer yandan şehirdeki üç üniversitenin öğrenci sayısına ilişkin istatistikleri ayrıntılı bir şekilde analiz edilmiştir. Üniversitelerin öğrenci işleri daire başkanlıklarından, öğrenci sayılarına ilişkin geçmişe dönük

istatistikler ve Yükseköğretim Kurulu (YÖK) web sitesinden öğrenci istatistikleri elde edilmiştir. Ayrıca Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fak. Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı'ndan Eskişehir'de yaşayan öğrencileri tespit edebilmek için ders katılım istatistiklerine bakılarak aktif-pasif öğrenci miktarına ilişkin veriler alınmıştır.

Üniversite şehri kavramı bu çalışmanın odağı durumundadır. Bir şehrin tanımı yapılırken, nasıl belli kriterler kullanılıyorsa benzer şekilde bir yere üniversite şehri denilebilmesi için de o yerin hangi nitelikleri göz önüne alınmalıdır sorusunun cevabı aranmıştır. Buna göre daha önce yapılan çalışmalar irdelenerek bir çerçeve çizilmiştir. Üniversite şehri kavramını ele alan çalışmalarda üniversite şehri ölçütü olarak; üniversitedeki öğrenci nüfusu, ulaşım, şehrsel toponimi, şehir hayatı, öğrenci konut ilişkisi, akademik ve kültürel faaliyetlerin düzenlenmesi ile bu faaliyetlere katılım/harcama miktarı, üniversite ve şehir kültürü ilişkisi, araştırma üniversitesinin ve kütüphanelerin varlığı, sosyal çatışma, öğrencilerin şehir, şehir halkının ise öğrenci algısı, buna dayalı olarak misafirperverlik nitelikleri, şehirde öğrencilerin dikkat çekecek kadar görünür olmaları, öğrencilere dönük şehrsel mekân kullanımları ve bu mekânların üniversiteye olan mesafesi ile öğrenci ve yeni mezunların eğitim kollarına dayalı olarak kısa süre içerisinde istihdam sağlaması nitelikleri değerlendirilmiştir. Tüm bunlara ek olarak, saha gözlem çalışmaları sonucunda şehir içindeki tüketim türü seçimlerinin ve mekânlarının çeşitliliği, üniversite öğrencisi hedeflenerek inşa edilen apart ve yurtların yoğunluğu, eğlence, sanat ve kültür merkezleri, kırtasiye, matbaa, kütüphane sayılarının alansal olarak yoğunlaşmalarının da dikkate alınması gerektiği ve ölçüt olarak kullanılabilmesi düşünülmüştür.

Yukarıda verilen ölçütlerin hepsi tek tek analiz edildikten sonra bu çalışmada kullanılmak üzere bir düzenleme yapılmıştır. Bunların yanı sıra bir şehrin güvenlik açısından istikrarlı olması, güvenli ve huzurlu olması da kriter olarak ele alınabilmektedir. Ancak Eskişehir'e dönük olarak şehir güvenliğine ilişkin bir veri temin edilemediği için buna yönelik bir değerlendirme yapmak mümkün olmamıştır. Bu çalışma için belirlenen ölçütler iki ana gruba ayrılarak kullanılmıştır;

a. *Beşerî Unsurlar*: Üniversiteye kayıtlı öğrenci nüfusu, ulaşım özellikleri, mal ve hizmete erişim, barınma, yerel yönetimlerin desteği, istihdam, sosyo-kültürel imkânlar,

b. *Mekânsal Göstergeler*: Öğrencilere dönük şehrsel mekân kullanımları

Tüm ölçütler tek tek ve karşılıklı ilişkiler yönüyle değerlendirilerek Eskişehir'deki öğrenci varlığı ve bu kitleye hitap eden, hizmet veren işletmelerin mekânsal görünümüne etkisi dikkate alınmış ve sonuçta bir üniversite şehri tanımı yapmak için kullanılacak ölçütlere dayalı belirlemeler, ölçüt önerisi ile üniversite şehri tanımı yapılmıştır. Böylece Türkiye'deki sosyal, ekonomik ve kültürel yapı düşünülerek ve çalışma sonucu elde edilen verilere dayanarak ilk kez bir üniversite şehri nasıl tanımlanabilir sorusu cevaplanmıştır.

## 4. Bulgular

### 4.1. Eskişehir'in Tarihsel Gelişimi ve Üniversiteler

Üniversitelerin, şehrin gelişimine katkısını daha iyi anlamak için ilk önce şehrin gelişiminde rol oynayan dönüm noktası olarak değerlendirilebilecek nitelikte ve önemde olan etmenleri vurgulamak gerekmektedir. Bunlara kısaca değinilecek olursa şunlar dikkati çekmektedir. Öncelikle Cumhuriyet

öncesinde Eskişehir'in gelişiminde rol oynayan ilk ve en önemli etmenler 1890'lı yıllarda hizmet vermeye başlayan demiryolu hattı ve göçmenlerdir. 1924'te Cer Atölyesinin, 1926'da Tayyare Bakım Atölyesinin ve hemen ardından 1933 yılında Şeker Fabrikası'nın kurulması şehirde sanayinin temellerini oluşturmuş ve sanayinin yanı sıra şehirselleşmeye de önemli katkı sağlamıştır. Buna bağlı olarak yeni istihdam alanları oluşmuş, şehir daha çok göç almaya başlamış ve yeni mahalleler kurulmuştur. Örneğin batı-kuzeybatı kesiminde un ve kiremit fabrikalarının açılmasından dolayı Kırmızıtoprak ve Yenibağlar mahalleleri kurulmuştur. TULOMSAŞ'ın 1940'ta kurulması ile hem şehrin hem de Türkiye'nin en önemli sanayi kuruluşlarından biri faaliyete başlamıştır. 1956 yılında basma, 1960'ta yem ve çimento fabrikalarının kurulması ile şehir giderek ekonomik ve ticaret alanını canlandırmıştır. 1958 yılında Yüksek İktisat Okulunun açılması ile günümüzdeki Anadolu Üniversitesi'nin temelleri atılmış, eğitim fonksiyonunun gelişimi başlamıştır. 1982 yılında Açık öğretim Fakültesinin kurulması ise önemli kilometre taşlarından biri olmuş ve şehir Türkiye'deki tüm öğrenciler için çekim merkezi olmuştur. 1987 yılında kentin kuzeyinde kurulan TUSAŞ Uçak Motor Fabrikası da büyük gelişmelerden birisidir (Ertin, 1994).

2000'li yıllarda Eskişehir, yaşanan hızlı sanayileşme süreci ve şehirleşme sayesinde gelişmeye devam etmiştir. 2009 yılında hizmete açılan yüksek hızlı tren hattının duraklarından birisinin Eskişehir olması, illerarası nüfus hareketlilikleri için önemli bir unsur olmuştur. Eskişehir coğrafi konumu sebebiyle, ülkemizin önemli merkezlerine sağladığı ulaşım kolaylığı bakımından kritik öneme sahip bir kavşak noktası durumuna gelmiştir. Anadolu'nun sanat ve kültür şehri olarak da dikkati çeken Eskişehir, 2013'te Türk Dünyası Kültür Başkenti seçilmiştir. Eskişehir günümüzde sahip olduğu doğal ve tarihi özellikleri ve kültürel yapısıyla rekreasyonel faaliyetlerin geliştiği ve bu yönüyle ön plana çıkan şehirlerden biridir. Başka bir deyişle şehir, son yıllarda, sahip olduğu tarihi, mimari yapısı, müzeleri, yeşil alanları ve canlı şehir yaşamının etkisiyle, birçok yerli ve yabancı turist için dikkati çeken bir destinasyon haline gelmiştir (Yorulmaz, 2019). 2018 yılında üçüncü devlet üniversitesi Eskişehir Teknik Üniversitesi kurulmuş, üniversitenin önümüzdeki yıllarda şehrin eğitim fonksiyonuna katkı sağlaması ve gelişim yönünü etkilemesi beklenmektedir.

Eskişehir'deki üniversitelerin gelişimi hakkında ise özetle şunlar söylenebilir;

İlk olarak 6 Kasım 1958 tarihinde Anadolu Üniversitesinin çekirdeğini oluşturan Eskişehir İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi kurulmuştur. 1982'de ise hem iktisat hem de mühendislik ve mimarlık akademileri bir araya getirilerek Anadolu Üniversitesi oluşturulmuştur. Anadolu Üniversitesi bünyesinde 12 fakülte yer almaktadır ve bunların 3 tanesi açıktan öğretim hizmeti vermektedir. Buna ek olarak bir devlet konservatuarı, altı yüksekokul ve meslek yüksekokulu, beş enstitü ve 25 araştırma merkezi bulunmaktadır. 2021-2022 eğitim öğretim yılında Anadolu Üniversitesi'nde örgün öğrenci sayısı yaklaşık 24 bindir (YÖK, 2022). 1981 yılında yürürlüğe giren ve 1982'de uygulamaya konulan 41 sayılı Kanun hükmüne göre Anadolu Üniversitesi, yeterli alt yapıya sahip olmasından dolayı açıköğretim sistemi ile eğitim verme hakkına sahip ilk üniversite olmuştur. Bu sistem ile kurulan ilk fakülte olan Açıköğretim Fakültesi günümüzde 2 milyona yakın öğrenciye sahiptir, üniversite yetkililerinden alınan bilgiye göre bu öğrencilerin yaklaşık olarak 20 bini Eskişehir'de sürekli kalmaktadır (AÖF, 2019).

Eskişehir'in ikinci devlet üniversitesi olan Eskişehir Osmangazi Üniversitesi (ESOGÜ) ise, ilk aşamada Anadolu Üniversitesine bağlı olan mühendislik, mimarlık, tıp, fen-edebiyat fakülteleri ile üniversite hastanesi 18 Ağustos 1993 tarihinde kararname ile ESOĞÜ'ye bağlanmıştır. Ancak Mimarlık Akademisinin kuruluşu olan 1970 yılı, üniversitenin kuruluş yılı olarak kullanılmaktadır. Üniversitenin 2021-2022 yılı örgün öğrenci sayısı yaklaşık 31 bindir (YÖK, 2022). Bünyesinde 12 fakülte, iki yüksekokul, beş meslek yüksekokulu, dört enstitü ile 39 uygulama ve araştırma merkezi yer almaktadır (ESOGÜ, 2022).

Son olarak Eskişehir Teknik Üniversitesi (ESTÜ), 18 Mayıs 2018 tarihinde şehrin üçüncü devlet üniversitesi olarak eğitim ve öğretime başlamıştır. ESTÜ'nün 2021-2022 yılı örgün öğrenci sayısı yaklaşık 15 bindir (YÖK, 2022). Üniversitede beş fakülte, iki meslek yüksekokulu, bir yüksekokul, üç enstitüsü ile dört araştırma ve uygulama merkezi yer almaktadır. ESTÜ'nün kurulduğu yerleşke olan İki Eylül, önceden Anadolu Üniversitesine bağlı olmakla birlikte günümüzde yeni üniversitenin ana yerleşkesidir.

#### 4.2. Üniversite Şehri Kriterleri Açısından Eskişehir

Ülkemizde 1990'lardan beri üniversiteler, şehirlerin alansal gelişim yönü üzerine az ya da çok etki etmektedir. Eskişehir'de üniversitelerin konumu ile şehrin gelişim yönü arasında paralellik görülmektedir. Şehrin gelişimini, Anadolu Üniversitesi kuzeybatı yönünde, Osmangazi ise güneybatı yönünde etkilemektedir. Bu yönüyle düşünüldüğünde yeni kurulan ESTÜ'nün de Eskişehir'in kuzeydoğu yönünde bir gelişme alanı oluşturacağı öngörülebilir.

Üniversiteler ile şehrin birbirine olan bağlantısı, mekânın kullanımını biçimini ve türünü, şehre ilişkin algıyı, önemli ölçüde etkilemektedir. Üniversiteler, bünyesinde eğitim-öğrenim gören gençler sayesinde kurulduğu şehre hareketlilik katar, şehrin büyüme yönü ve hızını doğrudan etkiler. Dünyada üniversite şehri olarak bilinen yerler özellikle öğrenci nüfus oranı yüksek, mühendislik, tarım vb. gibi belli konularda ünlenmiş üniversitelerin bulunduğu şehirlerdir. Gerçek üniversite şehirleri küçük şehirlerde ünlü ve büyük üniversiteler bulduran merkezlerdir (Göney, 2017). Ülkemizde kitleselleşmiş yükseköğretim yerine bu tür uzmanlaşmış üniversitelerin ve hatta belirlenen alanlarla uyumlanmış şehirlerin olması eğitimin kalitesini şüphesiz arttıracaktır. Böylece üniversiteler sayesinde bazı hizmetler şehirde yaygınlaşmakta ve şehir sakinleri de dolaylı olarak bu hizmetlerden istifade edebilmektedir.

Bazı hizmetlerin şehirde daha kaliteli olarak sunulması yine üniversitelerin mevcut oluşu ile mümkündür. Örneğin, üniversite bünyesinde araştırma hastanesinin bulunması halinde, sunulan sağlık hizmetlerinin kalitesinde artış olacaktır (Uğur ve Aliagaoglu, 2013). Aynı zamanda etki sahası haline gelmesini sağlamaktadır. Örnek olarak Osmangazi Üniversite Hastanesi hem şehir halkına hem de çevre illere önemli hizmetler vermektedir. Bir diğer örnek ise Anadolu Üniversitesi Devlet Konservatuarı'nın düzenlediği etkinlikler sayesinde yerel halk sanatsal etkinliklere kolay ve bazen ücret ödmeden erişebilmektedir.

Eskişehir, üniversite şehri ölçütlerinden beşerî unsurlar; üniversiteye kayıtlı öğrenci nüfusu, ulaşım özellikleri, mal ve hizmete erişim, barınma, yerel yönetimlerin desteği, istihdam, sosyo-kültürel

imkânlar olmak üzere yedi başlıkta incelenmiştir. Bu kriterler sırasıyla ele alındığında şu sonuçlara ulaşılmıştır:

*Üniversiteye kayıtlı öğrenci nüfusu*, üniversite şehri kriterleri arasında önemli göstergelerden biridir. Harris'in 1930'da yaptığı şehir sınıflandırmasında üniversite şehirleri için nüfusun en az %25'inin üniversitelere veya yüksekokullara kayıtlı olması gerektiği belirtilmiştir (Harris, 1943). Ancak günümüzde bu oranın hayli yüksek bir değer olduğu da açıktır. Büyük şehirlerin nüfus miktarının yüksek ve heterojen yapıda olması üniversitelerin görünürlüğünü ve tesirini azaltmaktadır. Bu nedenle küçük şehirlerde, üniversite öğrencilerinin toplam nüfusa oranı daha fazla ve kolay hissedilebilmektedir. Buna en açıklayıcı örnek olarak Oxford verilebilir, toplam nüfusunun 162.000 ve öğrenci nüfusunun 33.000 kadar olması ile öğrencilerin nüfus içindeki oranı %21 dolayındadır (Oxford City Council, 2021). Bu oran, Oxford şehrinde, öğrencilerin varlığının baskın bir şekilde hissedildiğini göstermektedir. Buna göre bir değerlendirme yapıldığında Eskişehir'de öğrencilerin oranının %12 kadar olması bunun tek başına yeterli olamayabileceğini yansıtmakta doğal olarak başka ölçütlerin de dikkate ve değerlendirmeye alınmasını adeta zorunlu kılmaktadır.

Eskişehir bu ölçüt yönüyle değerlendirildiğinde benzerliklerin yanı sıra bazı farklar da görülmektedir. Eskişehir'in merkez ilçeleri olan Tepebaşı ve Odunpazarı'nın 2020 yılı toplam nüfusu 797.708'dir (TÜİK, 2021). Eskişehir, üniversite öğrencilerinin varlığının belirgin ölçüde hissedildiği bir şehirdir. Ülkemizde yükseköğretimde okuyanların yaş dağılımını ağırlıklı olarak 17-24 yaş aralığındaki öğrenciler oluşturmaktadır. Lisansüstü eğitim ile birlikte bu 25-29 yaş aralığına kadar ulaşabilmektedir. Türkiye geneli ile karşılaştırıldığında, Eskişehir nüfusunun yaş gruplarına bölünüşü incelendiğinde en büyük paya sahip yaş grubunun 20-24 yaş aralığı olduğu görülmüştür. Genel olarak *yükseköğretim çağı* nüfusu olarak da adlandırılabilir olan, üniversiteye başlangıçtan lisansüstü eğitimin kabaca sonunu da içeren yaş aralığı durumundaki 17-29 yaş grubu nüfusunun toplam nüfus içindeki oranı %22 dolayındadır (Çizelge 1). Bu değer Eskişehir'in nüfus açısından son derece genç ve dinamik bir yapıda olduğunu göstermektedir.

**Çizelge 1.** Türkiye'de ve Eskişehir merkez ilçelerinde üniversite çağındaki genç nüfusun yaş gruplarına bölünüşü (2020)

	Yaş aralığı	Nüfus	Nüfusa oranı (%)
Türkiye	15-19	6.229.709	%7,3
	20-24	6.741.580	%7,9
	25-29	6.476.899	%7,6
Eskişehir	15-19	51.252	%6,4
	20-24	67.129	%8,4
	25-29	60.459	%7,6
	Toplam	178.840	%22,4

**Kaynak:** TÜİK, 2021.

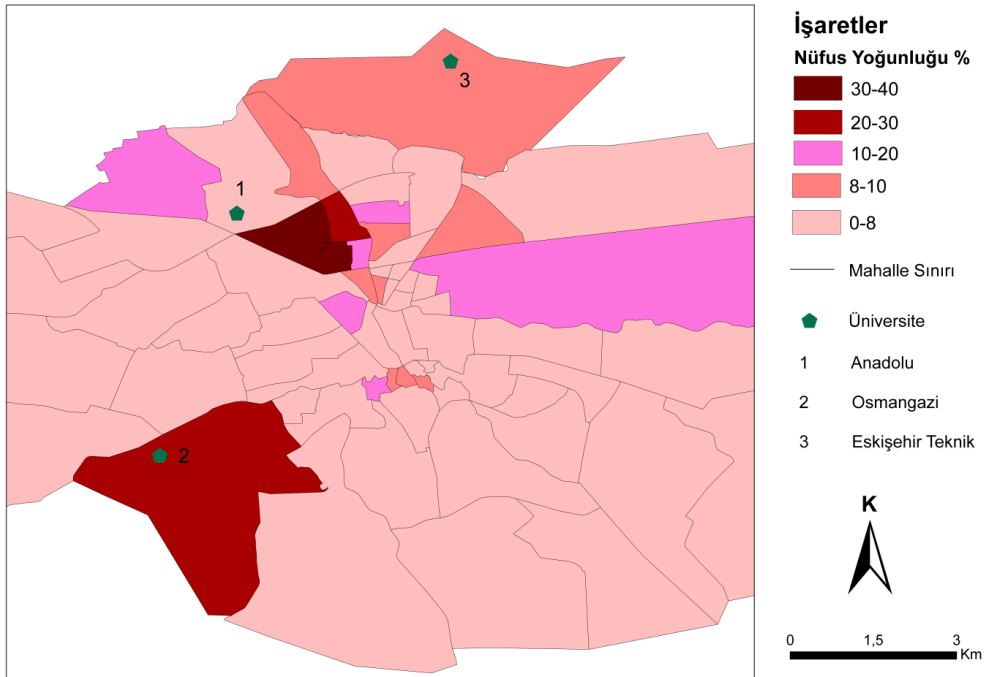
Söz konusu yaş grubundaki farklılığı, öğrenci sayıları da doğrulamaktadır. Elde edilen verilere göre Eskişehir'deki öğrenci sayısına ilişkin ilk veri Açıköğretim Fakültesinin kurulduğu yıllara dayanmaktadır. Bu verilere göre 1983-1984 eğitim öğretim yılında Anadolu Üniversitesinin hem örgün hem de açıköğretimde kayıtlı toplam yaklaşık 49 bin öğrencisi bulunmaktaydı (A.Ü. Öğrenci Merkezi, 2021). Eskişehir'de günümüzde kayıtlı öğrenci sayısı örgün öğretimde yaklaşık 70 bin, açıköğretimde ise yaklaşık 2 milyondur. Yukarıda verilen oran hesaplaması örgün öğrenci sayısına göre yapıldığında,



Eskişehir’de öğrenci nüfusunun, Açıköğretim Fakültesi öğrencileri hariç, toplam nüfusun %10’undan fazla olduğu görülmektedir. Açıköğretim Fakültesi’nin günümüzde 2 milyona yakın öğrencisi vardır ama bunlardan Eskişehir’de sürekli oturanların sayısı net olarak bilinmemektedir. Ancak AÖF öğrenci işleri biriminden yaklaşık 20 bin öğrencinin Eskişehir’de ikamet ettiği ve örgün yürütülen dersleri takip ettiği bilgisine ulaşılmıştır. Dolayısıyla AÖF öğrencileri de bu sayıya dâhil edildiğinde söz konusu oran %12’ye ulaşmaktadır. Ancak bu sayı Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) verisine doğrudan yansımamaktadır. Çünkü öğrencilerin büyük bir bölümü Eskişehir’de yaşamakla birlikte ikametgâh kayıtları Eskişehir’de değildir, birkaç kişinin birlikte kaldığı evlerde elektrik, su, doğalgaz aboneliği gibi işlemler için bir öğrencinin ADNKS kaydını Eskişehir’e aldırması ve abonelik işlemlerini yapması sebebiyle diğer bireyler nüfus kayıtlarına yansımamaktadır. Buna rağmen nüfusun yaş gruplarına göre dağılımında 20-24 yaş grubu en fazla orana sahiptir, bu oransal fazlalığın öğrenciler sebebiyle ortaya çıktığına şüphe yoktur.

TÜİK’ten özel bilgi talebiyle elde edilen verilere göre Eskişehir’de yaşayan nüfusun, yaş gruplarına ve mahallelere dağılımı hakkında da birtakım çıkarımlar yapılmıştır. Genç nüfusun yoğun olduğu alanlar ile üniversitelerin çevresi arasında bir bağlantı olduğu açıktır. Buna göre öğrencilerin en yoğun olduğu alanların konumları göz önüne alındığında şehrin kuzeybatısında konumlanan Anadolu Üniversitesi Yunus Emre Kampüsü’nün kabaca doğu ve güneydoğusunda, genellikle kısaca Bağlar olarak tanımlanan Eskibağlar ve Yenibağlar mahalleleri, *birinci dereceden öğrenci bölgesi* olarak belirlenmiştir. Bu alanın şehirdeki en eski üniversite mekânı olması bu sonuca yol açmıştır.

Genç nüfus yoğunluğu bir miktar azalmakla birlikte, Bağlar Bölgesinin doğusunda kalan Bahçelievler Mahallesi ve şehrin güneybatısında bulunan Osmangazi Üniversitesini de barındıran Büyükdere Mahallesi ise *ikinci dereceden öğrenci bölgesi* olarak belirlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Eskişehir’de 20-24 yaş grubunun yoğunlaştığı mahalleler ile üniversitelerin konumu

Bu ölçüt çeşitli araştırmalarda bir gösterge olarak kullanılmış olmakla birlikte, her şehirde, Eskişehir’de olduğu gibi belirgin gruplaşmalar şeklinde mekâna yansımayaabilir. Örneğin Ankara, İstanbul, İzmir gibi metropol nitelikte şehirlerde böyle belirgin gruplaşmalardan söz etmek mümkün değildir. İstanbul 2020 yılı toplam nüfusu 15.840.900’dür (TÜİK, 2021). Üniversite öğrenci sayısı ise devlet, vakıf ve vakıf MYO olmak üzere toplam 802.131’dir. Öğrenci nüfusunun toplam nüfusa oranı %5,06’dır. Ankara’da toplam nüfus 5.747.325, üniversite öğrenci nüfusu 311.562, oranı %5,42’dir. Yine aynı şekilde İzmir nüfusu 2.959.355, öğrenci nüfusu 173.611 ile oranı %5,86’dır (TÜİK, 2021; YÖK, 2021). Bu büyük nüfus içerisinde öğrencilerin varlığı ve görünürlüğü azalmaktadır. Bazı üniversitelerin nüfus hacmi büyük kentlerde yer alması, sanayi, ticaret, turizm gibi çok farklı ekonomik fonksiyonlara sahip olması, buna bağlı olarak yoğun göçe maruz kalması, üniversitelerin çok sayıda merkeze dağılmış olması, üniversite oluşturulmasından önce de çok sayıda öğrenci barındıran eğitim kurumlarının bulunması gibi nedenlerden dolayı büyük nüfusa sahip kentler, üniversitelerin nüfus artışı üzerindeki etkilerini bir hayli gölgelemektedir (Işık, 2008).

Bu durum nüfusun belli yaş gruplarındaki miktarı ile bunların ikametgâhları dışında başka ölçütlerin de kullanılması gerekliliğini ortaya koymayı âdeta zorunlu kılmaktadır. Bundan dolayı bu çalışmada nüfusun yanında diğer faktörler de incelenmiştir.

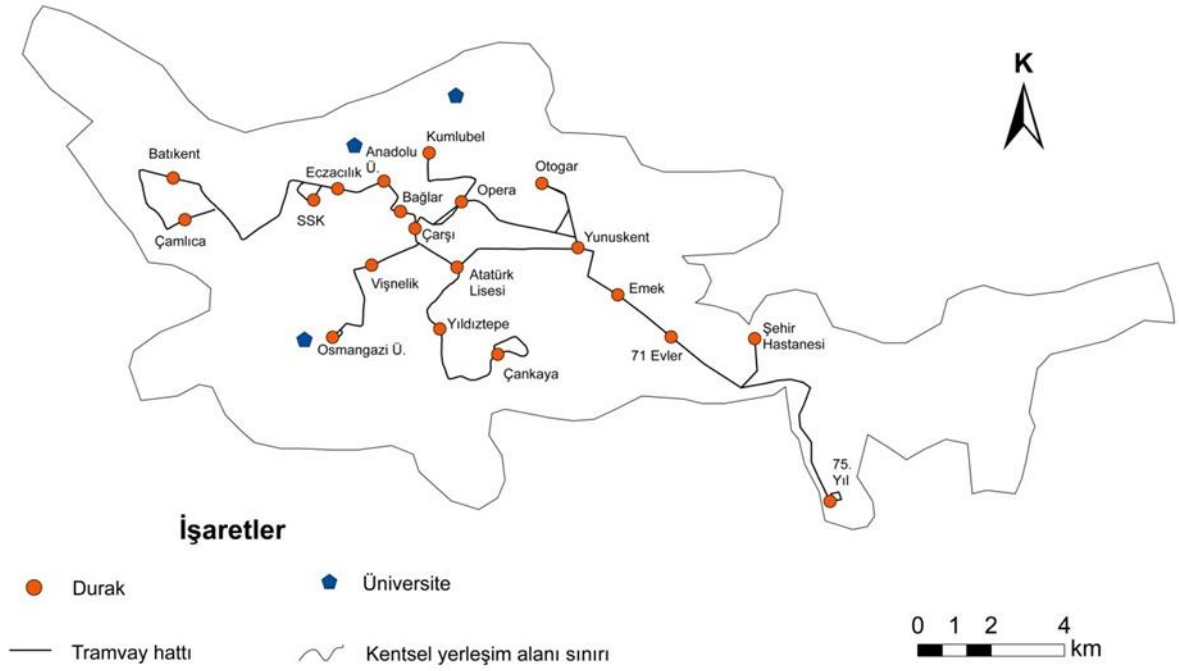
İkinci ölçüt olan *ulaşım imkânlarının* çeşitli, düzenli ve erişilebilir olması, diğer nüfusun yanı sıra üniversite öğrencilerinin de şehirden beklentilerinden birisidir. Ulaşım hizmetleri doğal olarak tüm şehir sakinleri için önemlidir ancak ulaşım araçlarını günün çok farklı zamanlarında ve sürekli, aktif bir şekilde kullanacak üniversite öğrencileri açısından, şehirlerarası ve şehir içi ulaşım hizmetinin kolay olması üniversite eğitimi için şehir seçimini etkileyen unsurlardan birisidir. Bölgesel düzeyde ulaşım olanakların geliştirilmesi öğrenci şehirleri için büyük önem arz etmektedir (Ateş, 2019; Russo vd., 2003; <http://universitycities.org>). Bu yönüyle düşünüldüğünde Eskişehir genel olarak rahat ve kolay bir ulaşım ağına ve çeşitliliğine sahiptir. Eskişehir, konum olarak Ankara ve İstanbul gibi büyük şehirlere yakın olmasının yanı sıra Bursa, İzmir ve Antalya gibi illerin birleşme noktalarında yer alan hatlar açısından önemli bir kavşak durumundadır. Ülkemizin Ankara, İstanbul gibi önemli ve büyükşehirlerine kabaca eşit mesafede yer alması ve düzenli olarak otobüs ile yüksek hızlı tren seferlerinin (YHT) varlığı Eskişehir’in önemini ve çekiciliğini artırmaktadır. Ulaşım imkânları açısından incelendiğinde Eskişehir’i iki bakımdan değerlendirmek gerekmektedir:

İlk olarak şehirlerarası ulaşım bakımından Eskişehir, YHT ve karayolu bağlantıları olmak üzere iki önemli sembole sahiptir. 2009 yılında hizmete açılan YHT hattının en önemli duraklarından biri Eskişehir’dir. İlk olarak Ankara-Eskişehir arasında başlayan seferler, Konya ve İstanbul hatlarının da açılmasıyla genişlemiştir. Başka ulaşım çeşitleri göz önüne alındığında fiyat, kolaylık ve süre gibi üstünlüklere sahip YHT hatlarının, neredeyse tamamının Eskişehir’den geçmesi, şehrin bu konuda kavşak olmasını sağlamıştır. YHT’nin, ülkemizin önemli, büyük şehirlerine ve dolayısıyla ülke nüfusunun yaklaşık %40’ına ulaşmasına bağlı olarak, süratle büyüyen talepler karşısında günlük sefer sayısını artırmak kaçınılmaz olmuştur. Bu sebeple 2019 yılı mart ayı verilerine göre Ankara- İstanbul ve İstanbul-Konya arasında sefer yapan trenler ile başlangıç ve son durağı Eskişehir-Ankara, Ankara-Eskişehir olan günlük toplam tren sefer sayısı 32 iken (Ateş, 2019), Covid-19 sebebiyle günlük 20 sefere indirilmiştir (TCDD, 2020). TCDD’nin 2022 Kasım ayı verilerine göre ise, toplam sefer sayısı 57’ye

çıkarılmıştır. Bu seferlerin %77'si Eskişehir'den geçmektedir. Üniversite öğrencileri açısından bakıldığında, hızlı tren hattında bulunan Sakarya, İzmit, Ankara, Bilecik, İstanbul, Konya, Karaman ve bunların yakın çevresinde bulunan illerde yaşayan öğrenciler için de büyük kolaylık sağlamaktadır. Buna göre Eskişehir, ulaşım açısından öğrenciler için adeta bir çekim merkezi halindedir. Ayrıca tren garının şehir merkezinde yer alması rahat erişim sağlarken, tren biletlerinin öğrencilere indirimli satılması da tercih edilirliliğini arttırmaktadır. Hızlı trenin dışında Mavi Tren olarak bilinen Ankara- İzmir arasındaki hat ise, Kütahya, Balıkesir, Manisa, İzmir gibi illere doğrudan ulaşarak, bu güzergâh üzerindeki yerleşmelerde ikamet eden öğrencileri de buraya yönlendirmektedir. Mavi Tren güzergâhı ulaşım kolaylığı üzerindeki etkisi ve ucuzluğu sebebiyle tercih edilmektedir. Mavi Tren bilet fiyatları diğer ulaşım araçlarına göre daha ucuzdur ancak yolculuk süresi doğal olarak daha uzundur. Örneğin Eskişehir-Ankara arası hızlı tren ile 1 saat 24 dakikayken, Mavi Tren ile 3 saat 6 dakika sürmektedir (TCDD, 2022).

Eskişehir'in şehirlerarası ulaşım açısından dikkate alınması gereken bir diğer niteliği de karayolu ulaşımının durumudur. Eskişehir, coğrafi konumu itibarıyla İstanbul, Ankara, Bursa gibi büyük şehirlere yakın ve bu illeri birbirine bağlayan ulaşım hatlarının merkezinde yer alması önemini artırmaktadır. Bu durum şehirlerarası ulaşımda kullanılan otobüs seferlerinin çeşitliliği ve sıklığına açık bir şekilde yansımıştır. Eskişehir otobüs terminalinden büyük şehirlere düzenli olarak neredeyse her saat başı, diğer pek çok il ve ilçe merkezine ise gün içinde farklı saatlerde düzenli otobüs seferi bulmak mümkündür. Bu seferlerin önemli bir kısmının kalkış veya varış noktası Eskişehir'dir. Eskişehir kavşak noktası olması sebebiyle Anadolu'nun önemli merkezlerinden biri durumundadır.

İkinci olarak değinilmesi gereken *şehir içi ulaşım* imkânlarıdır. Şehir içinde ulaşım bir çeşitliliğe sahiptir. Tramvay ve otobüs ile minibüs hatları üniversitelerin yakınlıklarına, giriş kapılarına hatta içlerine kadar ulaşmaktadır. Ayrıca şehrin pek çok kesiminde taksi durakları da yaygın olarak bulunmaktadır. Üniversiteleri birbirine bağlayan tramvay hatlarının olması, özellikle öğrenciler açısından büyük önem arz etmektedir (Şekil 2).



Kaynak: ESTRAM, 2023

Şekil 2. Eskişehir tramvay ağı

Öğrencilerin kullanımı ve onlara sağladığı imkânlar ve kolaylıklar yönüyle değerlendirildiğinde Anadolu ve Osmangazi Üniversitelerine çeşitli hatlardan ulaşan tramvay ağları vardır. Otogar-SSK adlı hat, otogardan başlar Anadolu Üniversitesi Yunus Emre Kampüsü'ne ve kampüsün bir diğer giriş kapısının yer aldığı Eczacılık Fakültesi'ne dek ulaşır. Otogar-Osmangazi adlı hat, diğeri ile aynı noktadan başlar Osmangazi Üniversitesi Meşelik Kampüsü'ne kadar gider. Bir diğer tramvay güzergâhı olan SSK-Osmangazi adlı hat ise, Anadolu ve Osmangazi üniversitelerini birleştirmektedir. Tramvay hatlarında bulunan durak araları yaklaşık 3 dakika sürmektedir ve bir üniversiteden diğerine yolculuk ortalama 25dk. kadardır.

Şehir içinde otobüs, minibüs, dolmuş gibi vasıtalar da yaygın olarak kullanılmaktadır. Otobüsler, 80 hat ile tüm mahallelere erişim sağlamaktadır. Belediyenin, üniversiteleri göz önünde bulundurarak düzenlediği otobüs güzergâhları ile şehrin neredeyse her yerinden üniversitelere kolaylıkla erişim sağlanmaktadır. Üniversite yönünde hizmet veren hatlara bakıldığında; Anadolu Üniversitesi Eczacılık Fakültesi ile Yunus Emre Kampüsü'ne giden 15 hat bulunmaktadır. Benzer şekilde 17 farklı otobüs hattı da Eskişehir Osmangazi Üniversitesine ulaşmaktadır. Bu hatlar aynı zamanda üniversitenin araştırma ve uygulama hastanesine ulaşmayı sağladığı için öğrenci olmayanlar tarafından da sürekli ve yoğun olarak kullanılmaktadır. Eskişehir Teknik Üniversitesinin bulunduğu İki Eylül Kampüsü'ne ulaşan bir tramvay hattı henüz yoktur ancak bu konuda da çalışmalar yapılmaktadır, günümüzde buraya ulaşım sadece belediye otobüsleri, minibüslerle ve özel araçlarla sağlanmaktadır.

Şehir içinde bir yerden başka bir yere kolay ve kısa sürede ulaşabilmek yaşam kalitesini artıran, o şehri daha yaşanılır ve tercih edilir kılan önemli unsurlardan birisidir. Sonuç olarak, Eskişehir

merkezinde neredeyse her noktasına güvenli ve düzenli ulaşım imkânı sağlayan tramvay hatlarının varlığı ve duraklar arasındaki sürenin 2-3 dakika gibi kısa bir zamanda aşılması, benzer şekilde şehrin çok farklı alanlarının diğer yerlere bağlantısını sağlayan otobüs ve minibüs güzergâhlarının sıklığı genel olarak ulaşımı kolaylaştırmaktadır. Günümüzde trafik sorunu yaşayan diğer bazı şehirleri düşünecek olursak Eskişehir’de şehir içi ulaşımın görece kolay ve problemsiz olduğunu söylemek mümkündür.

Üniversite şehri belirlemek amacıyla kullanılabilir olan ölçütlerden birisi de *mal ve hizmete erişimin* varlığıdır. Öğrenciler, düzenli bir çalışma hayatına daha başlamamış, ailesinin maddi desteği ya da burs ve krediler haricinde, çoğunlukla düzenli kazanç sağlayamayan nüfus grubudur. Dolayısıyla bu hâl öğrencilerin, ikamet edeceği mekânın tercihine doğrudan etki etmektedir. Bundan dolayı öğrenciler genellikle ekonomik yönden hesaplı yaşam alanlarına öncelik vermektedir. Bir başka ifadeyle öğrencilerin bir yaşam sürdürebilmek için gerekli olan konaklama, gıda, kitap-kırtasiye vb. gibi tüm ihtiyaçlarının mümkün olan asgari şartlarda sağlayabilme fırsatının varlığı önemli bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Buna bağlı olarak öğrencilere hitap eden bir şehrin hesaplı, alternatifleri bol ve çeşitli kesimlere hitap eden işkollarına ve fonksiyon alanlarına sahip olması beklenir. Öğrencilerin şehir dinamiğinde daha aktif, eğlence ve kültür merkezlerinin ana tüketicileri olduğu şehirlerde, nüfus yapısı ve talepler açısından heterojen bir yapı oluşacağı için tüketim çeşitliliğinin oluşması olağan bir durumdur.

Eskişehir şehir merkezi göz önüne alındığında, cadde ve sokakların tüketicilerin taleplerine göre şekillendiği dikkati çeker. Eskişehir’de şehir sakinleri ve üniversite öğrencileri olmak üzere farklı tüketim önceliklerine ve toplumsal tabakalaşmaya sahip iki ayrı kesim vardır. Öyle ki bu iki farklı grubun şehir içi arazi kullanımları, yer ve mekân tercihleri belirgin olarak birbirinden ayrılmış durumdadır. Şehir içi arazi kullanımında ele alınan pek çok detay bu durumu doğrular niteliktedir. Bu sebeple çalışmada, şehir içindeki mekânsal kullanımlar ayrıca incelenmiştir. Özellikle öğrencilere dönük açılan işletmelerin çeşitliliğinin tespiti için Üniversite Caddesi üzerinde yapılan gözlemlere odaklanılmış (Ateş, 2019), sonuç olarak caddedeki işyerlerinin türleri ile öğrencilerin öncelikli ihtiyaçları arasında doğrudan bir ilişki olduğu saptanmıştır.

Bir şehir planı üzerinden bakıldığında; yerel halkın alışveriş için ağırlıklı olarak kullandığı çarşı alanı, üniversite öğrencilerinin ağırlıklı olarak kullandığı çarşı alanı ve her ikisinin de ortak kullandığı çarşı alanı olmak üzere *üç farklı alan* ayırt etmek mümkündür. Güneydoğudan kuzeybatıya doğru sırasıyla değinilecek olursa, *birinci alan* Cumhuriyet Bulvarı ile Sivrihisar Caddesi arasında kalan alan *yerel halkın alışveriş alanı* konumundaki kesimdir. Bu alan içerisinde İki Eylül Caddesi, Hamamyolu Caddesi ve Yunus Emre Caddesi yer almaktadır (Şekil 3). Söz konusu alanda şehrin geleneksel merkezi iş alanı ile çarşısı yer almaktadır. İlk olarak İki Eylül Caddesi, şehir sakinlerinin tramvay durağının adından hareketle çarşı olarak adlandırdığı, ortasından tramvay yolunun geçtiği en önemli kentsel alanlardan biridir. Özellikle caddede yer alan Esnaf Sarayı kentin önemli nirengi noktalarındandır. Cadde üzerinde yer alan kıyafet mağazaları, yeme-içme dükkânlarının yanı sıra binaların üst katlarında da çeşitli işyerlerinin olduğu görülmektedir. İkinci olarak Hamamyolu Caddesi, her iki yakasında da çeşitli işyerleri bulunan ve araç trafiğine kapalı önemli bir kentsel mekândır. Cadde, 2009 yılında Odunpazarı Belediyesi tarafından yeniden düzenlenmiş, ortadaki dere kapatılarak daha geniş bir yürüyüş sahası hâline gelmiştir. Cadde üzerinde çeşitli iş kollarına ait dükkânların yanı sıra termal

kaynakların varlığına bağlı olarak hamamlar bulunmaktadır. Sıcak sular adı verilen bu bölgede hamamların yanında ayakkabı tamircileri ve lostra salonları, caddenin kuzeyinde kahveciler, batısında kuyumcular ve kına malzemeleri satan dükkânlar yer almaktadır. Son olarak da Yunus Emre Caddesinde özellikle mobilya dükkânlarının, otellerin ve çok katlı konutların yaygın olduğu görülmektedir. Tüm bu kentsel mekânların, yerel halka hizmet ettiği ve bu alanlarda öğrencilere dönük işletmelere pek rastlanılmadığı kentte belirgin bir şekilde ayırt edilmektedir. Sivrihisar Caddesi kuzeybatıda ikiye ayrılmaktadır. Bunlardan doğudaki Cengiz Topel, batıdaki İsmet İnönü Caddesidir (Şekil 3).

*İkinci alan* ise Cengiz Topel Caddesini ve İsmet İnönü Caddesinin güneydoğusunu içine alan kesimdir (Şekil 3). Öğrencilerin ve yerel halkın bir arada görüldüğü, Doktorlar Caddesi ve çevresi olarak bilinen, iki ana merkezin birleşimi niteliğindeki bu alan, *öğrencilerin ve yerel halkın ortak alışveriş alanıdır*. Şehrin kuzeybatısından başlayan İsmet İnönü Caddesini bu alanın merkezi olarak tanımlayabiliriz. Çevre yoluna kadar uzanan caddenin, resmi adı İsmet İnönü 1 Caddesi olmakla birlikte, binaların zemin katlarında mağazalarının yer alması üst katlarda ise doktor muayenehanelerinin varlığının da etkisiyle Doktorlar Caddesi olarak tanımlanmaktadır. Çalışmanın bundan sonraki kısmında bu ad kullanılacaktır. Cadde yaklaşık 2 km uzunluğunda olup, yerel halktan öğrencilerin baskın olduğu alana doğru uzanan bir geçiş zonu niteliğindedir. Cadde üzerinde muayenehanelerin yanı sıra kıyafet, ayakkabı, bijuteri ve yeme-içme gibi konularda hizmetler sunan işyerleri yer almaktadır. Caddenin güney kısmı araç otomobil trafiğine kapalıdır, sadece tramvay hattı vardır (Foto 1). Kuzey kesiminde gece kulüpleri ve çeşitli restoranlar bulunmaktadır. Bu alanda, Porsuk Çayı kabaca doğu-batı doğrultusunda akmaktadır. Adalar olarak adlandırılan bu bölgede kafeler, yeme-içme ve eğlence merkezleri vardır. Adalar, şehir sakinlerinin ve öğrencilerin bir arada bulunduğu şehrin önemli sembol alanlarından biridir. Bu alan aynı zamanda turizm amacıyla gelen ziyaretçiler tarafından da sıkça tercih edilmektedir.

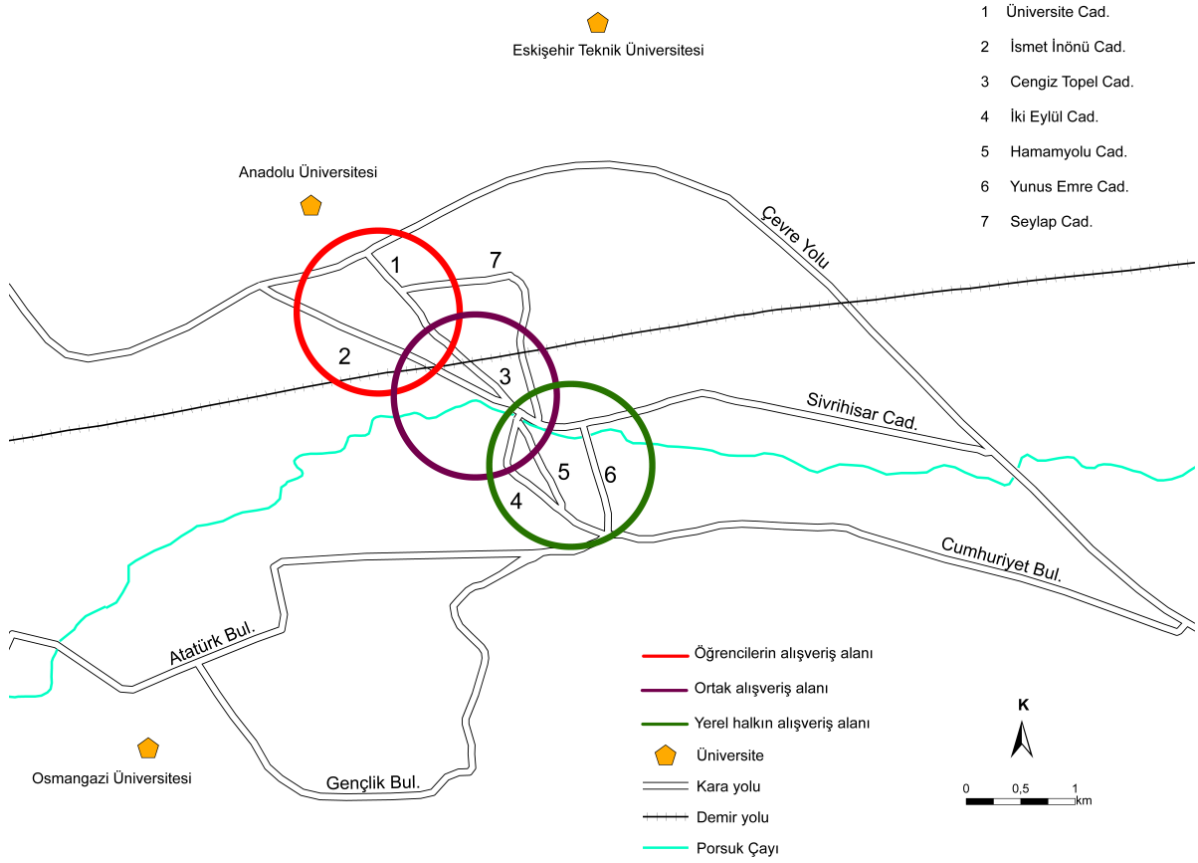


**Foto 1.** Yerel halkın ve öğrencilerin ortak alışveriş mekânı olarak kullandığı Doktorlar Caddesi. Tramvay dışında araç trafiğine kapalı olan bu cadde, üniversite öğrencilerinin yoğunlaştığı alana doğru bir geçiş zonu özelliği göstermektedir. Cadde üzerinde şehrin tüm sakinlerine hitap edebilecek nitelikte işletmeler bulunmakta ve üst katlar genellikle doktor muayenehanelerinden oluşmaktadır.

Yaklaşık 1,5 km uzunluğundaki Cengiz Topel Caddesinin bitiminde, Üniversite Caddesi başlamaktadır (Şekil 3). Bu kesimi öğrenci bölgesine giriş olarak tanımlayabiliriz.

*Üçüncü alan*, Yeni adı Yılmaz Büyükerşen Bulvarı olan Üniversite Caddesi ile Çevre yolu arasında kalan kesimdir. Bu alanın merkezini Üniversite Caddesi oluşturmakla birlikte doğuda Seylap Caddesine doğru, batıda ise İsmet İnönü Caddesinin kuzeybatısına doğru bir saçaklanma olduğu görülmektedir (Şekil 3). Söz konusu bu alan temel olarak *üniversite öğrencilerinin alışveriş alanlarından* oluşmaktadır. Üniversite Caddesi üzerindeki işletmelerin türleri ve dağılımları incelendiğinde caddenin her iki yakasında da bulunan işyerleri kafe, ikinci el eşya satan spotçu olarak adlandırılan işyerleri ile ucuz ürün satan bir milyoncu olarak tanınan dükkânlar, çamaşır yıkama mekânları, fast-food satıcıları ile börekçiler, kitap, kırtasiye ve fotokopilerle matbaalardan oluşmaktadır. Ayrıca binaların üst katlarında, öğrenci apartlarının varlığı dikkat çekmektedir (Foto 2). Bu alanda diğerlerinden farklı olarak ikinci el eşya dükkânları, ucuzluk pazarları, çamaşır yıkama dükkânları, kafe, apart ve kırtasiye gibi doğrudan öğrencilerin ihtiyaçlarına yönelik hizmet veren işletmelerin varlığı ve sayıca fazla olmaları dikkat çekmektedir. Kuzeyde, Anadolu Üniversitesinden başlayan cadde, güneyde Cengiz Topel Caddesine kadar uzanmaktadır. Şehrin en büyük alışveriş merkezi olan Espark, bu caddede yer almaktadır. Caddenin bir ucu Yenibağlar Mahallesi, diğer ucu Eskibağlar Mahallesiyle bağlanmasından dolayı bu alan “Bağlar” olarak adlandırılmaktadır. Üzerinde tramvay yolu da bulunan cadde, 1,5 km kadar uzunluktadır ve araç trafiğine açıktır. Bağlar’da oturan öğrenci nüfusu yoğunluğu sebebiyle cadde, gün boyunca canlı ve hareketlidir. Bir öğrencinin günlük

hayatta ihtiyaç duyduğu her türlü malzemeyi temin edebileceği işyerlerinin varlığıyla dikkati çeken Üniversite Caddesi, bu özelliği ile şehrin diğer caddelerinden belirgin bir farklılık göstermektedir. Bu durum Üniversite Caddesinin tamamen öğrencilerin istek ve talepleri doğrultusunda şekillendiğini göstermektedir. Üniversite Caddesi ve yakın çevresi, sadece Anadolu Üniversitesi öğrencilerinin değil Osmangazi ve Eskişehir Teknik Üniversitesi öğrencilerinin de tercih ettiği en önemli kentsel mekândır. Bağlar bölgesi, bütün öğrencilerin neredeyse bir arada bulunduğu adeta öğrencilerin ortak buluşma noktası olan Eskişehir'in en yoğun öğrenci bölgesidir. Üniversite Caddesi mevcut haliyle Eskişehir'in üniversite şehri vasfını vurgulayan, başka bir deyişle şehrin bu vafsa sahip olduğunu gösteren önemli bir alandır. Öğrenciler tarafından tercih edilen başka bir şehrsel mekân da Üniversite Caddesi'nden kabaca doğuya doğru uzanan Seylap (Aytaç) Caddesi'dir. Bu cadde üzerinde de öğrenciye hizmet vermek amacıyla açılmış çok sayıda işletme bulunmaktadır. Cadde, bu niteliği ile adeta Üniversite Caddesinin devamı durumundadır. Bu tür saçaklanmalar, öğrenci nüfusunun artmasının doğal bir sonucudur.



Şekil 3. Eskişehir'de öğrencilerin ve yerel halkın kullanım alanları





**Foto 2.** Üniversite Caddesinde öğrencilere dönük hizmet veren işyerlerinin çokluğu aynı zamanda üniversite şehri kimliğinin de bir göstergesi durumundadır.

Öte yandan Osmangazi Üniversitesi Meşelik Kampüsü çevresinde ise Büyükdere Mahallesi yoğun öğrenci nüfusu ile öne çıkmaktadır. Bu bölge, Üniversite Caddesinde olduğu kadar yoğun ve bol alternatiflere sahip olmasa da son yıllarda sayıları süratle artan kafeler, hazır-hızlı gıda satan işyerleri, kitap, kırtasiye ve fotokopi dükkânları yaygındır. Bunlara ek olarak üniversitenin Tıp Fakültesi'ne ait bir araştırma hastanesine sahip olması, çok sayıda eczane ve medikal malzeme satan işyerinin bu çevrede toplanmasına yol açmıştır (Foto 3). Ancak buradaki işyerleri Üniversite Caddesindeki gibi topluca değildir. Mahalle içinde çeşitli caddelerde yer yer öbekler halinde görülür.



**Foto 3.** Büyükdere Mahallesinde yer alan öğrencilere dönük hizmet veren işletmeler ve üniversite hastanesine bağlı olarak yoğunlaşan medikal malzeme satan işyerleri

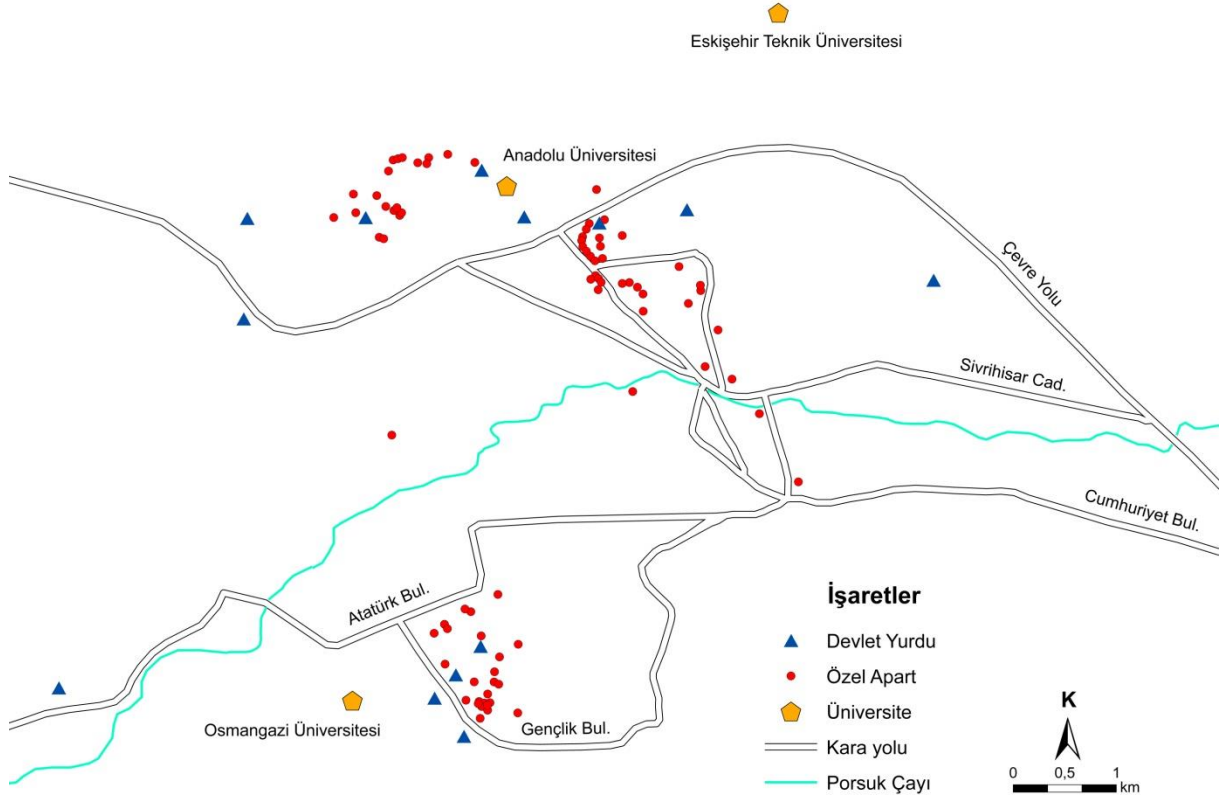
Şehirde aynı zamanda eğlenceye dönük işyerleri de yaygındır. Eskişehir'de hem üniversite öğrencileri hem de şehir sakinleri eğlence ihtiyacını karşılamak için bu tür işyerlerinin yoğun olarak bulunduğu, resmi adı Vural Sokak olan Barlar Sokağını tercih etmektedir. Burada tüm sokak boyunca

sıralanmış içki satışı yapan çok sayıda restoran ve kafe bulunmaktadır. Bunların büyük bölümü gündüzleri de kahvaltı hizmeti vermektedir. Barlar Sokağının mevcut yapısı düşünüldüğünde, öğrencilerin ekonomik yapısına hitap eden, farklı kültürleri birleştiren ve eğlence hizmetini sağlayan bu alana şehrin *eğlence merkezi* demek mümkündür. Fakat özellikle pandemide yaşanan durgunluktan sonra eğlence mekânlarının şehrin kuzeybatı yönüne doğru kaydığı ve bu alanda gelişme gösterdiği gözlenmiştir. Bu yönelimin üzerinde, söz konusu alanda yeni işletmelerin açılmasının etkisi olmuştur.

Bir şehrin üniversite şehri olmasında belirleyici olan diğer unsurlar barınma, ulaşım ve tüketim ihtiyaçları için ödenen bedelleridir.

*Barınma* ile ilgili yapısal değişim ve dönüşüm, Eskişehir’de öğrenci sayısının artması ve böylece konut talebinin ortaya çıkması ile başlamıştır. Öğrenci sayısındaki artış öncelikle binalarda küçük metrekareli evlerin miktarını arttırmıştır. Özellikle Yenibağlar, Eskibağlar, Bahçelievler, Büyükdere gibi üniversitelere yakın olan mahallelerde, yakın zamana kadar bulunan müstakil tek katlı bahçe içindeki konutlar yıkılarak yerlerine büyük bölümü küçük metrekareli, 1+1, 2+1 dairelerin olduğu apartmanlar yapılmıştır. Küçük metrekareli olan bu evler eşyalı veya eşyasız şekilde, kiralık veya satılık olarak üniversite öğrencilerinin tercihine sunulmaktadır. Şehirde kısa süreli yaşayacakları için küçük metrekareli evler, öğrenciler için daha kullanışlı olmaktadır. Buna ek olarak kız-erkek apartlar ve özel yurtlar gibi denetimi ve kontrolü olan işletmeler de bu mahallelerde dikkat çekici miktardadır. Bu tür işletmeler, güvenli olmasından dolayı devlet yurtlarından sonra öğrencilerin öncelikli tercihini oluşturur.

Son dönemlerde yaşanan ekonomik sıkıntılar ve Covid-19 döneminin etkileri nedeniyle ev kiralarda büyük bir artış yaşandığı görülmüştür.2019 yılında Eskişehir’de öğrencilere yönelik apart evlerin kiralari 450-1000 ₺ (24-54 \$) arasında iken, 2022 yılında 3000-5000 ₺ (160-268 \$) aralığına yükselmiştir. Üniversite öğrencilerinin barınma olanakları açısından, bunların dışında devlet öğrenci yurtlarından da söz etmek gerekmektedir. Şehir merkezinde toplam yatak kapasitesi 12.000 olan, 13 devlet yurdu bulunmaktadır (Kredi Yurtlar Kurumu, Eskişehir İl Müdürlüğü, 2022). Eskişehir’de öğrenim gören üniversite öğrenci sayısının yaklaşık 70.000 olduğu düşünüldüğünde sade bir yaklaşımla öğrencilerin yaklaşık %85’inin apartta veya kiralık evlerde kaldıkları öngörülebilir. Bu durumun doğal sonucu olarak Eskişehir’de öğrencilere dönük kiralık ev ve apartların sayısı hayli fazladır. Şehirde apartlar büyük ölçüde üniversitelerin yakınlarında yoğunlaşmıştır. Arz-talep ilişkisinden doğan ihtiyaç ile artış gösteren apartlar, özellikle Eskibağlar, Yenibağlar, Şirintepe, Bahçelievler, Uluönder, Büyükdere, Yeşiltepe ve çevresinde dağılışı göstermektedir (Şekil 4). Apartlar, Osmangazi Üniversitesi’nin çevresi ile karşılaştırıldığında Anadolu Üniversitesi yakınlarında sayıca daha fazladır. Bu durumun temel nedeni Anadolu Üniversitesi ve çevresinin şehrin en eski üniversite alanı ve aynı zamanda canlı ve işlek bir alan olmasından kaynaklanmaktadır. Şehirde de görüldüğü gibi üç üniversitenin öğrencileri de barınma ve diğer sosyal ihtiyaçlar için bu civarı öncelikli olarak tercih etmektedir.



Şekil 4. Eskişehir’deki apart ve yurtların dağılışı (2022)

*Ulaşım maliyetleri* incelendiğinde, Eskişehir’de yaşayan öğrenciler için şehir içi ulaşım görece ucuzdur. Şehrin toplu taşıma araçlarında, öğrenciler için indirimli bilet imkânı sunulmaktadır. 2022 yılında minibüs ücretleri öğrenciler için kişi başı 5 TL (0,27 \$), tramvay ve otobüs seyahatinde kullanılan Eskartın tek binış ücreti 4 TL (0,21 \$)’dir. Ayrıca daha önce de belirtildiği gibi şehirdeki öğrencilerin büyük bir kısmı Anadolu Üniversitesi çevresindeki Bağlar bölgesinde yaşamaktadır. Dolayısıyla öğrenciler hem üniversiteye hem de şehir merkezine yürüme mesafesinde oldukları için çoğunlukla toplu taşımaya ihtiyaç duymadan yaşamlarını sürdürebilmektedir.

*Tüketim ihtiyaçlarının* karşılanması konusundaki temel bulgular şunlardır. Öğrenciler üniversite okumak için birkaç yıllığına geçici sürelerle mekân değiştirmektedir böylece tüketime dönük ihtiyaçları, çeşitleri ve düzenleri de doğal olarak değişmektedir. Öğrenciler, genellikle aile ortamına göre daha hızlı ve kolay bir tüketimi tercih etmektedir. Tüketim kavramı ile yalnızca gıda harcamaları değil eğitim, konaklama vb. gibi giderler de dikkate alınmalıdır. Şehre gelip yerleşen bir üniversite öğrencisinin, önemli gereksinimlerinden bir tanesi ev eşyalarıdır. Bu ve bunun gibi ihtiyaçlara göre oluşan talepler doğrultusunda Eskişehir’de farklı işkollarında pek çok işyeri açılmıştır. Ve bu açılan işyerlerinin son derece uygun olduğu, pek çok mekânda öğrencilere özel fırsatların sunulduğu görülmüştür. Eskişehir’de, yeme-içme sektörüne duyulan ihtiyaçtan dolayı, çok sayıda kafe, lokanta ve fast-food dükkânları; ev eşyası vb. ihtiyaçlar için ikinci el eşya dükkânları ve uygun fiyatlı ürünleri temin eden

ucuzluk pazarları, çamaşır yıkama dükkânları; fotokopi, kitap vb. ihtiyaçlara yönelik kırtasiye dükkânları gibi çok sayıda işyeri üniversitelerin çevresinde toplanmıştır (Çizelge 2, Foto 3-4).

*Yerel yönetimlerin öğrenciyi desteklemesi* de üniversite şehri kriteri olarak kullanılan ölçütler arasındadır. Özellikle belediyelerin öğrencilere dönük faaliyetleri ve verdikleri çeşitli hizmetler yapılan desteklerin göstergesidir. Örneğin, Eskişehir Büyükşehir Belediyesi'nin sunduğu çorba ikramı, ücretsiz çamaşır yıkama-kurutma günleri düzenlemesi gibi destekler öğrencilerin yaşamını kolaylaştırmaktadır. Buna ek olarak öğrencilere yönelik hizmetler; ders çalışma odaları, bilgisayar odaları, derslikler, tiyatro salonu, müzik odası, kütüphane, spor salonu vb. gibi mekân ve imkânlarla zenginleştirilmiştir (EBB, 2022). Bir diğer hizmet olarak da öğrenciler, yerel yönetimler aracılığıyla çeşitli projelere katılım sağlayarak uluslararası fırsatlara da erişebilmektedir (Tepebaşı Belediyesi, 2022).

Üniversite şehri belirleme kriterleri bakımından değerlendirilen etmenlerden bir diğeri de öğrencilere sunulan yarı zamanlı çalışma yani *istihdam* imkânlarının varlığıdır. Üniversite şehrinin, öğrencilerin bazı iş kollarında kolayca iş bulup harçlığını çıkarabileceği bir şehir olması beklenir. Bu, öğrenciler açısından bir gelir kaynağı, işverenler için de esnek çalışma saati ve ucuz işgücü bakımından kârlı olmaktadır. Öğrencilerin gelir temin etmek amacıyla derslerini aksatmayacak bir biçimde yarı zamanlı bir işte çalışması Eskişehir'de çok sık görülen bir durumdur. Eskişehir'de özellikle üniversite çevresindeki çeşitli işletmelerde, pek çok farklı alanda genç nüfusun çalıştığı dikkati çeker. İstihdam açısından bakıldığında, öğrencilerin önemli bir kısmı genel olarak kafe, kitap, kırtasiye gibi öğrencilere yönelik hizmet veren işyerlerinde ve giyim eşyası satan işyerlerinde yarı zamanlı olarak çalışmaktadır. Bir diğer unsur ise öğrencilere sunulan staj imkânlarıdır. Üniversitelerin, öğrenciler için staj imkânı sunması öğrencilerin iş hayatına atılmadan önce tecrübe kazanması bakımından önem arz eder. Buna örnek olarak Anadolu Üniversitesi Migros gibi belli kurumsal şirketlerle staj konusunda anlaşma yapmıştır. Bu sayede her sene önemli sayıda öğrenci, bu kurumlarda stajyer olabilmekte ve mezuniyet sonrası çalışma imkânı elde edebilmektedir. Bir diğer örnek de Açıköğretim Fakültesine ait sınav materyallerinin basıldığı Bilgisayar Araştırma ve Uygulama Merkezine yılın belli dönemlerinde sigortalı genç çalışanlar alınmakta, gençler geçici de olsa istihdam edilmektedir (AÖF, 2019).

Son olarak ele alınması gereken kriter ise *sosyo-kültürel imkânlardır*. Bu, ilki üniversitenin sağladığı imkânlar ve ikincisi şehrin sunduğu fırsatlar olarak iki şekilde düşünülmelidir. Konuya ilişkin olarak müze, tiyatro, sinema, opera vb. mekânların çokluğu, etkinliklerin sıklığı ve aktifliği ölçüt olarak kullanılmıştır. Buna göre, üniversitelerin sosyo-kültürel olarak şehirde görünür etkilerinin olması gerektiği düşünülmektedir. Bu, öğrencileri ve halkı bir araya getirerek, birbirlerini daha iyi tanıdığı veya anladığı ortamların oluşmasını sağlamaktadır. Üniversitelerin sahip olduğu kütüphane, müze, opera, tiyatro ve araştırma hastaneleri gibi imkanların şehir sakinlerince benimsenip, tercih edilmesi son derece önemlidir. Uluslararası kongre, sempozyum, sergi, bilimsel etkinlik, müzik dinletisi, opera-bale gösterisi, tanıtım fuarı ve söyleşi gibi daha pek çok sosyo-kültürel etkinlik sayesinde şehre çeşitli kültür, sanat ve bilim insanları gelmekte ve halk da bu durumdan faydalanabilmektedir. Bu tür faaliyetlerin sunulması ve katılımların teşvik edilmesi gerekmektedir. Örnek olarak, Anadolu Üniversitesinde tüm fakülte ve bölümlerde zorunlu olarak verilen "Kültürel Etkinlik" dersi kapsamında öğrencilerin, haftada en az iki defa opera, tiyatro, sinema veya müze gibi etkinliklere katılım sağlaması gerekmektedir. Bu sayede Anadolu Üniversitesindeki öğrenciler çok düşük bedellerle çeşitli etkinliklere katılma konusunda

teşvik edilmektedir. 2019 yılı ülkemizde üniversitelerin kültürel ve bilimsel faaliyetlerine bakıldığında Anadolu Üniversitesi, ev sahipliği yaptığı bilimsel toplantıların yanı sıra, sergi, festival/şenlik, yarışma, tiyatro, sinema, film, konser, müzik dinletileri, çeşitli tanıtımlar, özel gün ve haftalara ilişkin etkinlikler gibi çeşitli aktivitelerle, tüm üniversiteler arasında ilk sırada yer almıştır. Anadolu Üniversitesi'nde 2019 yılında tüm bu faaliyetleri kapsayan toplam 802 etkinlik yapılmıştır. Bu faaliyetler arasında 373 etkinlik ile işitsel ve görsel gösteriler çoğunluktadır. Halkın da önemli oranda katıldığı bu faaliyetler talepler sonucunda artmaktadır. Anadolu Üniversitesi'nden sonra sırayı yılda 289 etkinlik ile İzmir Ekonomi, 215 etkinlikle Dicle, 119 etkinlikle Bartın, 115 etkinlikle Uludağ ve 35 etkinlikle Ankara Üniversitesi takip etmektedir. Ülkemizde her ilde üniversite bulunmasına rağmen sadece 16 ilde üniversite müzesi yer almaktadır. Eskişehir, üniversite sayısı az olmasına rağmen yedi tane üniversite müzesi ile dikkat çekmektedir. Üniversite müzesi bulunan şehirlerin başında İstanbul 20, Ankara 13, Eskişehir 7, Malatya 3, İzmir 2 gelmektedir (ayrıca bkz. Cantürk, 2020). Üniversitelerin 2021 yılındaki sosyal ve kültürel etkinlik sayıları dikkat çekicidir. Bir yıllık zaman içinde Anadolu Üniversitesinde 589 ayrıca Açıköğretim Fakültesinde 113, Eskişehir Teknik Üniversitesinde 548, Osmangazi Üniversitesinde 190 etkinlik düzenlenmiştir. (Üniversite İdare Faaliyet Raporları). Eskişehir'de yaklaşık 70 bin öğrenci ve 4 bin akademik personel vardır. Buna bağlı olarak üniversitede üretilen akademik bilginin ve gerçekleştirilen projelerin de Eskişehir'e birtakım katkılarının olması beklenir. Bu etkileri ortaya koyabilmek için üniversitelerin sanayi iş birlikleri, projeler, konferans, sempozyum, kongre vb. gibi akademik hizmet göstergeleri ele alınmıştır. Aynı zamanda Eskişehir'deki tüm üniversitelerin teknoloji transfer ofisleri (TTO) aracılığıyla sanayi ile iş birliği içinde olduğu görülmektedir. TTO'larda yer alan çeşitli firmalar, teknoparklar ile bilgisayar yazılımları, internet teknolojileri, biyoteknoloji, animasyon, havacılık, tarım teknolojileri vb. gibi sektörlerde faaliyet göstermektedir.

İkinci olarak şehrin sunduğu fırsatlar bakımından Eskişehir, birtakım kültürel ve sanatsal faaliyetlerin etkisiyle de adını duyurmaktadır. Eskişehir özellikle belediyelerin katkılarıyla pek çok sanatsal etkinlik fırsatı sunmaktadır. Her ayın belli günlerinde, Büyükşehir Belediyesi, Şehir Tiyatroları, Senfoni Orkestrası ve halk konserleri gibi çeşitli etkinlikler düzenlenmektedir. Bu etkinliklerin çoğu zaman ücretsiz veya oldukça uygun fiyatlı (7 ila 40 ₺) olması da erişilebilirliğini arttırmaktadır.

Bu etkileşim sayesinde kültürel ve sanatsal faaliyetlerin etkisiyle ticari bakımdan da şehirde, hareketlilik oluşmaktadır. Söz konusu faaliyetler karşılıklı bir şekilde birbirine olumlu faydalar sağlarsa üniversite şehri anlayışından bahsedilebilir. Üniversite şehirlerinin hem bilimsel hem de sanatsal etkinliklerle bütünleşmiş olması, şehrin her alanında üniversitenin etkisinin hissedilmesi önemli bir gösterge niteliği taşımaktadır. Covid-19 döneminin başlangıcında tüm etkinlikler geçici olarak iptal edilmiş olmakla birlikte günümüzde etkinlikler hijyen kurallarına dikkat edilerek yeniden uygulamaya konulmuştur.

#### 4.3. Covid-19 Dönemi ve Etkileri

Çalışmaya 2019 yılında, pandemi öncesinde, başlanmış ve çeşitli saha çalışmaları yapılmıştır. 2019 yılının sonlarında başlayan koronavirüs pandemisi ile tüm dünya ülkeleri büyük bir problemle karşı karşıya kalmıştır. Aralık 2019'da Çin'de bildirilen koronavirüs enfeksiyonunun tüm dünyada pandemiye dönüşmesi ile 26 Mart 2020 tarihinden itibaren ülkemizdeki tüm üniversitelerin bahar

döneminin sadece uzaktan eğitim, açıköğretim ve dijital öğretim imkânları ile tamamlanması kararı alınmıştır (Karadağ vd., 2021). Salgın beklenmeyen büyüklükte ve ölçekte bir krize yol açmıştır. Özellikle sürecin başında alınan kararların sık sık değişmesi örgün eğitimde belirsizliklere sebep olmuştur. Tüm dünyada uygulanan sokağa çıkma yasakları ve çeşitli kısıtlamalar sonucunda pek çok işletme sahibi işyerlerini kapatmak zorunda kalmıştır. Pandemi sürecinde tüm eğitim kurumlarının uzaktan eğitime geçiş kararı ile Eskişehir'in demografisinde önemli bir paya sahip olan öğrenci nüfusu büyük oranda azalmıştır. Eğitimdeki bu belirsizliklerin 2021 yılında da devam etmesiyle birlikte sistemdeki bütün paydaşlar kötü etkilenmiştir. Böylece hem öğrenciler hem de eğitim sektöründe çalışanlar, ülkede net kararlar alınamadığı ve sürecin belirsizliğinden dolayı beklemeye mecbur kalmıştır (Korlu vd., 2021). Özellikle öğrencilere yönelik açılan kafeler, apartlar ve yurtların uzun süre boş kalması esnafı olumsuz etkilemiş, pek çok işletmenin kapanması kaçınılmaz olmuştur. Covid-19 başlangıcındaki uzaktan eğitim uygulamaları sürecinde kapanan işyerlerinin büyük bölümünün öğrencilerle doğrudan bağlantılı olduğunu veriler de açıkça göstermektedir (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** Eskişehir'de Covid-19 öncesi mevcut işyeri sayıları ve Covid-19 döneminde kapanan işyeri sayıları

İşyeri Grupları	Covid-19 Öncesi İşyeri Sayısı (2019)	Covid-19 Dönemi Kapanan İşyeri Sayısı (01.04.2020-05.05.2022)	
		Tepebaşı	Odunpazarı
Kafeterya, Pasta-Börek vb.	846	161	62
Kadın- Erkek Kuaförü	582	56	7
Lokanta, Bar	242	139	6
Kırtasiye	215	20	3
Tütüncü	161	32	17
Büfe, Bakkal	117	50	39
İkinci El Eşya Satıcısı	107	6	9
Spor Salonu	70	4	1
Çamaşır Yıkama-Kuru	61	3	1
Toplam	2.401	471	145

**Kaynak:** Tepebaşı ve Odunpazarı belediyeleri Ruhsat ve Denetim Müdürlüğü verileri, 2022

Eskişehir Tepebaşı ve Odunpazarı belediyelerinin ruhsat ve denetim müdürlüklerinden 2022 yılında kapanan işyerlerinin konum ve işyeri koluna ilişkin veriler temin edilerek incelendiğinde sayıca en fazla öğrencinin yaşadığı ilçe olan Tepebaşı, kapanan işyeri sayısında da önde olduğu görülmüştür. Özellikle Barlar Sokağı, Doktorlar Caddesi, Haller Gençlik Merkezi çevresinde yoğunlaşan kafe, lokanta, bar gibi işyerlerinin kapandığı görülmektedir. Tepebaşı ilçesinde, bu süreçte toplam 795 işletme kapanmıştır, bunun 471'i (%59) öğrencilere dönük işletmelerdir. Bu işletmelerin alansal dağılımları göz önüne alındığında; Hoşnudiye Mahallesi'nde 150, Yenibağlar'da 55, Eskibağlar'da 47, Uluönder ve Şirintepe'de 90 adet işyeri kapanmıştır. Öğrencilere dönük kapatılan işletmelerin %73'ü bu mahallelerde bulunmaktadır. Odunpazarı İlçesinde ise kapanan 276 işletmenin 145'i (%53) öğrencilere yöneliktir ve bunların %34'ü Büyükdere Mahallesi'nde bulunmaktadır (Çizelge 2). Daha önce de sözü edilen tüm bu mahalleler, aynı zamanda en çok öğrenci nüfusuna sahip yerlerdir. Bu durum diğer taraftan üniversite öğrencilerinin bir şehrin, sosyo-ekonomik yapısında ne kadar önemli olduğunu açıkça göstermektedir.

Yaşanan kriz döneminde; karantina uygulamaları ve virüsün yüksek bulaşma riskinin olması gibi sebepler canlı ve dinamik bir şehri, adeta bu işyeri türleri açısından dondurmuş, durma noktasına

getirmiştir. Buna ek olarak apart, yurt ve evlerin uzun süre boş kalması hem kira fiyatlarının artmasına hem de bu türdeki pek çok işletmenin kapanmasına yol açmıştır.

Covid-19 döneminde yapılan arazi gözlemleri de yukarıdaki verileri desteklemektedir. Üniversitelerin çevresinde kapanan ve/veya kiraya verilen pek çok işyeri, öğrencilere dönük mahallelerin cadde ve sokaklarında kiralık, boş evler ve apartlar gözlemlenmiştir (Foto 4). Kiralık ilanları aslında durumun geçici olduğunu, bu alanların işyeri sahipleri için önemli olduğunu, öğrenciler tekrar geldiğinde bu mekânların yeniden canlanacağını göstermektedir. Öğrencilerin yanı sıra diğer genç nüfusa da hitap etmekte olan böylesi mekânların üniversitelerin örgün eğitime geçmesi ile birlikte hizmetlerine devam etmeye başlayacağı şüphesizdir.



**Foto 4.** Covid-19 döneminde üniversite caddesinde kapanan işyerleri ve öğrencilerin şehirde olmamasından dolayı boş kalan evler

Sahada yapılan güncel gözlemlere göre Covid-19 dönemi sonrasında, önceden öğrencilerin ve gençlerin sıklıkla tercih ettiği Barlar sokağı ve çevresinde nüfus yoğunluğunun dikkat çekecek oranda azaldığı, daha modern bir kentsel mekân olan Bağlar bölgesinin doğusunda, 2019 yılında açılan Cassaba

Modern’de yoğunluğun arttığı gözlenmiştir. Pandemi döneminde hijyen tedbirleri ve çeşitli kısıtlamalardan sonra daha yeni alanların cazip gelmesi olağan bir durum olarak düşünülmelidir.

## **5. Tartışma ve Sonuç**

Araştırmanın ulaştığı temel sonuçlara göre; üniversite şehirlerinin niteliğini belirleyen faktörlerin neler olduğu, alan yazın analizinden elde edilen bulgularla ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmiş, araştırma hipotezleri test edilmiş ve elde edilen bulgularla birlikte bir üniversite şehri ölçütü oluşturulmuştur.

İlk olarak araştırma sorusunu ele alarak bu çalışmanın ortaya çıkardığı önemli sonuçlar vurgulanacak olursa; “üniversite şehri/öğrenci şehri” kavramlarının belirlenebilmesi için hangi ölçütler ele alınmalıdır? Sorusunun cevabını verebilmek için, ülkemizde elde edilebilen verilerin de göz önüne alınmasıyla, şehirlerde şu kriterlere dikkat edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Bunlar, sırasıyla üniversiteye kayıtlı öğrenci nüfusu, ulaşım özellikleri, mal ve hizmete erişim, barınma, yerel yönetimlerin desteği, istihdam, sosyo-kültürel imkânlar, öğrencilere dönük kentsel mekân kullanımınıdır.

Belirlenen bu kriterler, halk arasında üniversite şehri olarak bilinen Eskişehir örneğinde ölçülmüş ve şu sonuçlara ulaşılmıştır;

Nüfus kriteri ele alındığında bir yere üniversite şehri denilebilmesi için nüfusun en az %10’unun üniversitelere kayıtlı öğrencilerden oluşması gerekmektedir. Eskişehir’de, 70 bin örgün öğrenci sayısı ve yaklaşık 20 bin açıköğretim öğrenci sayısı ile nüfusun en az %12’sini öğrencilerin oluşturduğu belirlenmiştir. Eskişehir’in belirlenen bu kriteri istatistiksel olarak karşıladığı görülmekle beraber bu oranın daha yüksek olabileceği düşünülmektedir. TÜİK’ten özel bilgi talebi ile alınan nüfusun yaş gruplarına göre mahalle bazında dağılımı gösteren verilere göre, Eskişehir’de üniversite çağındaki nüfus oranı %22,4’tür. Doğal olarak, bu oranın öğrencilere ait olabileceğini söylemek mümkündür. Öğrenciler farklı üniversitelerde eğitim alsa da ikamet yerini öncelikli olarak Anadolu Üniversitesi ve çevresini seçmektedir. Bunun en önemli sebebi, Anadolu Üniversitesinin şehirdeki en eski üniversite olması, dolayısıyla önceden beri süregelen öğrencilere yönelik canlı ortamın var olmasıdır. Sonuç olarak, nüfus içerisinde öğrencilerin payının yüksek olması ve bunların üniversite yakınlarındaki mahallelerde yoğunlaşmalarının üniversite şehrini belirlemede kullanılabilecek ölçütlerden ilk ikisi olduğunu söylemek mümkündür.

İkinci olarak ulaşım özellikleri açısından bir üniversite şehrinde hem şehirlerarası hem de şehir içi ulaşımın çeşitli, düzenli ve erişilebilir olması gerekmektedir. Bu konuda Eskişehir’in, büyük şehirlere yakınlığı, ulaşım imkânlarının çeşitli olması üniversite öğrencilerine önemli ölçüde kolaylık sağlamaktadır. Ankara, İstanbul ve Konya’ya YHT ile 1-2 saat gibi kısa sürelerde ulaşmak mümkündür. Bu erişim kolaylığı, sadece bu illerden değil bunların çeperlerinde yer alan yerleşmelerde bulunan öğrenciler içinde büyük bir kolaylık sağlamakta, Eskişehir’i üniversite eğitimi için çekici ve tercih edilir kılmaktadır. Üniversitelerin, şehir merkezinden uzak yerleşkeler yerine şehrin içinde olması, bunlara ulaşımın tramvay, otobüs, minibüs gibi farklı seçeneklerle yapılabilmesini sağlar. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu, üniversitelere yakın mahallelerde oturmaktadır. Bu kesimlerden üniversiteye ve şehrin diğer alanlarına bağlantıyı sağlayan ulaşım hatlarının çeşitliliği ve bolluğunun yanı sıra özellikle



Anadolu Üniversitesi çevresinde oturanlar için üniversite ve şehrin merkezi kısımlarının yürüme mesafesinde oluşu da öğrencilerin hayatını kolaylaştırmaktadır. Bunun dışında şehir içi ulaşımında, başta tramvay olmak üzere otobüs ve minibüs hatları yaygın olarak kullanılmaktadır. Ulaşım ile ilgili tüm bu imkân ve fırsatlar birlikte düşünüldüğünde Eskişehir'in, sadece şehirlerarası değil, şehir içi ulaşım imkânları yönüyle çeşitli alternatiflere sahip ve öğrencilerin hayatını kolaylaştıran bir şehir olduğu görülmektedir, doğal olarak ulaşımındaki bu çeşitlilik, kolaylık, ucuzluk ve erişilebilirlik üniversite şehri belirlemede kullanılabilir bir diğer ölçüt grubunu oluşturmaktadır.

Mal ve hizmetlere erişime göre şehirlerin genç ve dinamik nüfusa hizmet edebilen, taleplere göre kolayca şekillenebilen ve esnek imkânlarla sahip olması son derece önemlidir. Daha önce yapılan çalışmaya göre üniversite öğrencilerinin şehirden beklentilerinin başında ucuzluk, çeşitlilik ve hizmetlere kolay erişilebilirlik gelmektedir (Ateş, 2019). Eskişehir'in bu özellikleri taşıdığı, öğrencilerin alım gücüne göre görece ucuz, temel tüketim malzemelerine erişimin kolay ve çeşitli olduğu belirlenmiştir. Mal ve hizmet sunan mekânların şehir içindeki alansal dağılımında, tüketici gruplarına yönelik olma özelliğine dayalı bir gruplaşma dikkati çekmektedir. Bunlar sırasıyla şehir merkezinde, çoğunlukla yerel halkın alışveriş için kullandığı geleneksel çarşı alanı, bunun hemen devamında yerel halk ve üniversite öğrencilerinin ortak kullandığı alışveriş alanı ve sonuncusu üniversite öğrencilerine dönük işyerlerinin dikkat çekici olduğu kısım şeklinde *üç farklı alan* olarak karşımıza çıkmaktadır. Alışveriş imkânları açısından dikkat çekici olan bu ayrışma, öğrencilere dönük ticari işletmelerin, öğrencilerin oturduğu alanlarla iç içe bulunmalarının yanı sıra üniversite yakınlarında olma gibi belli alanlarda yığılmalarının önemli olduğunu ve üniversite şehrini belirlemede bir ölçüt olarak kullanılabileceğini açıkça göstermektedir.

Üniversite öğrencilerinin, Eskişehir üzerindeki etkilerine ilişkin önemli göstergelerden birisi de konutlardır. Söz konusu bu durum, inşaat sektörünün ihtiyacı karşılamaya dönük yapı stoku oluşturması sonucunu doğurmuştur. Özellikle Anadolu ve Osmangazi üniversitelerinin yakın çevresinde bu tür yapılaşma dikkat çekicidir. Diğer taraftan öğrencilerin ikametgâh hareketliliği de fazladır, öğrenim süresi içinde kaldığı evi değiştirenler, her yıl mezun olan ve/veya yeni gelen öğrenciler, küçük kamyonet tipi araçlarla yapılan az eşya taşımaya dönük nakliyeciliği de teşvik etmekte, desteklemektedir. Sonuç olarak Eskişehir'de küçük metrekareli konutların yayılış alanlarının şehrin diğer kesimlerine göre belli yerlerde yoğunlaşması ile şehir içi nakliyecilikte kullanılan araçların şekli ve miktarının dikkat çekici oluşuyla, öğrenci sayısı arasında da doğrudan bir ilişki söz konusudur, bu durum da öğrenci şehri belirlemede kullanılabilir ölçütlerden birisidir.

Yerel yönetimlerin ve şehirdeki işyerlerinin öğrencilere dönük sosyal, kültürel, ekonomik desteği de öğrencilerin eğitim dönemi ve hatta kimi zaman sonrasında bile o şehirde yaşamalarını ve orayı benimsemelerini kolaylaştırmakta, teşvik etmektedir. Eskişehir'de pek çok işyeri ucuz işgücü olmalarının da etkisiyle öğrencileri yarı zamanlı, saat ücreti karşılığında çalıştırmaktadır. Bu bir kazan-kazan durumudur. Bir yandan işyerleri eleman ihtiyaçlarını gidermekte diğer taraftan da öğrenciler gelir elde ederek hayatlarını kolaylaştırmakta, iş hayatına atılmayı deneyimlemekte, yaşadıkları şehir ile bağlarını güçlendirmektedir. Öğrencilerin bir kısmı mezuniyetleri sonrasında staj yaptıkları kurumda çalışmaya başlamakta, aynı şehirde yaşamaya devam etmektedir.

Üniversite şehirlerini belirlemede kullanılan bir diğer ölçüt olan sosyal ve kültürel fırsatlar açısından da Eskişehir, dikkat çekici bazı ayrıcalıklara sahiptir. Üniversitelerin bünyesinde bulunan, müzelerin yanı sıra kongre, sempozyum, sergi, resital, dinleti, opera, bale ve söyleşi gibi hem bilimsel hem de kültürel etkinlikler sinema, tiyatro kulübü ve gösterimleri gibi imkânlar, yerel yönetimlerin bu tür faaliyetlere ek olarak yıl boyu düzenledikleri sergi, konser gibi diğer etkinlikler, şehirdeki müzeler, tarihi ve turistik alanlar doğal olarak şehri öğrenciler için çekici kılmaktadır. Eskişehir’de bulunan sosyal ve kültürel aktivitelerin çeşitliliği ve zenginliği topluca düşünüldüğünde bunların bir üniversite şehrinin adeta ayrılmaz bir parçası oldukları ortaya çıkmaktadır.

Tüm bunların dışında Covid-19 salgınının şehir üzerindeki etkileri de dikkat çekici olmuştur. Salgının hemen başlangıcında örgün eğitime ara verilmesi, ülke genelinde uzaktan eğitime geçilmesi kısa süre içinde Eskişehir’de pek çok iş kolunu doğrudan etkilemiştir. Binlerce öğrencinin yaşadığı şehir, bir anda adeta süratle nüfus kaybetmiş, öğrencilerin yaşadıkları evler boşaltılmış, öğrencilere dönük işyerleri ya büyük maddi zararlara uğramış ya da işyeri sahipleri dükkânlarını kapatmak zorunda kalmışlardır. Özellikle üniversite yakınlarında, öğrencilerin oturdukları binalar kiralık ve satılık ilanları ile kaplanmış, bu çevrelerdeki işyerleri faaliyetine son vermiştir. Salgının tüm bu görünür etkileri Eskişehir’de kentsel dinamikler yönüyle öğrencilerin ne denli etkili olduklarının, Eskişehir’in bir öğrenci şehri olarak rahatlıkla nitelenebileceğinin birer göstergesi durumundadır.

Sonuç olarak, dünyada üniversite şehri belirlemede kullanılan ölçütler göz önüne alındığında, ülkemizde bunların tümünü ele almak, haklarında veri bulunmadığı için mümkün değildir. Ancak diğerleri dikkate alındığında elde edilen bulgular ve bunlar yoluyla ulaşılan sonuçlar bize Eskişehir’in üniversite şehri olarak tanımlanabilecek bir yerleşme olduğunu, bu ölçütlerin kullanılmasının sağlıklı ve güvenilir sonuçlar verdiğini açıkça göstermektedir.

## **Notlar**

<sup>1</sup>Bu makale “Üniversite Şehri Kriterleri Üzerine Bir Çalışma: Eskişehir Örneği” isimli yüksek lisans tezi temel alınarak hazırlanmıştır.

<sup>2</sup>Üniversite bulunan şehirler ile üniversitenin ilişkisini konu alan başka çalışmalar da vardır. Bunların bir kısmı temel olarak yukarıdaki fikirleri tekrar etmekte yahut üniversitelerin yerel ekonomiye ve kentsel değişim ile gelişme etkisi üzerinde durmaktadır. Değinenler dışında konuya ilişkin diğer bazı örnekler için; Sargın 2006, Ada ve Bilgili 2008, Çalışkan ve Sarış 2008, Görkemli 2009, Çalışkan 2010, Yılmaz ve Şeker 2011, Şahin vd., 2011, Yayar ve Demir 2013, Karadağ ve Turut 2013, Tural ve Şahin 2013, Arslan 2014, Telli Üçler 2014, Yılmaz 2016, Toprak ve Işık 2018, Gürsoy 2018, Işık ve Yıldırım 2019.



## The Criteria of University City: A Case Study of Eskisehir

Deniz Ateş\*<sup>a</sup>, Harun Tunçel<sup>b</sup>

Submitted: 04.03.2023

Accepted: 18.05.2023

### EXTENDED ABSTRACT

#### 1. Introduction

Numerous criteria have been employed for the classification of cities. Presently, the predominant criteria used to determine the categorization of a settlement as a city encompass the following: population size, population density, spatial coverage, economic and social organization, economic functions, labor supply and demand, designation as an administrative center, presence of social amenities, abundance and diversity of workplaces, and advanced transportation infrastructure (Avcı, 2004; Özçağlar, 2015; Tümertekin, 1965).

In this study, we aim to explore the criteria for defining the concepts of a university city and a student city. The primary objective of this research is to identify the key factors that determine the characteristics of a university city and differentiate it from other urban areas. To accomplish this, we conducted a case study utilizing the Eskişehir model, which represents a unique example. By applying a city classification approach, we developed a set of criteria specific to a university city. Consequently, this research contributes to solidifying Eskişehir's identity as a university city by substantiating this perception through the application of scientific criteria.

Previous studies in the United States used occupation and employment data from 1930 to classify cities. Harris proposed a ratio of approximately 25% of enrolled students to the total population for a university city (Harris, 1943). However, a single criterion is insufficient for city classification. In our country, numerous settlements in large cities have a high number of students, but they may not possess the characteristics of a university city. Glasson (2003) suggests multiple criteria for determining a university city, such as student expenditures, access to goods and services, accommodation and employment opportunities, impact on the housing market, availability of university resources for public use, transportation options, cultural scene, and industry collaborations. Additionally, criteria for student cities include library hours, helpful hosts, affordable services, student involvement in decision-making, and community relationships (Russo et al., 2003).

\* **Corresponding Author:** denzates26@gmail.com

<sup>a</sup> Bilecik Şeyh Edebali University, Institute of Postgraduate Education, Department of Geography, Bilecik/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-8373-7328>

<sup>b</sup> Bilecik Şeyh Edebali University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Department of Geography, Bilecik/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0003-1304-7177>

In the studies conducted in Turkey, it is notable that there is a lack of information regarding the criteria for determining a university city. This can be attributed to the fact that the most well-established universities in our country, which have been established since 1933, are located in major cities. The size of these cities has overshadowed or obscured the visibility of the impacts of universities in various aspects. Therefore, this study was undertaken with a focus on addressing the question of which criteria can be used to define a university city.

To define the function of a university city, two main criteria, namely "human elements" and "spatial indicators," were established based on a literature review, collected data, and field studies. These criteria were further divided into sub-criteria. Furthermore, in terms of the utilization of urban space in Eskişehir, three main shopping areas were identified, catering to students, local residents, and shared spaces. Finally, the transition of universities to distance education during the Covid-19 period and its impact on the city were discussed.

## **2. Methodology**

The main problem addressed in this study is whether it is feasible to utilize specific criteria for defining a university city within the classification of cities. If it is indeed possible, the study aims to identify what these criteria might entail.

In the context of Eskişehir, the study focuses on the student population enrolled in the university and examines various aspects related to transportation, access to goods and services, accommodation, support from local governments, employment opportunities, and socio-cultural offerings. The research specifically examines businesses located on University Street and in neighborhoods where university students are concentrated. To conduct this research, the theory-building technique developed by Glaser and Strauss (1967), which is a qualitative research method, was employed.

The study collected demographic data from the Turkish Statistical Institute (TUIK) on the population of central neighborhoods in Eskişehir, categorized by age groups. Various establishments catering to student needs, including cafeterias, bakeries, restaurants, second-hand shops, laundry services, bookstores, and convenience stores, were surveyed for statistics. Information on grocery stores, tobacconists, gyms, student apartments from online sources, student dormitories, public transportation routes, and student population data were also collected from relevant sources such as the Department of Transportation and the Council of Higher Education.

The criteria established for this study were utilized in two main categories:

*a. Human Factors:* Student population registered at the university, transportation features, access to goods and services, accommodation support from local governments, employment opportunities, socio-cultural opportunities

*b. Spatial Indicators:* Urban space utilization for students

## **3. Result**

In Eskişehir, the student population registered at the university accounts for approximately 12% of the city's total population. However, it is important to note that relying solely on the population

criterion is not sufficient to define a university city. Other criteria need to be considered as well. The presence of large and diverse populations in major cities often diminishes the visibility of universities and their impact on the city. On the other hand, in smaller cities, the ratio of university students to the overall population tends to be higher, and the influence of universities can be more prominently felt. There is undoubtedly a connection between areas with a significant youth population and the environment surrounding universities.

According to this, taking into account the locations of the areas with the highest student density, the Anadolu University Yunus Emre Campus, located in the northwest of the city, has been identified as the primary student zone, mainly encompassing the Eskibağlar and Yenibağlar neighborhoods, commonly referred to as Bağlar. The fact that this area houses the oldest university campus in the city has contributed to this determination. Although the youth population density slightly decreases, the Bahçelievler neighborhood situated to the east of the Bağlar region and the Büyükdere neighborhood in the southwestern part of the city, which includes Osmangazi University, have been designated as secondary student zones (Figure 1).

Secondly Eskişehir offers students diverse and easily accessible transportation options, meeting one of their key expectations from the city. Its strategic location near major cities like Ankara and Istanbul, as well as its role as a transportation hub connecting cities such as Bursa, Izmir, and Antalya, further enhances its appeal. The presence of tram, bus, and minibus lines connecting the universities within the city is crucial for student convenience. Additionally, the universities' central location allows for easy access on foot.

The third criterion is the availability of access to goods and services. In this regard, shopping areas in Eskişehir were examined, and field studies were conducted. When looking at a city plan, it is possible to distinguish three different areas: the marketplace predominantly used by the local population, the marketplace predominantly used by university students, and the marketplace used by both. Moving from southeast to northwest, the first area is the section between Cumhuriyet Boulevard and Sivrihisar Street, which serves as a shopping area for the local population. The second area includes Cengiz Topel Street and the southeast part of İsmet İnönü Street, where students and the local population are seen together. This area, known as Doktorlar Street and its surroundings, serves as a combination of the two main centers and functions as a shared shopping area for students and the local population. The third area is the section between University Street, formerly known as Yılmaz Büyükerşen Boulevard, and the Ring Road, which constitutes the shopping area for university students. While University Street forms the central axis of this area, there is an extension towards Seylap Street in the east and a branching towards the northwest of İsmet İnönü Street in the west (Figure 3).

Additionally, housing prices, transportation costs, and consumption needs play significant roles in determining a city's status as a university city. The rise in student population in Eskişehir has led to structural changes and transformations in the housing sector. The increased demand for housing has primarily resulted in the emergence of small-sized apartments within buildings. These apartments are predominantly located in close proximity to universities. The supply and demand dynamics have led to

a proliferation of apartments, particularly in areas such as Eskibağlar, Yenibağlar, Şirintepe, Bahçelievler, Uluönder, Büyükdere, Yeşiltepe, and their surroundings.

Another criterion used to define a university city is the support provided by local governments to students. Eskişehir Municipality, for example, offers support to students by providing free soup and organizing free laundry-drying days, which greatly facilitate their lives. Part-time employment opportunities offered to students are also considered as a factor in evaluating a city as a university city. Lastly, the presence of socio-cultural opportunities such as museums, theaters, cinemas, and operas, along with the diversity of venues and the frequency of activities, are used as criteria in determining a city's status as a university city.

In addition to the aforementioned criteria, the impact of the Covid-19 pandemic on the city has also been significant. The outbreak has resulted in the closure or rental of many businesses located around universities. As a result, empty houses and apartments available for rent in student-oriented neighborhoods have become more prevalent on the streets and roads. This shift in the availability of housing and the closure of businesses due to the pandemic have had an observable effect on the city's landscape and dynamics.

#### **4. Discussion and Conclusions**

The research findings provided a comprehensive evaluation of the factors that determine the quality of university cities. Based on these findings, a university city criterion was developed, offering valuable insights for urban planning and development strategies.

When considering the population criterion, it was determined that students constitute at least 12% of the population in Eskişehir. Although Eskişehir meets this criterion statistically, it is believed that this percentage could be higher. The proximity of Eskişehir to major cities and the availability of various transportation options significantly facilitate access for university students. This accessibility not only benefits students from these cities but also those residing in surrounding areas, making Eskişehir an attractive and preferred destination for university education. The segregation in shopping areas and the concentration of small-sized housing units in specific locations demonstrate the importance of proximity to the university, which can be considered as a criterion for a university city. Additionally, factors such as local government support, employment opportunities, and social and cultural amenities are crucial criteria for university students.

The suspension of face-to-face education due to the Covid-19 pandemic has highlighted the significance of students in the city. The outbreak has directly affected the business sector that caters to students in Eskişehir.

Based on the available criteria used to determine a university city globally, it may not be feasible to address all of them in our country due to data limitations. However, considering the other criteria and the findings obtained, it is evident that Eskişehir can be defined as a university city. The use of these criteria confirms Eskişehir's status as a university city by providing reliable and meaningful results.

#### **Referanslar/References**

Açıköğretim Fakültesi (AÖF, 2019). *Aktif Öğrenci İstatistikleri*, 10.03.2019 tarihinde Açıköğretim Fakültesi Öğrenci İşleri

- Dairesi Başkanlığından alınmıştır.
- Ada, Ş., Bilgili, A.S. (2008). Üniversitenin Şehrin Sosyo-Ekonomik Kalkınmasına Etkisi: Atatürk Üniversitesi Örneği. 2. *Ulusal İzmir İktisat Kongresi*, İzmir.
- Akçakanat, T., Çarıkçı, İ., Dulupçu, M.A. (2010). Üniversite öğrencilerinin buldukları il merkezine ekonomik katkıları ve harcama eğilimleri: Isparta 2003–2009 Yılları Örneği. *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22, 165-178, Isparta. <https://dergipark.org.tr/en/pub/sufesosbil/issue/11415/136345> adresinden alınmıştır.
- Aktaş, S.G., Ofli, G., Balaban, G. (2013). Sosyo-kültürel yapının üniversite öğrencilerinin bölüm seçimi üzerindeki etkisi, Anadolu Üniversitesi örneği. *İş, Güç” Endüstri İlişkileri ve İnsan Kaynakları Dergisi*, 15 (4), 59-71, Bursa. doi: 10.4026/1303-2860.2013.0237.x
- Anadolu Üniversitesi (2021). *Anadolu Üniversitesi İdare Faaliyet Raporu*, 27.02.2023 tarihinde <https://cdn.anadolu.edu.tr/files/anadolu-cms/GVz7qwkr/file/2021-idare-faaliyet-raporu5f15ff80d0034776.pdf> adresinden alınmıştır.
- Arslan, H. (2014). Çankırı Karatekin Üniversitesi'nin kente ekonomik katkısı ve öğrenci harcamalarının farklı değişkenler açısından analizi. *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (12), 114-127, Diyarbakır. <https://dergipark.org.tr/en/pub/diclesosbed/issue/61619/920210> adresinden alınmıştır.
- Aslan, İ., Sırrım, V., (2019). Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi'nin Süleyman Paşa ilçesinin ekonomik gelişimi üzerindeki etkileri: Öğrenci tüketim harcamaları özelinde bir değerlendirme. *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi*. 8 (15), 61–76, Tekirdağ. <https://dergipark.org.tr/en/pub/bsbd/issue/43873/480282> adresinden alınmıştır.
- Ateş, D. (2019), *Üniversite Şehri Kriterleri Üzerine Bir Çalışma Eskişehir Örneği*, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Bilecik. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden alınmıştır.
- Avcı, S. (2004). Şehirsel yerleşmelerin belirlenmesinde kullanılan kriterler ve Türkiye örneği. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Sosyoloji Dergisi*, (9), 9-28, İstanbul.
- Brownrigg, M. (1973). The economic impact of a new university. *Scottish Journal of Political Economy*, XX (2), 123, Brown.
- Cantürk, A. (2020). Türkiye’de üniversite müzeleri üzerine bir değerlendirme. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 13 (70). doi: 10.17719/jisr.2020.4097
- Çağlayandereli, M. ve Güleş, H. (2013). Üniversite Kenti Markasının Sosyolojik Analizi. *KBAM 4. Kentsel ve Bölgesel Araştırmalar Ağı Sempozyumu Bildiri Kitabı*, 28-30 Kasım 2013: 727-745, Mersin.
- Çalışkan, Ş. (2010). Üniversite Öğrencilerinin harcamalarının kent ekonomisine katkısı (Uşak Üniversitesi Örneği). *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 9 (31), 169-179. <https://dergipark.org.tr/en/pub/esosder/issue/6145/82492> adresinden alınmıştır.
- Çalışkan, V., Sarış, F. (2008). Çanakkale şehrinde üniversite- konut ilişkisi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, (20), 215-237, Erzurum. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ataunidcd/issue/2444/30993> adresinden alınmıştır.
- Çatalbaş, N. (2007). Üniversite-Yerel ekonomi ilişkisinde kutuplaşma teorisi iyi bir model olabilir mi? *Selçuk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Yerel Ekonomiler Özel Sayısı: 90-101, Konya. <https://dergipark.org.tr/en/pub/kmusekad/issue/10225/125731> adresinden alınmıştır.
- Çetin, M., Kaşlı, M., Ecevit, E., Serel, A. (2008). Üniversite öğrenci harcamalarının analizi ve bölge ekonomilerine katkılarını belirlemeye yönelik bir araştırma. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 15 (2), 99-113, Manisa. <https://dergipark.org.tr/en/pub/yonveek/issue/13689/165678> adresinden alınmıştır.
- Darkot, B. (1972). Şehir ayırımında nüfus sayısı ve fonksiyon kriterleri. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, (16): 3-8, İstanbul.
- Demirel, M. (2014). Burdur Kent İmajı: Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi öğrencileri üzerine bir alan araştırması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6 (10), 230-241. Burdur. <https://dergipark.org.tr/en/pub/makusobed/issue/19442/206828> adresinden alınmıştır.
- Demireli, C., Taşkın, E. (2013). Üniversite öğrencilerinin buldukları şehre ekonomik katkıları: Kütahya il merkezi örneği. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 37, 321-328, Kütahya. <https://dergipark.org.tr/en/pub/dpusbe/issue/4779/65876> adresinden alınmıştır.
- Demirsoy, S. (2017). *Üniversite Öğrencilerinin Kentleşme Süreçleri Üzerine Etkileri: Bülent Ecevit Üniversitesi Örneği*. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Yönetimi Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kütahya. [https://acikbilim.yok.gov.tr/bitstream/handle/20.500.12812/612452/yokAcikBilim\\_10138759.pdf?sequence=-1&isAllowed=y](https://acikbilim.yok.gov.tr/bitstream/handle/20.500.12812/612452/yokAcikBilim_10138759.pdf?sequence=-1&isAllowed=y) adresinden alınmıştır.

- Duke-Williams, O. (2009). The geographies of student migration in the UK. *School of Geography, University of Leeds*, 41(8), 1826-1848, England. doi: 10.1068/a4198
- Eskişehir Büyükşehir Belediyesi (EBB, 2022). *Büyükşehir'den Gençlere Tam Destek*, 10.01.2023 tarihinde [https://www.eskisehir.bel.tr/icerik-detay.php?icerik\\_id=8164&cat\\_icerik=1&menu\\_id=24](https://www.eskisehir.bel.tr/icerik-detay.php?icerik_id=8164&cat_icerik=1&menu_id=24) adresinden alınmıştır.
- Ertin, G. (1994). *Eskişehir Kentinde Yerleşmenin Evrimi*. Anadolu Üniversitesi Yayınları, No. 773, Eskişehir.
- Eskişehir Osmangazi Üniversitesi (ESOGÜ, 2021). *İdare Faaliyet Raporu*, 27.02.2023 tarihinde <https://strateji.ogu.edu.tr/Storage/Strateji/Uploads/2021-Yılı-İdare-Faaliyet-Raporu.pdf> adresinden alınmıştır.
- Eskişehir Teknik Üniversitesi (ESTÜ, 2021). *İdare Faaliyet Raporu*, 27.02.2023 tarihinde [https://strateji.eskisehir.edu.tr/Uploads/strateji/files/2021 Yılı İdare Faaliyet Raporu-.pdf](https://strateji.eskisehir.edu.tr/Uploads/strateji/files/2021%20Yılı%20İdare%20Faaliyet%20Raporu-.pdf) adresinden alınmıştır.
- EUROSTAT İstatistik, (EUROSTAT, 2020). *Cinsiyete ve Eğitim Düzeyine Göre Yükseköğretim Öğrencilerinin Sayısı*, 19.04.2023 tarihinde [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Number\\_of\\_tertiary\\_education\\_students\\_by\\_sex\\_and\\_level\\_of\\_education,\\_2020\\_\(1\\_000\)\\_ET2022.png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Number_of_tertiary_education_students_by_sex_and_level_of_education,_2020_(1_000)_ET2022.png) adresinden alınmıştır.
- Frey W.H., Zimmer, Z. (2001). *Defining The City*. Kent Çalışmaları El Kitabı (Ed.R.Paddison).SAGE Publications Ltd. Londra.
- Glaser, B. G., Strauss, A. L. (1967). *The Discovery of Grounded Theory*. Chicago: Aldine.
- Glasson, J. (2003). The Widening Local and Regional Development Impacts of The Modern Universities – A Tale of Two Cities (and north-south perspectives). *Local Economy*, 18 (1), 21–37. doi: 10.1080/0269094032000073799
- Göney, S. (1977). *Şehir Coğrafyası-1*. İ.Ü. Coğr. Enst. Yay. No: 91, İstanbul.
- Göney, S. (Ed.) (2017). *Şehir Coğrafyası*. Cilt 1, Beta Yayıncılık, İstanbul.
- Görkemli, H.N. (2009). Selçuk Üniversitesi'nin Konya Kent Ekonomisine Etkileri. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (22), 170-186, Konya. <https://dergipark.org.tr/en/pub/susbed/issue/61799/924459> adresinden alınmıştır.
- Günay, D., Günay, A. (2017). Türkiye'de yükseköğretimin tarihsel gelişimi ve mevcut durumu. *Yükseköğretim Dergisi*, 7 (3), 156-178. doi:10.2399/yod.17.024
- Gürsoy, M. (2018). *Bir Kentsel Gelişme Dinamiği Olarak Üniversiteler: Adıyaman Kenti ve Adıyaman Üniversitesi Üzerine Sosyolojik Bir Araştırma*. Mersin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyoloji Anabilim Dalı, Yayımlanmamış Doktora Tezi, Mersin. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden alınmıştır.
- Harris, C. D. (1943). A Functional Classification of Cities in The United States. *Geographical Review*, 33 (1), 86-99. doi: 10.2307/210620
- Hubbard, P. (2008). Regulating the social impacts of studentification: a loughborough case study. *King's College London, Environment and Planning*, 40 (2), 323-341, England. doi: 10.1068/a396
- Işık, M., Yıldırım, L.N. (2019). Eskişehir'de öğrenim gören öğrencilerin eskişehir imaj algısı. *Anadolu Akademi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1 (1), 120-145, Eskişehir. <https://dergipark.org.tr/en/pub/anadoluakademi/issue/42510/512405> adresinden alınmıştır.
- Işık, Ş. (2008). *Türkiye'de Üniversitelerin Kentlerin Gelişimi ve Ekonomik Yapısı Üzerine Etkileri: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi*. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, No: 150, İzmir.
- Işık, Ş. (2008). Türkiye'de üniversitelerin kentleşme üzerine etkileri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10 (3), 157-179, İzmir. <http://hdl.handle.net/20.500.12397/5375> adresinden alınmıştır.
- Işık, Ş., Uğraş, M. (2018). Üniversitenin nüfus artışı ve iller arası göçler üzerine etkileri: Çanakkale örneği. *Ege Coğrafya Dergisi*, 27 (2), 149-166, İzmir. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ecd/issue/41304/499204> adresinden alınmıştır.
- Karadağ, A., Turut, H. (2013). Üniversite öğrencilerinin kentsel çevre algısı üzerine bir araştırma: İzmir örneği. *Ankara Üniversitesi Coğrafi Bilimler Dergisi*, 11 (1), 31-51, Ankara. doi: 10.1501/Cogbil\_0000000141
- Karadağ, E., Çiftçi, S. K., Gök, R., Su, A., Ergin Kocaturk, H., Çiftçi, Ş. S. (2021). Covid-19 pandemisi sürecinde üniversitelerin uzaktan eğitim kapasiteleri. *Üniversite Araştırmaları Dergisi (Online)*, 4 (1), 8-22. doi: 10.26701/uad.874799
- Keçeli, K. (2016). *Isparta Şehrinde Uluslararası Öğrencilerin Kentsel Mekân Algısı*. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Isparta. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden alınmıştır.
- Keleş, R. (2000). *Kentleşme Politikası*. Ankara: İmge Kitabevi Yayınları.



- Korlu, Ö., Bakioğlu, M., Gencer, E. G. (2021). *Eğitim İzleme Raporu 2021: Eğitim Yönetişimi ve Finansmanı, Eğitim Reformu Girişimi*, 10.02.2023 tarihinde <https://www.egitimreformugirisimi.org/egitim-izleme-raporu-2021-egitim-yonetisimi-ve-finansmani/> adresinden alınmıştır.
- Kömür, G. (2021). Üniversitelerin sosyal kültürel ve ekonomik fonksiyonlarının şehirler üzerindeki etkileri. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 24 (1), 101-114, Konya. doi: 10.29249/selcuksbmyd.875914
- Kredi ve Yurtlar Kurumu, Eskişehir İl Müdürlüğü, (2019). *Öğrenci Yurtları Kapasiteleri*, 12.02.2019 tarihinde Eskişehir İl Müdürlüğünden alınmıştır.
- Küçükçaylı, F.M., Telli, E. (2017). Yöre halkının üniversite algısı: Ağlasun Meslek Yüksekokulu örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9 (21) (Özel Sayı), Burdur. doi: 10.20875/makusobed.308580
- Lee, Y., Han, G.Y., Kim, H. (2014). The university-city interface: Plazas and boulevards. *Journal of Building Construction and Planning Research*, (2), 157-165, Güney Kore. doi: 10.4236/jbopr.2014.22014
- Munro, M., Turok, I., Livingston, M. (2009). Students in Cities: A preliminary analysis of their patterns and effects. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 41 (8),1805–1825. doi: 10.1068/a41133
- Odunpazarı Belediyesi Ruhsat ve Denetim Müdürlüğü (2022). *İşyeri Sayısı İstatistikleri (2019-2022)*, Odunpazarı Belediyesinden alınmıştır.
- Onsekiz, D. (2018). Üniversitelerin Anadolu kentlerine etkileri: Bir literatür taraması. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11 (55), 401-406. doi:10.17719/jisr.20185537209
- Oral, M., Özdemir, Ü., Ünlü, İ. (2019). Üniversiteye bağlı sosyomekânsal bir dönüşüm sahası: Karabük 100. Yıl Mahallesi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 24 (41), 107-124. doi: 10.17295/ataunidcd.567219
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2007). *Higher Education and Regions: Globally Competitive, Locally Engaged*, Paris: OECD Yayınları.
- Oxford City Council (2021). *Oxford Kent ve Öğrenci Nüfusu Verileri*, 10.04.2022 tarihinde [https://www.oxford.gov.uk/info/20131/population/459/oxfords\\_population](https://www.oxford.gov.uk/info/20131/population/459/oxfords_population) adresinden alınmıştır.
- Özçağlar, A. (2015). *Yönetişel Coğrafya*. Nika Yayınevi, ISBN: 978-605-84776-8-1, Ankara.
- Öztürk, S., Torun, İ., Özkök, Y. (2011). Anadolu’da Kurulan Üniversitelerin İllerin Sosyo-Ekonomik Yapılarına Katkıları. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8 (16), 145- 158, Hatay. <https://dergipark.org.tr/en/pub/mkusbed/issue/19554/208305> adresinden alınmıştır.
- Russo, A., Berg, L., Lavanga, M. (2003). The Student City”, Regional Science Association, Strategic Planning for Student Communities in EU Cities. 43. *European Congress*: 140-166, Finland.
- Sağdıç, M. (2014). Üniversite Öğrencilerinin İstanbul’a ilişkin algılarının şehir imajı açısından analizi. *Turkish Studies International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish*, (9) 2, 1267-1283, Ankara. doi: 10.7827/TurkishStudies.6342
- Sargın, S. (2006). *Şehirleşme, Üniversiteler: Üniversitelerin Şehirleşmeye Etkileri: Isparta Örneği*. Fakülte Kitabevi, Isparta.
- Sargın, S. (2007). Türkiye’de üniversitelerin gelişim süreci ve bölgesel dağılımı. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3 (5), 133-150, Isparta. <https://dergipark.org.tr/en/pub/sbe/issue/23203/247842> adresinden alınmıştır.
- Şahin, İ., Zoraloğlu, Y. R., Şahin Fırat, N. (2011). Üniversite Öğrencilerinin Yaşam Amaçları, Eğitsel Hedefleri, Üniversite Öğreniminden Beklentileri ve Memnuniyet Durumları. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi Dergisi*, 17 (3), 429-452, Ankara. <https://dergipark.org.tr/en/pub/kuvey/issue/10327/126608> adresinden alınmıştır.
- Taşcı, D., Gökalp, E., Genç Kumtepe, E., Kumtepe, A.T., Toprak E., Tosunoğlu, B.T., Sürmeli, A. (2008). *Anadolu Üniversitesinin Eskişehir’e Etkileri ve Şehrin Üniversiteyi Algılayışı*. Fevzi Sürmeli (der.), Anadolu Üniversitesi Yayınları, No:1878, Eskişehir.
- Taşcı, D., Gökalp, E., Genç Kumtepe, E., Kumtepe, A. T. ve Toprak, E. (2011). Kentin üniversite algısı: Anadolu Üniversitesi ve Eskişehir örneği. *Amme İdaresi Dergisi*, 44 (2), 131-146, Ankara. <https://hdl.handle.net/11421/19321> adresinden alınmıştır.
- Taşçı, H. (2014). *Şehir, Mekân, Meydan*. Kaknüs Yayınları, ISBN: 9789752564244, İstanbul.
- Telli Üçler, Y. (2014). Bölgesel Kalkınmada Üniversite-sanayi işbirliği’nin sanayiye, devlete ve üniversiteye yararları: Konya ili özelinde bir araştırma. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (41), 167-183, Kütahya. <https://dergipark.org.tr/en/pub/dpusbe/issue/4783/65956> adresinden alınmıştır.
- Tepebaşı Belediyesi Ruhsat ve Denetim Müdürlüğü (2022). *İşyeri Sayısı İstatistikleri (2019-2022)*, Tepebaşı Belediyesinden

alınmıştır.

- Tolun-Denker, B. (1976). *Şehir İçi Arazi Kullanılışı Gelibolu, Malkara ve Babaeski’de Örnek Araştırmalar*. İÜ Edebiyat Fakültesi Yayını No: 2054, Coğrafya Ens. Yay. No: 83, İstanbul.
- Toprak, M., Işık, Ş. (2018). Dumlupınar Üniversitesi’nin Kütahya’nın konut piyasasına etkileri. *Ege Coğrafya Dergisi*, 27 (2), 91-110, İzmir. <https://dergipark.org.tr/en/pub/eecd/issue/41304/499192> adresinden alınmıştır.
- Torun, İ., Öztürk, S. (2013). Yükseköğrenimin etkinleştirilmesi ve taşra üniversitelerinin önemi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 27 (1), 197-208, Erzurum. <https://dergipark.org.tr/en/pub/atauniiibd/issue/2708/35829> adresinden alınmıştır.
- Tural, D., Şahin, S. (2013). Üniversite öğrencilerinin kendi üniversite ve ideal üniversite algıları: Gaziantep üniversitesi örneği. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11 (2), 209-240, Gaziantep. <https://dergipark.org.tr/en/pub/tebd/issue/26092/274946>
- Tümertekin, E. (1965). *Türkiye’deki Şehirlerin Fonksiyonel Sınıflandırılması*. İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayını, No: 43, İstanbul.
- Tümertekin, E., Özgüç, N. (2009). *Beşeri Coğrafya İnsan, Kültür, Mekân*. İstanbul: Çantay Kitabevi.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK, 2021). *Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Eskişehir nüfus verileri*, 14.06.21 tarihinde <https://www.tuik.gov.tr/> adresinden alınmıştır.
- Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demir Yolları (TCDDY, 2022). *Tren Seferleri Listesi*, 24.06.2022 tarihinde <https://www.tcddtasimacilik.gov.tr/> adresinden alınmıştır.
- Uğur, A., Aliağaoğlu, A. (2013). *Şehir Coğrafyası*. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Uygun, M., Mete, S., Kara, F. Z., Bağcı, H. (2016). Üniversitenin kente olan ekonomik, sosyo-kültürel ve çevresel etkilerine yönelik yerel hwebalk algısı. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8 (4), 66-85, Aksaray. <http://iibfdergi.aksaray.edu.tr> adresinden alınmıştır.
- Wolff, E.N. (2015). Educational expenditures and student performance among OECD countries. *Structural Change and Economic Dynamics*, (33), 37-57. doi: 10.1016/j.strueco.2015.02.003
- Wu, C., Wilkes, R. (2017). International students post-graduation migration plans and the search for home. *University British of Columbia, Geoforum*, (80), 123-132, Vancouver. doi: 10.1016/J.GEOFORUM.2017.01.015
- Yavuzçehre, P.S. (2016). Üniversitelerin kentlerine etkileri: Denizli Pamukkale Üniversitesi örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21 (1), 235-250, Isparta. <https://dergipark.org.tr/en/pub/sduiibfd/issue/20859/223808> adresinden alınmıştır.
- Yayar, R., Demir, D. (2013). Gaziosmanpaşa Üniversitesi’nin Tokat ili ekonomisine etkisi. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 5 (8), 106-122, Kilis. doi:10.20990/aacd.68201
- Yılmaz, C. (2016). Samsun; şehir ve üniversite: Samsun bir üniversite şehri midir?. *Samsun Kültür Sanat Dergisi*, 5 (6), 21-29, Samsun.
- Yılmaz, S., Şeker, M. (2011). Üniversitelerin Buldukları Bölgelere Sosyo-Ekonomik Etkileri. *Uluslararası Yükseköğretim Kongresi: Yeni Yönelişler ve Sorunlar*, 27-29 Mayıs 2011: 2285-2291, İstanbul.
- Yorulmaz, E. (2019). *Eskişehir’de Rekreatif Faaliyetlerin Dağılışı*. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul. <http://nek.istanbul.edu.tr:4444/ekos/TEZ/ET000857.pdf> adresinden alınmıştır.
- Yücel, T. (1961). Türkiye’de şehirleşme hareketleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, XVII (21), 31-44, İstanbul. <https://dergipark.org.tr/en/pub/tcd/issue/21265/228289> adresinden alınmıştır.
- Yüksek Öğretim Kurumu (YÖK, 2018). *Üniversite Faaliyetleri Raporu*, 10.12.2018 tarihinde <https://faaliyet.yok.gov.tr/> adresinden alınmıştır.
- Yüksek Öğretim Kurumu (YÖK, 2022). *Öğrenci Sayıları*, 15.04.2022 tarihinde <https://istatistik.yok.gov.tr/> adresinden alınmıştır.
- Yüksek Öğretim Kurumu (YÖK, 2022). *Üniversite Sayıları*, 19.04.2023 tarihinde <https://istatistik.yok.gov.tr/> adresinden alınmıştır.
- <http://universitycities.org/> (Erişim Tarihi:16.06. 2020).



## Finansmana Erişim Kanalları Ülkelerin Gelişmişlik Düzeyine Göre Farklılaşıyor Mu?

*Do the channels of access to finance differ with regard to the income level of countries?*

Suat Tuysuz\*<sup>a</sup>, Ecem Balaban<sup>b</sup>

### Makale Bilgisi

Araştırma Makalesi

DOI:

10.33688/aucbd.1262617

Makale Geçmişi:

Geliş: 10.03.2023

Kabul: 20.06.2023

Anahtar Kelimeler:

Finansmana erişim

Formel kurumlar

Enformel kurumlar

Kalkınma

### Öz

*Bu araştırma, ülkelerin gelişmişlik durumu ile finansmana erişim kanalları arasındaki ilişkiye odaklanmaktadır. Bu kapsamda, bireylerin finansmana erişim aracı olarak kullandıkları kanalları gösteren ülke ölçeğindeki Dünya Bankası (DB) verisi kullanılmıştır. Bu kanallar, banka gibi finansal kurumlar ile aile, akraba, arkadaş ve tasarruf kulübü şeklindedir. Çalışmada, bankalar formel; aile, akraba, arkadaş ve tasarruf kulüpleri ise enformel kurum olarak tanımlanmıştır. Söz konusu veriler 2011, 2014 ve 2017 yıllarını kapsamaktadır. Her bir yıla ilişkin ülke verisi zaman serisi şeklinde düzenlenmiştir. Ülkelerin gelişmişlik düzeyi ise Dünya Bankası'nın verilerine göre dört kategori şeklinde sınıflandırılmıştır. Ülkelerin gelir sınıflaması ile söz konusu mekanizmaları kullanma oranları arasındaki ilişkiyi ve farklılaşmayı anlamak için sırasıyla korelasyon ve ANOVA testi yapılmıştır. Bulgularımız, ülkelerin gelir düzeyi arttıkça formel kurumları, gelir düzeyi azaldıkça ise enformel kurumları kullanma oranının arttığını ortaya koymakta ve gelir düzeyine göre bunun istatistiksel olarak anlamlı bir biçimde farklılaştığını göstermektedir.*

### Article Info

Research Article

DOI:

10.33688/aucbd.1262617

Article History:

Received: 10.03.2023

Accepted: 20.06.2023

Keywords:

Access to finance

Formal institutions

Informal institutions

Development

### Abstract

*This research focuses on the relationship between the income level of countries and their financial access channels. In this context, data about accession to finance by World Bank are used. These channels are defined as bank, family, relatives, friends, and savings clubs. In the study, banks are defined as formal institutions, while family, relatives, friends, and savings clubs are defined as informal institutions. The data covers the years 2011, 2014, and 2017. The income level of countries is classified into four categories based on the World Bank's data. Correlation and ANOVA tests were implemented to understand the relationship and differentiation between the use of these mechanisms and countries' income classification. Our findings indicate that as long as the income level of countries increases, people conduct formal institutions to get access to finance, while the income level of countries, people conduct informal institutions to get access to finance. ANOVA results showed that the income level of countries and the rate of using formal and informal institutions differ significantly.*

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: suattuysuz@gmail.com

<sup>a</sup> Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Erzincan/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0002-6598-0746>

<sup>b</sup> Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Erzincan/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0003-2851-5041>

## 1. Giriş

Büyüme ve kalkınma ile yatırım arasında pozitif yönlü bir ilişki söz konusudur. Büyüme ve kalkınmanın istikrarlı bir biçimde sürdürülebilmesi için milli gelirin en az %5 ile %10'unun tasarruf edilerek yatırımlara dönüştürülmesi gerektiği ifade edilmektedir. Hatta büyüyen ekonomilerde bu oranın %12-15 aralığında olduğu belirtilmektedir (Gönel Doğaner, 2016: 152). Büyüme ve kalkınma için önemli olan husus yatırım olunca bunun sağlanabilmesi için gerekli olan finansman ve ona erişim önemli bir konu haline gelmektedir. Nitekim, az gelişmiş ülkelerin en karakteristik özelliklerinden biri emek bol olmasına rağmen finansmanın kıt olmasından kaynaklanmaktadır. Bu çerçevede, sermayenin kıt bir faktör olmaktan çıkarılması kalkınmanın gerçekleştirilebilmesi açısından önemlidir. Finansmana erişim, kavramsal olarak ülkelerin kişi ve kurumlarının bankalarda bulunan hesapları ve ilişkilerinin derinliği olarak belirtilmektedir (Lök, 2018). Finansman öylesine önemli bir konudur ki her türlü yatırımın gerçekleşmesi ona bağlıdır. Nitekim, girişimciliğin önündeki en büyük engellerden birinin finansmana erişilebilirlik olduğu vurgulanmaktadır (Er vd., 2015). Örneğin, KOBİ faaliyetlerinin West Midlands bölgesindeki eksikliğini finansmana erişimle ilişkili olduğu belirtilmekte (Appleyard, 2013) bu durumun özellikle çeper bölgelerde daha belirgin bir hal aldığı ifade edilmektedir (Kapitsinis vd., 2021; Zhao ve Jones-Evans, 2017).

Finansmana erişimin farklı kanallar üzerinden yapılabileceğini belirtmek gerekir. Bu kanallar, yurt içi ve yurt dışı olmak üzere iki temel yoldan gerçekleşmektedir. Finansmana erişimin yurt içi ayağı iç tasarruflar üzerinden sağlanırken yurt dışı ayağı ise yabancı sermaye aracılığıyla sağlanabilmektedir. Hem yurt içi hem de yurtdışı finansmana erişim, biçimsel ve biçimsel olmayan yollarla sağlanmaktadır. Biçimsel kaynaklar; bankalar, devlet, kredi kuruluşları, girişim sermayesi fonları vb. gibi *formel* kurumlara refere ederken, biçimsel olmayan kaynaklar ise kişisel tasarruflar, aile ve arkadaşlar ile melek yatırımcılar gibi güven temelli mekanizma üzerine inşa edilen *enformel* kaynaklara refere eder (Er vd., 2015)<sup>1</sup>.

Finansmana erişimin firmaların inovasyon (Gorodnicenko ve Schnitzer, 2013; Lee ve Brown, 2017; Lee vd., 2015) ve ihracat yapma kapasitesini etkilediği (Hur vd., 2006; Jinjara ve Wignaraja, 2016; Minetti ve Zhu, 2011; Turner, 2011), bu sayede üretkenlik artışında belirleyici olabildiği belirtilmektedir (Krishnan vd., 2015; Levine ve Warusawitharana, 2021). Buna ek olarak, finansal hizmetlere erişimin ekonomik büyüme (Beck, 2014; Lee, ve Luca, D. 2019) ve kalkınma ile olduğu kadar (Lök, 2018; Rioja ve Valev, 2004), yoksulluğu azaltıcı ve gelir dağılımını düzeltici yönü de vardır (Ayyagari vd., 2013; Beck vd., 2007; Lee ve Luca, 2019; Lök, 2018). Finansmana erişilemezlik durumunun ise piyasa başarısızlığına neden olduğu belirtilmektedir (Fraser vd., 2015). Ezcümle finansman erişim, girişimcilerin performanslarını artırmasına, iş yaratmasına ve toplamda ekonomik aktivitenin artmasına yardımcı olur (Frimanslund vd., 2022). Bir diğer ifadeyle finansman işletmelerin damarlarındaki kan gibidir. Çok sağlıklı bir vücut olsa bile söz konusu o kan olmazsa yaşamanız mümkün olamayacaktır<sup>2</sup>.

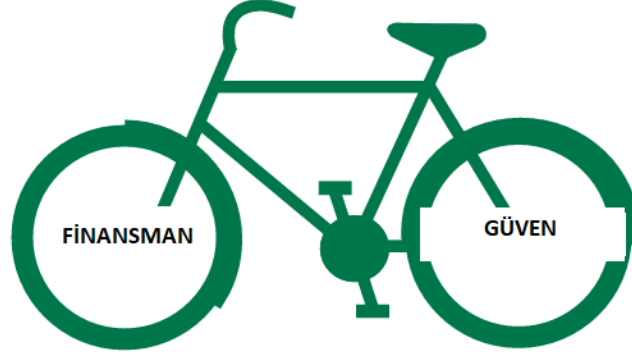
Finansmana erişimde banka gibi finansal kurumlar oldukça önemli olmakla beraber, işletmelerin çeşitli nedenlerle banka gibi kurumsal yapıları kullan(a)madıkları görülmüştür. İşletmelerin finansal yapılarının kötü olması veya bilançoları nedeniyle bankaların istediği yüksek ipotek ve teminat bedellerini karşılayamamaları onların bankalar aracılığıyla elde edebilecekleri finansmana erişimlerini sınırlandırmaktadır (Dursun, 2016; Lee ve Brown, 2017). Bu durumda, Xiao ve Ritchie (2009) tarafından yapılan ampirik bir araştırma, kimi durumlarda (firmanın büyüklüğü, bölgenin gelişmiş olup olmaması gibi) gayri resmi finans kaynaklarının önemini vurgulamaktadır. Gayri resmi finansman kaynaklarının resmi kaynaklara kıyasla yüksek teknoloji KOBİ'lerin özel finansman ihtiyaçlarına daha uygun olduğu belirtilmektedir (Xiao ve Ritchie, 2009).

Söz konusu olan husus finansman olunca, işin içerisine mudiler ile sermayeyi kullanacak olan aktörlerin birbirine güvenmesi girmektedir. Bu noktada kurumsal iktisat yaklaşımı önemli bir bakış açısı sunmaktadır. Bilindiği üzere Amerikalı ekonomist Douglass North, bir toplumda oyunun kurallarının kurumlar tarafından belirlendiğini ve bu kurumların karşılıklı etkileşimleri şekillendirdiğini belirtmektedir (North, 2010). Kurumlar, düzeni sağlamak ve çeşitli belirsizlikleri ortadan kaldırmak amacıyla insanlar tarafından oluşturulmuş hem formel hem de enformel bir ikili sac ayağı üzerine oturmaktadır. Formel ve enformel kurumların oluşmasındaki esas gaye, güven inşa edecek bir ortamın tesis edilmesine hizmet etmektir. Zira, güven olgusu, piyasanın düzgün işlemesi açısından hayati bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır. Güvensizlik ortamı ise ekonomiyi istikrarsızlık tüneline sokan en önemli unsurlardan biri olarak değerlendirilmektedir.

Yukarıdaki bilgilerden hareketle, sermaye birikiminin bir başka ifadeyle tasarrufların kalkınma sürecine dahil olması, yatırımlar yoluyla gerçekleşmektedir. Burada önemli olan husus, söz konusu birikimin girişimcilerin faydalanabileceği bir mekanizmanın içerisine sokulmasıdır. Bu mekanizmalardan en bilindik olanı daha önce de vurgulandığı üzere bankalardır. Bankaların yanı sıra eş dost akraba ve yakınlar, finansmana erişim için ikinci mekanizmadır. Bir diğer mekanizma ise tasarruf kulüpleridir. Kurumsal ekonomik coğrafya perspektifinden bakıldığında bahsedilen bu mekanizmalar formel ve enformel kurumlar olarak birbirinden ayrıştırılabilir. Bu mekanizmalardan bankaların formel kurum olarak tanımlanması mümkün iken eş, dost, akraba ve yakınlar ile tasarruf kulüpleri enformel bir kurum olarak tanımlanabilir. Bir başka ifadeyle bankalar aracılığıyla finansmana erişim sağlanması formel kurumların kullanıldığına işaret ederken; eş, dost, akraba ve yakınlar veya tasarruf kulüplerinden yararlanılarak finansmana erişmek ise enformel kurumların kullanıldığına işaret etmektedir<sup>3</sup>.

Bahsedilen bütün bu finansal araçlar, borç veren ve borç alan arasındaki değer birbirine transferini sağlar. Bir taraf sermayesini borç almaya istekli aktörlere açarken diğer taraf belli bir getiri karşılığında bu değeri kullanan pozisyonadadır. Dolayısıyla hem banka hem de banka dışı enformel kurumlardaki sermayeye erişebilmek aktörler arası güven düzeyine bağlı olarak şekillenmektedir. MacKinnon ve Cumpers (2018)'in bisiklet metaforunu ödünç alarak tanımlayacak olursak, bisikletin ön tekerleği sermayenin varlığına işaret etmekteyken söz konusu sermayenin kullandırılması bisikletin arka tekerleğinin yaptığı görevi üstlenmektedir (Şekil 1). Bisiklet metaforu sermaye olsa bile güven yok ise söz konusu sermayenin ekonomik dolaşıma giremeyeceğine işaret etmektedir. Kuşkusuz burada banka dışı enformel yapıların kimi durumlarda doğrudan faiz mekanizmasına dahil olmaması da önemlidir. Kültürlere göre, faiz kullanma(ma) konusuna ilişkin dinsel veya kültürel bir duruşun olduğu gerçeği

hatırda tutulduğunda, bu durum finansmana erişim kanalları üzerinde belirleyici olabilmektedir. Dolayısıyla finansmana erişim için kullanılan formel ve enformel aracı mekanizmalar mekana yani ülkelere ve ülkelerin kültürel yapısına ve güven ortamının tesis edilme düzeyine göre değişkenlik göstermektedir.



**Şekil 1.** Finansmana erişim ve güven arasındaki ilişki mekanizması  
**Kaynak:** MacKinnon ve Cumbers (2018)'den alınarak değiştirilmiştir.

Ekonomik coğrafyacılar, 1990'ların sonlarından bu yana finansal piyasaların mekansal yoğunlaşmasını ve eşitsiz dağılımını keşfetmeye yönelik araştırmalara yönelmişlerdir (Clark, 2005; Leyshon ve Thrift, 1994; Leyshon ve Thrift, 1995; Leyshon vd., 2008). Özellikle de 2007-2008 krizinden sonra pek çok coğrafyacı saygın coğrafya dergilerinde ekonomik coğrafyaya finans ve finansallaştırmanın enjekte edilmesi gerektiğini vurgulamaktadırlar (Aoyama vd., 2011; Engelen ve Faulconbridge, 2009; Lee vd., 2009; Pike ve Pollard, 2010; Sokol, 2013). Finansmana erişim konusunda işletme ve finansal ekonomi alanlarında genişleyen bir literatüre rağmen Lee ve Luca (2019)'nın vurguladığı üzere çok az araştırma finansmana erişimin coğrafi olarak nasıl değiştiğini dikkate almıştır. Özetle, finansmana erişimin ekonomik coğrafyadaki önemi, girişimsel ekosistemi besleyen bir dinamik olması ve bunun da toplamda ekonomik büyümeye katkı sunmasından ileri gelmektedir (Frimanslund vd, 2022; Leendertse vd., 2022).

Yukarıda anlatılanlardan hareketle bu araştırma, nerede (hangi ülkede) hangi mekanizma kullanılarak finansmana erişim sağlandığını anlamaya yönelik bir çerçeveye sahiptir. Bunun yanı sıra finansmana erişim konusunda formel ve enformel kurumların kullanılma düzeyi ile ülkelerin gelişmişlik durumu arasındaki ilişkiyi de anlamaya çalışmaktadır. Bu bağlamda çalışmanın amacı; finansmana erişim mekanizması ile ülkelerin gelişmişlik durumu arasındaki ilişkiyi anlamak ve söz konusu formel ve enformel mekanizmaları kullanmanın ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre anlamlı bir farklılaşma gösterip göstermediğini ortaya koymaktır.

Araştırmanın genel çerçevesi ve teorik arka planından bahsedilen bu kısımdan sonraki kısımda çalışmanın yöntemi ve veri kaynaklarına değinilmiştir. Çalışmanın üçüncü kısmında verilerin analizine ve bulgulara yer verilmiş, sonraki bölümde ise tartışma ve sonuç kısmıyla araştırma sonlandırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Finansmana erişimde formel ve enformel kurumların kullanılma düzeyini anlamaya yönelik olarak tasarlanan bu çalışma, nicel bir araştırma desenine sahiptir. Bu çerçevede Dünya Bankası'ndan ülkelere göre finansmana erişim verileri kullanılmıştır (URL 1, URL 2, URL 3)<sup>4</sup>. Söz konusu veri setinde ülkelere göre bireylerin finansmana erişim için hangi mekanizmaları kullandıkları yer almaktadır. Bu mekanizmalar finansal kurumlar, tasarruf kulüpleri ile aile ya da arkadaş şeklinde kategorize edilmiştir. Dünya Bankası'nın bu kategorizasyonuna dayalı olarak bu çalışmada finansal kurumlar formel kurum; tasarruf kulüpleri ile aile ya da arkadaşlar ise enformel kurum olarak tanımlanmıştır<sup>5</sup>. Araştırma, Dünya Bankası'nın 2011, 2014 ve 2017 yılındaki verileri esas alınarak yürütülmüştür. Söz konusu bu üç döneme ait ülke verileri zaman serisi şeklinde analize alınmıştır. Bu çerçevede formel kurumların analizine yönelik veri setinde 422 birim/ülke, enformel kurumların analizine yönelik veri setinde ise 525 birim/ülke yer almaktadır. Oluşturulan bu veri setindeki ülkeler, Dünya Bankası'nın sınıflamasına göre gelir düzeylerine göre 4 gruba ayrılmıştır. Bu bağlamda oluşturulan veri setindeki ülkeler, düşük, orta düşük, orta yüksek ve yüksek gelirli ülkeler olarak sınıflandırılmıştır. Yapılan sınıflamada düşük gelirli ülkeler 1, orta düşük gelirli ülkeler 2, orta yüksek gelirli ülkeler 3, yüksek gelirli ülkeler ise 4 olacak şekilde gruplandırılmıştır. Enformel kurumlara ilişkin veri setinde yer alan ülkelerin gruplandırmasına göre 98 düşük gelirli ülke, 139 orta düşük gelirli ülke, 144 orta yüksek gelirli ülke ve 144 de yüksek gelirli ülke bulunmaktadır. Formel kurumlara ilişkin veri setinde yer alan ülkelerin gruplandırmasına göre ise 74 düşük gelirli ülke, 105 orta düşük gelirli ülke, 113 orta yüksek gelirli ülke ve 130 da yüksek gelirli ülke bulunmaktadır. Ayrıca ülkelerin kişi başına gayri safi yurt içi hasılasına yönelik veri de her bir ülke satırına ayrı bir sütün olarak eklenmiştir. Veriler yukarıda anlatıldığı gibi işlenerek analize hazır bir veri seti hale getirilmiştir.

Elde edilen bu veriler korelasyon ve ANOVA analizlerine tabi tutulmuştur. Korelasyon analiziyle ülkelerin kişi başına düşen milli geliri ile formel ve enformel kurumları kullanma oranı arasında bir ilişkinin olup olmadığı hedeflenmiştir. ANOVA testiyle ise 1'den 4'e kadar kategorik hale getirilen ülkelerin gelişmişlik düzeyi ile formel ve enformel kurumları kullanma düzeyi arasında anlamlı bir farklılaşmanın olup olmadığı anlaşılacak istenmiştir. ANOVA testiyle ortaya konulması planlanan farklılaşmaların hangi gruplar olduğuna dair resmi gösterebilmek için Tukey testi uygulanmıştır

## 3. Bulgular

### 3.1. Gelişmişlik düzeyi ile formel kurumların kullanma düzeyi arasındaki ilişki ve farklılaşması

İlk olarak formel kurumları kullanma düzeyi ile kişi başına gayri safi yurt içi hasıla arasında ilişkiyi incelemek adına korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz neticesinde, kişi başına gelir arttıkça formel kurumların kullanılma oranının paralel bir şekilde arttığı sonucuna ulaşılmıştır (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Ülkelerin gelişmişlik düzeyi ile formel kurumları kullanma düzeyi arasındaki ilişki

	Formel kurumları kullanma oranı	KBGSYİH
Pearson Correlation	1	,532**
Sig. (2-tailed)		,000
N	422	422

Ülkelere göre formel kurumları kullanma düzeyine ilişkin anlamlı bir farklılaşmanın olup olmadığını anlamak adına ise ANOVA analizi yapılmıştır. Analiz neticesinde ülkelerin gelişmişlik durumuna göre formel kurumları kullanma düzeyinin anlamlı bir şekilde birbirinden farklılaştığı tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki karşılaştırmaya bakıldığında, formel kurumları kullanma düzeyine ilişkin farklılaşmanın 1 numaralı kategorize edilen düşük gelirli ülkelere 4 numaralı kategorize edilen yüksek gelirli ülkelere doğru aşamalı bir biçimde gerçekleştiği görülmektedir (Tablo 2). Farkın en fazla olduğu ülke grubu 1 ile 4 arasındadır (Tablo 2). Buradan çıkan anlam, düşük gelirli ülkelere banka gibi formel kurumları kullanma düzeyi yüksek gelirli ülkelere göre düşüktür. Bir başka deyişle, ülkelerin gelir düzeyi arttıkça formel kurumları kullanma düzeyi de artmaktadır.

**Tablo 2.** Formel kurumları kullanma düzeyine göre gruplar arası karşılaştırma değerleri

Ülkelerin gelişmişlik düzeylerini gösteren gruplar <sup>6</sup>	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
1 2	-,13783*	,04377	,009	-,2507	-,0249
1 3	-,28985*	,04312	,000	-,4011	-,1786
1 4	-,42805*	,04199	,000	-,5364	-,3197

### 3.2. Gelişmişlik düzeyi ile enformel kurumların kullanma düzeyi arasındaki ilişki ve bunun farklılaşması

Enformel kurumları kullanma düzeyi ile kişi başına gayri safi yurt içi hasıla arasında ilişkiyi incelemek için yapılan korelasyon analizinde ise enformel kurumları kullanma düzeyi ile kişi başına gelir arasında negatif yönlü bir ilişkinin olduğu saptanmıştır (Tablo 3). Değişkenlerden biri artarken diğersinin azaldığını gösteren bu negatif yönlü ilişki, gelişmişlik düzeyi arttıkça enformel kurumları kullanma düzeyinin düştüğüne işaret etmektedir. Bu durum, finansmana erişimde geri kalmış ülkelere enformel kurumlara olan rağbetin daha fazla olduğuna işaret etmektedir.

**Tablo 3.** Ülkelerin gelişmişlik düzeyi ile enformel kurumları kullanma düzeyi arasındaki ilişki

	Enformel kurumları kullanma oranı	KBGSYİH
Pearson Correlation	1	-,361**
Sig. (2-tailed)		,000
N	525	525

Ülkelere göre enformel kurumların kullanılma düzeyine ilişkin anlamlı bir farklılaşmanın olup olmadığını anlamak adına ise ANOVA analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda ülkelerin gelişmişlik durumuna göre enformel kurumları kullanma düzeyinin de anlamlı bir şekilde birbirinden farklılaştığı görülmektedir. Ancak buradaki farklılaşma formel kurumları kullanma düzeyindeki tersi bir durum göstermektedir. Gruplar arasındaki karşılaştırmaya bakıldığında, enformel kurumları kullanma düzeyine ilişkin farklılaşmanın 1 numaralı kategorize edilen düşük gelirli ülkelere 4 numaralı kategorize edilen yüksek gelirli ülkelere doğru aşamalı bir biçimde gerçekleştiği görülmektedir (Tablo 4). Farkın en fazla olduğu kısım, en gelişmiş ülke (4 nolu grup) ile en geri kalmış ülkeler (1 nolu grup) arasındadır (Tablo 3). Buradan hareketle, düşük gelirli ülkelere; aile, akraba, arkadaş ve tasarruf kulübü gibi



enformel kurumları kullanma düzeyinin yüksek gelirli ülkelere göre oldukça fazla olduğu görülmektedir. Diğer bir ifadeyle, ülkelerin gelir düzeyi arttıkça enformel kurumları kullanma düzeyi de buna bağlı olarak düşmektedir.

**Tablo 4.** Enformel kurumları kullanma düzeyine göre gruplar arası karşılaştırma değerleri

Ülkelerin gelişmişlik düzeylerini gösteren gruplar	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
1 2	6,8008922572*	1,7180380238	,000	2,372921635	11,228862879
3	9,0112833293*	1,7056598851	,000	4,615215397	13,407351261
4	14,9090409220*	1,7056598851	,000	10,512972990	19,305108854

#### 4. Tartışma ve Sonuç

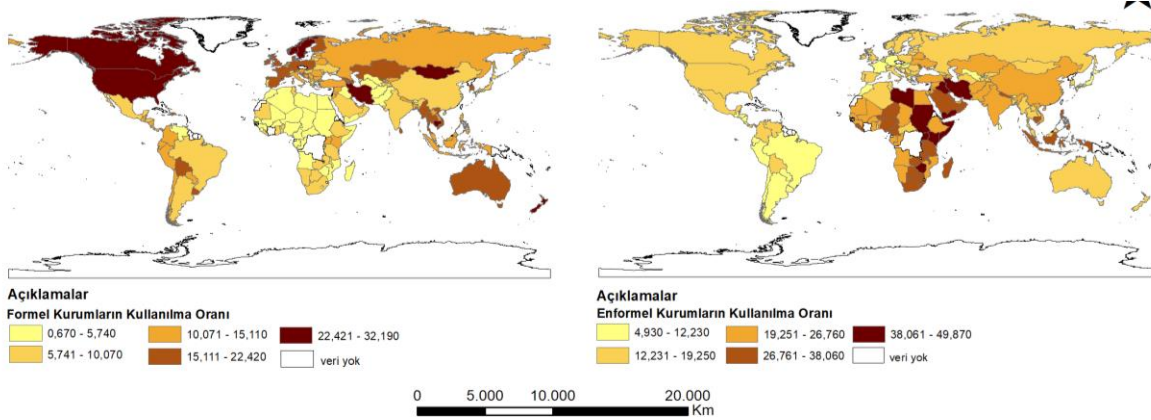
Ülkeler arasındaki gelişmişlik farkını belirleyen faktörlerden birinin finansmana erişimle ilişkili olduğu bilinen bir gerçektir. Bu motivasyondan hareketle, bu araştırmada ülkelerin gelişmişlik durumuyla finansmana erişim mekanizması arasındaki ilişki anlaşılmasına çalışılmıştır. Bu durum, kurumsal ekonomik coğrafya bakış açısıyla şekillendirilmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda bu çalışmada, formel ve enformel kurumlar üzerinden finansmana erişimin anlaşılma çabası söz konusudur. Formel ve enformel olarak kullanılan her iki finansman kaynağının da kullanımını sağlayan husus güvendir. Güven, birikimlerin formel ya da enformel kurumlar aracılığıyla sisteme dahil olmasına olanak sağlamaktadır. Örneğin, bireyin tasarruflarını bankada değerlendirmesi bankaya duyduğu güvenin bir göstergesidir. Bankanın kredi yoluyla mevcut varlığını müşterileriyle paylaşması da duyulan güvenin nişanesidir. Formel bir kurum olarak banka ile müşteri arasında böylesi bir karşılıklı güven yoksa bireyler tasarruflarını enformel mekanizmalara yönlendirerek söz konusu tasarrufların sisteme dahil olmasına katkı sunmaktadırlar. Tasarrufların enformel kurumlar aracılığıyla sisteme dahil olmasını sağlayan mekanizmalar ise aile, akraba ve arkadaşlar ya da sosyal ilişkilerle oluşturulan tasarruf kulüpleridir. Kuşkusuz enformel mekanizmaların kullanılması da karşılık güven esasına dayanmaktadır. Buradan hareketle bu araştırmada ortaya konulan bulgular yalnızca finansmana erişimde hangi mekanizmanın kullanıldığını değil aynı zamanda toplumların hangi kurumsal mekanizmalara daha fazla güven duyduğuna ilişkin bir çerçeve de çizmektedir. Nitekim araştırmanın bulguları ülkelerin gelişmişlik düzeyi ile formel kurumları kullanma düzeyinin anlamlı bir biçimde farklılaştığını ortaya koymaktadır. Bir başka deyişle ülkelerin gelişmişlik düzeyi arttıkça tedrici bir biçimde formel kurumları daha fazla kullandığına işaret etmektedir. Bu bulgu, gelişmiş ekonomilerde toplumun formel kurumlara olan güveninin bir göstergesi olduğu gibi formel kurumların da topluma duyduğu güvenin bir göstergesidir. Enformel kurumların kullanılma düzeyinin de ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre farklılaştığı tespit edilmiştir. Aile, akraba, arkadaş ve tasarruf kulüpleri gibi enformel mekanizmaların kullanılma düzeyinin ise geri kalmış ülkelerde daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durum, geri kalmış ülkelerde toplumun formel kurumlardan ziyade enformel kurumlara daha fazla rağbet duyduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak bu araştırma, gelir düzeyi düşük ülkelerin gelir düzeyi yüksek ülkelere geride kalmasının sebeplerinden birinin finansmana erişimde kullanılan mekanizma olduğunu ortaya

koymaktadır. Bulgularımız, büyüme ve kalkınma için daha büyük sermaye kullandırma potansiyeline sahip olan banka gibi mekanizmaların geliştirilmesine ve toplumun bu mekanizmalara güven duyabileceği bir yapının tesis edilmesine olan ihtiyacı ortaya koymaktadır. Gerçekten de büyük yatırımların aile, akraba ya da arkadaş gibi kanallardan elde edilebilecek finansmandan çok daha fazla bir sermayeye gereksinim duyduğu açıktır. Bulgularımız, formel ya da enformel kurumların kullanılma düzeyinin ardında yatan hususun kültürel dinamiklerle açıklanabileceğine dair bir ipucu da sunmaktadır. Ancak bunun için spesifik araştırmaların yapılması gerekir.

### Notlar

1. İtalik kısımlar yazarlar tarafından eklenmiştir.
2. <https://www.ekonomim.com/ekonomi/piyasanin-faizi-yuzde-50ye-yaklasti-haberi-678888>
3. Coğrafyada kurumsal bakış açısıyla ilgili ayrıntılı bilgi için bkz. Kaygalak 2013; Tuysuz, 2017a; Tuysuz, 2017b.
4. Borç alma verisi 15 yaş ve üzeri nüfusu kapsamaktadır.
5. Ülkelere göre formel ve enformel kurumların kullanılma düzeyi için notlar kısmındaki Şekil 2'ye bakınız.
6. 1 düşük, 2 orta düşük, 3 orta yüksek, 4 ise yüksek gelirli ülkeleri ifade etmektedir.



Şekil 2: Ülkelere göre formel ve enformel kurumların kullanılma düzeyi



## Do the Channels of Access to Finance Differ with Regard to the Income Level of Countries?

Suat Tuysuz <sup>\*a</sup>, Ecem Balaban<sup>b</sup>

Submitted: 10.03.2023

Accepted: 20.06.2023

### EXTENDED ABSTRACT

#### 1. Introduction

There is a positive relationship between growth, development and investment. One of the most important drivers for growth and development depends on whether capital is a scarce factor. Removing capital as a scarce factor would actually indicate that capital is readily available, which would make access to finance less of an issue. Access to finance is conceptually defined as the depth of individuals' and institutions' accounts and relationships in banks within a country (Lök, 2018). It is emphasized that one of the biggest obstacles to entrepreneurship is the accessibility to financing (Er et al., 2015). For example, it is stated that the lack of SME activities in the West Midlands region is related to access to finance (Appleyard, 2013), and it is stated that this situation becomes more evident especially in the peripheral regions (Kapitsinis et al., 2021; Zhao and Jones-Evans, 2017).

It should be noted that access to finance can occur in two main ways, domestically and internationally. Access to both domestic and international finance is achieved through formal and informal ways. Formal resources; banks, government, credit institutions, venture capital funds, etc. while the informal resources are in the form of trust-based mechanisms such as family and friends, savings clubs and angel investors (Er et al., 2015). In other words, accessing finance by means of banks indicates the use of formal institutions, while friends, relatives, or savings clubs refers the use of informal institutions.

All the financial intermediaries mentioned provide value transfer between lenders and borrowers. As a result, access to capital in both formal and informal institutions depends on the level of trust between the parties involved. Therefore, the formal and informal mechanisms utilized for accessing finance vary based on geographical location, cultural structures of countries, and the environment of trust.

\* **Corresponding Author:** suattuysuz@gmail.com

<sup>a</sup> Erzincan Binali Yıldırım University, Faculty of Science and Letters, Department of Geography, Erzincan/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0002-6598-0746>.

<sup>b</sup> Erzincan Binali Yıldırım University, Institute of Social Sciences, Department of Geography, Erzincan/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0003-2851-5041>.

Based on the aforementioned, economic geographers have directed their research towards exploring the spatial concentration and unequal distribution of financial markets since the late 1990s (Clark, 2005; Leyshon and Thrift, 1994; Leyshon and Thrift, 1995; Leyshon et al., 2008). Especially after the crisis of 2007-2008, numerous geographers emphasize that finance and financialization should be injected into economic geography (Aoyama et al., 2011; Engelen and Faulconbridge, 2009; Lee et al., 2009; Pike and Pollard, 2010; Sokol, 2013). Despite an expanding literature on access to finance in the fields of business and financial economics, as highlighted by Lee and Luca (2019), very few studies have taken into account how access to finance varies geographically. Based on this motivation, in this research we reveal which mechanism is used for access to finance in which country. In addition, we are trying to understand the relationship between the level of use of formal and informal institutions in accessing finance and the level of development of countries.

## **2. Methodology**

In the study, we used the World Bank data. The data consist of the channels of access to finance by country covering 2011, 2014, and 2017 (URL 1, URL 2, URL 3). The data for these three years were taken as a time series data set. In the given data, financial institutions like banks are called formal institutions, while savings clubs and family or friends are defined as informal institutions. According to the classification of the World Bank, countries are divided into four groups according to their income levels. According to this, the countries are grouped as low, medium-low, medium-high, and high-income countries. We labeled low-income countries as 1, middle-low-income countries 2, middle-high-income countries 3, and high-income countries 4, respectively. In addition, the data on the GDP per capita of the countries are added to each country row as a separate column. The data was processed as described above and a data set ready for analysis was made.

Correlation and ANOVA analyses were applied to the obtained data. The correlation analysis aims to determine whether there is a relationship between the per capita income of countries and the rate of using formal and informal institutions. The ANOVA test aims to understand whether there is a significant difference between the level of development of countries categorized from 1 to 4 and the level of use of formal and informal institutions.

## **3. Result**

According to the results of the correlation analysis, it has been found that as per capita income increases, the utilization rate of formal institutions increases, while as per capita income decreases, the utilization rate of informal institutions increases (Table 1). The result of the ANOVA analysis revealed that the usage level of formal institutions, based on the countries' level of development, significantly varied from each other. It was observed that in low-income countries, the usage level of formal institutions such as banks was lower compared to high-income countries.

## **4. Discussion**

It is a known fact that one of the factors determining the disparity in development between countries is associated with access to finance. This study aims to understand access to finance through formal and informal institutions. The issue that ensures the use of both formal and informal sources of

financing is trust. Trust allows savings to be included in the system through formal or informal institutions. For example, individuals' evaluation of their savings in the bank is an indicator of their trust in the bank. The fact that the bank shares its current assets with its customers through credit is also a sign of trust. If there is no mutual trust between the bank and the customer as a formal institution, individuals contribute to the inclusion of these savings in the system by directing their savings to informal mechanisms. Mechanisms that enable savings to be included in the system through informal institutions are savings clubs formed by family, relatives, friends, or social relations. Undoubtedly, the use of informal mechanisms is based on mutual trust. The findings revealed in this research provide a framework not only for determining which mechanism is used to access finance but also for identifying the institutional mechanisms in which societies have more confidence.

The findings of the study reveal that the level of development of countries and the extent of use of formal institutions differ significantly. In other words, the results indicate that as countries develop, they increasingly rely on formal institutions. This finding serves as an indicator of trust in formal institutions by society, as well as society's trust in formal institutions in advanced economies. It has been determined that the utilization of informal institutions varies according to a country's level of development. It is observed that underdeveloped countries tend to rely more on informal mechanisms such as family, relatives, friends, and savings clubs. This observation demonstrates that in underdeveloped countries, society leans more towards informal institutions rather than formal ones.

## **5. Conclusions**

As a result, this research reveals that one of the reasons why low-income countries lag behind high-income countries is the mechanism used to access finance. Our findings reveal the need for the development of mechanisms such as banks, which have the potential to mobilize larger capital for growth and development, and the establishment of a structure in which society can trust these mechanisms. It is clear that significant investments require much more capital than can be obtained through channels such as family, relatives, or friends. Our findings also provide a clue that the issue behind the level of use of formal or informal institutions can be explained by cultural dynamics. This clue opens the door for further research.

## **Referanslar/References**

- Aoyama, Y., Berndt, C., Glöckler, J., Leslie, D. (2011). Emerging themes in economic geography: Outcomes of the economic geography 2010 workshop. *Economic Geography*, 87 (2), 111-126. doi: 10.1111/j.1944-8287.2011.01114.x
- Appleyard, L. (2013). The geographies of access to enterprise finance: The case of the West Midlands, UK. *Regional Studies*, 47 (6), 868-879. doi: 10.1080/00343404.2012.748979
- Ayyagari, M., T. Beck, M. Hoseini (2013). Finance and Poverty: Evidence from India. CEPR Discussion Paper 9497. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2275150](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2275150) adresinden edinilmiştir.
- Beck, T. (2014). Finance and growth: Too much of a good thing?. *Revue D'économie du Développement*, 22 (HS02), 67-72. <https://www.cairn.info/revue-d-economie-du-developpement-2014-HS02-page-67.html> adresinden edinilmiştir.
- Beck, T., Demirgüç-Kunt, A., Levine, R. (2007). Finance, inequality and the poor. *Journal of Economic Growth*, 12, 27-49. doi: 10.1007/s10887-007-9010-6
- Clark, G. L. (2005). Money flows like mercury: The geography of global finance. *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*, 87 (2), 99-112. <https://www.jstor.org/stable/3554304> adresinden edinilmiştir.
- Dursun, İ. (2016). Küçük ve ortaboy ölçekli işletmelerin finansmana erişim sorunu ve nedenleri. *Maliye Araştırmaları Dergisi*,

- 2 (1), 1-19. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/finance/issue/61460/917866> adresinden edinilmiştir.
- Engelen, E., Faulconbridge, J. (2009). Introduction: Financial geographies the credit crisis as an opportunity to catch economic geography's next boat?. *Journal of Economic Geography*, 9 (5), 587-595. doi: 10.1093/jeg/lbp037
- Er, B., Şahin, Y. E., Mutlu, M. (2015). Girişimciler için alternatif finansman kaynakları: Mevcut durum ve öneriler. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 1 (1), 31-54. doi: 10.20979/ueyd.182890
- Eroğlu, M. Y. (2018). Kurumsal iktisatta açılan yeni bir pencere: Douglass C. North perspektifinden kurumların değerlendirilmesi. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 163-178. doi: 10.17541/optimum.390618
- Fraser, S., Bhaumik, S. K., Wright, M. (2015). What do we know about entrepreneurial finance and its relationship with growth?. *International Small Business Journal*, 33 (1), 70-88. doi: 10.1177/0266242614547827
- Frimanslund, T., Kwiatkowski, G., Oklevik, O. (2022). The role of finance in the literature of entrepreneurial ecosystems, *European Planning Studies*, 31 (2), 372-391. doi: 10.1080/09654313.2022.2055962
- Gorodnichenko, Y., Schnitzer, M. (2013). Financial constraints and innovation: Why poor countries don't catch up. *Journal of the European Economic Association*, 11(5), 1115-1152. <https://www.jstor.org/stable/24538808> adresinden edinilmiştir.
- Gönel Doğaner, F. (2016). *Kalkınma Ekonomisi*. 3. Baskı, Ankara: Efil Yayinevi.
- Hur, J., Raj, M., Riyanto, Y. E. (2006). Finance and trade: A cross-country empirical analysis on the impact of financial development and asset tangibility on international trade. *World Development*, 34 (10), 1728-1741. doi: 10.1016/j.worlddev.2006.02.003
- Jinjarak, Y., Wignaraja, G. (2016). An empirical assessment of the export—financial constraint relationship: How different are small and medium enterprises?. *World Development*, 79, 152-163. doi:10.1016/j.worlddev.2015.11.012
- Kapitsinis, N., Munday, M., Roberts, A. (2021). Exploring a low SME equity equilibrium in Wales. *European Planning Studies*, 29 (10), 1777-1797. doi: 10.1080/09654313.2021.1882945
- Kaygalak, İ. (2013). Kurumsal Rkonomik Coğrafya Yaklaşımı: Tanımı, Kavramsal Çerçevesi ve İçeriği, *Prof.Dr.Asaf Koçman'a Armağan* (Edt. Ertuğ Öner), Ege Üniversitesi Yayınları, No 180, Bornova-İzmir, 347-360
- Krishnan, K., Nandy, D. K., Puri, M. (2015). Does financing spur small business productivity? Evidence from a natural experiment. *The Review of Financial Studies*, 28 (6), 1768-1809. doi: 10.1093/rfs/hhu087
- Lee, N., Brown, R. (2017). Innovation, SMEs and the liability of distance: the demand and supply of bank funding in UK peripheral regions, *Journal of Economic Geography*, 17 (1), 233–260. doi:10.1093/jeg/lbw011
- Lee, N., Sameen, H., Cowling, M. (2015). Access to finance for innovative SMEs since the financial crisis. *Research Policy*, 44 (2), 370-380. doi:10.1016/j.respol.2014.09.008
- Lee, R., Clark, G. L., Pollard, J., Leyshon, A. (2009). The remit of financial geography before and after the crisis. *Journal of Economic Geography*, 9 (5), 723-747. doi: 10.1093/jeg/lbp035
- Lee, N., Luca, D. (2019). The big-city bias in access to finance: Evidence from firm perceptions in almost 100 countries. *Journal of Economic Geography*, 19(1), 199-224.
- Leendertse, J., Schrijvers, M., Stam, E. (2022). Measure twice, cut once: Entrepreneurial ecosystem metrics. *Research Policy*, 51, 104336, 1-27. doi:10.1016/j.respol.2021.104336
- Levine, O., Warusawitharana, M. (2021). Finance and productivity growth: Firm-level evidence. *Journal of Monetary Economics*, 117, 91-107. doi: 10.1016/j.jmoneco.2019.11.009
- Leyshon, A., French, S., Signoretta, P. (2008). Financial exclusion and the geography of bank and building society branch closure in Britain. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 33 (4), 447-465. <https://www.jstor.org/stable/30135327> adresinden edinilmiştir.
- Leyshon, A., Thrift, N. (1994). Access to financial services and financial infrastructure withdrawal: Problems and policies. *Area*, 26 (3), 268-275. <https://www.jstor.org/stable/pdf/20003457.pdf> adresinden edinilmiştir.
- Leyshon, A., Thrift, N. (1995). Geographies of financial exclusion: financial abandonment in Britain and the United States. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 20 (3), 312-341. doi: 10.2307/622654
- Lök, H. (2018). Finansmana erişim çerçevesinde Dünya Bankası kaynaklı özel sektör proje kredileri: Türkiye uygulaması. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7 (4). 355-373 <https://dergipark.org.tr/tr/pub/mjss/issue/43010/520786> adresinden edinilmiştir.
- MacKinnon, D., Cumbers, A. (2018). *An Introduction to Economic Geography: Globalisation, Uneven Development and Place*. Routledge. ss.47-48

- Minetti, R., Zhu, S. C. (2011). Credit constraints and firm export: Microeconomic evidence from Italy. *Journal of International Economics*, 83 (2), 109-125. doi:10.1016/j.jinteco.2010.12.004
- North, D. C. (2002). *Kurumlar Kurumsal Değişim ve Ekonomik Performans*. İstanbul: Sabancı Üniversitesi.
- Pike, A., Pollard, J. (2010). Economic geographies of financialization. *Economic Geography*, 86 (1), 29-51. doi: 10.1111/j.1944-8287.2009.01057.x
- Rioja, F., Valev, N. (2004). Does one size fit all?: A reexamination of the finance and growth relationship. *Journal of Development Economics*, 74 (2), 429-447. doi: 10.1016/j.jdeveco.2003.06.006
- Sokol, M. (2013). Towards a 'newer' economic geography? Injecting finance and financialisation into economic geographies. *Cambridge Journal of Regions, Economy And Society*, 6 (3), 501-515. doi: 10.1093/cjres/rst022
- Turner, G. (2011). Financial geography and access as determinants of exports. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 4 (2), 269-286. doi:10.1093/cjres/rsr007
- Tuysuz, S. (2017a). *Kalkınmada ve rekabetçilikte girişimci derneklerinin rolü: Kayseri örneği*, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya (Bölgesel) Anabilim Dalı, Basılmamış Doktora Tezi, Ankara.
- Tuysuz, S. (2017b). Kurumsal ve ilişkisel ekonomik coğrafya yaklaşımları ve işlemselleştirilmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 15 (2), 1-16. doi: 10.1501/Cogbil\_0000000184
- Xiao, L., Ritchie, B. (2009). Access to finance for high-tech SMEs: regional differences in China. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 27 (2), 246-262. doi: 10.1068/c0817b
- Zhao, T., Jones-Evans, D. (2017). SMEs, banks and the spatial differentiation of access to finance. *Journal of Economic Geography*, 17 (4), 791-824. doi: 10.1093/jeg/lbw029
- URL 1, 23.02.2023 tarihinde <https://genderdata.worldbank.org/indicators/fin22a-t-a> adresinden edinilmiştir.
- URL 2, 23.02.2023 tarihinde <https://genderdata.worldbank.org/indicators/fin22c-a> adresinden edinilmiştir.
- URL 3, 23.02.2023 tarihinde <https://genderdata.worldbank.org/indicators/fin22b-t-a> adresinden edinilmiştir.



# Trafik Kazalarının Zamansal ve Mekânsal İncelenmesi: Konya Şehri Örneği

*Temporal and spatial analysis of traffic accidents: The case of Konya city*

Zühal Diler<sup>\*a</sup>, Himmet Haybat<sup>b</sup>, Tamer Özlü<sup>c</sup>

## Makale Bilgisi

Araştırma Makalesi

DOI:

10.33688/aucbd.1257076

Makale Geçmişi:

Geliş: 27.02.2023

Kabul: 07.07.2023

Anahtar Kelimeler:

Trafik kazaları

Zamansal analizler

Mekânsal analizler

Konya

## Öz

Şehirlerde nüfusun artması ile birlikte kullanılan araç sayısı artmakta ve artan araç sayısı ile birlikte problemler yaşanmaktadır. Ulaşım konusunda insanların yaşadığı problemlerden bir tanesi de trafik kazalarıdır. Çalışmada Konya ilinin merkez ilçeleri olan Karatay, Selçuklu ve Meram'da meydana gelen trafik kazaları ele alınmıştır. Trafik kazaları, zaman, mekân ve zamansal-mekânsal olarak üç kategoride araştırılmıştır. Araştırmada 2015-2021 trafik kazası verileri kullanılmıştır. Veriler trafik şube müdürlüğünden ve trafik kaza tutanaklarından elde edilen metinsel verilerdir. Zaman analizlerinde trafik kazaları; saat, gün, ay, mevsim ve yıl bilgilerine yer verilmiştir. Mekân açısından kazalarının analizi için nokta yoğunluk, Anselin Local Moran I ve vaka toplam araçları kullanılmıştır. Zaman-mekân açısından trafik kazalarının analiz edilmesi için Sıcak Nokta Analizi ve Uzun Zaman Küpü araçları kullanılmıştır. Analiz ve bulgular için ArcGIS Pro yazılımının 2.5 sürümü ve ArcGIS yazılımının 10.8 sürümlerinden yararlanılmıştır. Gerçekleşen trafik kazalarının çoğunun, yerleşim yerlerinin yoğun olduğu alanlarda ve sanayi bölgesinde dağılım gösterdiği gözlemlenmiştir.

## Article Info

Research Article

DOI:

10.33688/aucbd.1257076

Article History:

Received: 27.02.2023

Accepted: 07.07.2023

Keywords:

Traffic accidents

Temporal analysis

Spatial analysis

Konya

## Abstract

The growing urban population leads to an increased number of vehicles, resulting in transportation challenges. One significant issue is traffic accidents. This study examines accidents in Konya's central districts of Karatay, Selçuklu and Meram. Traffic accidents were handled in three categories as time, space and temporal-spatial factors. 2015-2021 textual data from the traffic branch directorate and accident reports were analyzed. The time analysis includes details on hours, days, months, seasons and years of accidents. Point density, Anselin Local Moran I and case total tools were used to analyze accidents in terms of location. Hot Spot Analysis and Space Time Cube tools were used for time and space analysis of traffic accidents. ArcGIS Pro software version 2.5 and ArcGIS software version 10.8 were used for analysis and findings. It has been observed that most of the traffic accidents occur in areas where residential settlements are densely populated and in industrial zones.

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: zuhal\_5252@hotmail.com

<sup>a</sup> Serbest Araştırmacı, Kastamonu/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0002-0028-3085>

<sup>b</sup> Serbest Araştırmacı, İzmir/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0001-6569-6617>

<sup>c</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Samsun/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0002-8847-7967>



## 1. Giriş

Ulaşım; insanların, eşyaların, malların, hayvanların ve hatta haberin bir yerden başka bir yere iletilmesi veya taşınması olarak tanımlanır. Taşımacılık bu eylemi gerçekleştirirken farklı ulaşım araçlarını ve yollarını kullanarak hizmet vermektedir (Tümertekin, 1987; Yardımcıoğlu, 2013).

Ulaşım sektörü farklı formlara sahip olsa da en çok kullanılan ulaşım türü karayolu ulaşımıdır. Karayolu ulaşımının en fazla tercih edilen ulaşım türü olması; trafik yoğunluğunun artmasına ve dolayısıyla da trafik kazalarının da çoğalmasına neden olmaktadır.

Dünya nüfusunun artış göstermesi beraberinde ulaşım araçlarının kullanımını da artırmaktadır (Özlü vd., 2021; Haybat ve Karakaş, 2020). Artan ulaşım faaliyetleri sonucunda trafik kazaları kaçınılmaz olmuştur. Meydana gelen kazaların çoğunluğu ölümlere ya da yaralanmalara neden olurken, bir kısmı da maddi kayıplara yol açmaktadır. Dünya sağlık örgütünün yapmış olduğu açıklamaya göre; gelişmemiş, fakir ülkelerde trafik kazalarında ölümler, gelişmiş ve zengin ülkelere göre daha fazladır (WHO, 2018). Toplam araç miktarının %54'ü bu ülkelerde bulunmaktadır (Adnan ve Nitin, 2006). Bu ölümlerin yaş ortalaması 5 ile 29 yaş olan bireylerde en önemli ölüm nedeni olarak ortaya çıktığı görülmektedir. Trafik kazalarında her yıl 1,35 milyon kişi hayatını kaybetmekte ve bu kazalar her yıl 50 milyon insanın yaralanmasına neden olmaktadır (Kundakçı, 2014; WHO, 2018).

Gelişmemiş ya da gelişmekte olan ülkelerde, trafik kazalarında azalma görülmemektedir. Gelişmiş ülkelerde ise aksine trafik kazalarında azalma gözlenmektedir (Mohammed vd., 2019). En fazla trafik kazalarının meydana geldiği ülkeler değerlendirildiğinde, nüfusun fazla olduğu, fazla nüfusu ile birlikte günlük hareketliliğin arttığı ülkelerin ilk sıralarda yer aldığı görülmektedir (Levine ve Landis, 1989; Levine vd., 1995). Türkiye’de ise son on yıl içerisindeki nüfus, maddi hasarlı kaza sayısı, kaza sayısı, ölümlü yaralanmalı trafik kazaları incelendiğinde; yıllar içerisinde dalgalanmalar yaşandığı görülmektedir (Çizelge 1).

2020 yılı trafik kaza sayılarında gözlemlenen düşüş, pandemiden dolayı seyahat yasaklarının uygulanmış olması dolayısıyla insanların evlerinden çıkmaması ile ilişkilidir. Ancak 2021 yılında insanların yaşantılarına devam etmesi ile birlikte oranlar da artış yaşandığı görülmektedir.

**Çizelge 1.** Türkiye’deki nüfus bilgileri ve trafik kaza sayıları

Yıl	Nüfus (Bin)	Kaza Sayısı	Maddi Hasarlı Kaza Sayısı	Ölümlü-Yaralanmalı Kaza Sayısı	Sayı	Ölü		Yaralı	
						Nüfusa Oranı (%)	Sayı	Nüfusa Oranı (%)	Sayı
2011	74.724	1.228.928	1.097.083	131.845	3.835	0,05	238.074	3,19	
2012	75.627	1.296.634	1.143.082	153.552	3.750	0,05	268.079	3,54	
2013	76.668	1.207.354	1.046.048	161.306	3.685	0,05	274.829	3,58	
2014	77.696	1.199.010	1.030.498	168.512	3.524	0,05	285.059	3,67	
2015	78.741	1.313.359	1.130.348	183.011	7.530	0,09	304.421	3,86	
2016	79.815	1.182.491	997.363	185.128	7.300	0,09	303.812	3,81	
2017	80.811	1.202.716	1.020.047	182.669	7.427	0,09	300.383	3,72	
2018	82.004	1.229.364	1.042.832	186.532	6.675	0,08	307.071	3,74	
2019	83.155	1.168.144	993.248	174.896	5.473	0,07	283.234	3,40	
2020	83.614	983.808	833.533	150.275	4.866	0,06	226.266	2,71	
2021	84.680	1.186.353	998.390	187.963	5.362	0,06	274.615	3,24	

Kaynak: TÜİK, 2023.

Trafik kazalarının meydana gelmesinde birçok neden vardır. Bunlar; sürücü, yolcu, yaya, yol, araç kusurları ve çevre olarak sıralanabilir (Dezman vd., 2016; Kuşkapın vd., 2019; Li vd., 2020; Okaför vd., 2017; Suphanchaimat vd., 2019; Zou ve Vu, 2019).

Türkiye’de trafik kazalarının meydana gelmesinde etkili olan unsurlar; sürücü, yolcu, yaya, yol ve araç kusuru şeklinde sıralanmaktadır (Çizelge 2). TÜİK’ten elde edilen veriler doğrultusunda 2013-2021 yılları arasında trafik kazalarına neden olan kusurlar incelendiğinde; en yüksek orana sürücü kusurunun ikinci olarak yaya kusurunun sahip olduğu görülmektedir. Yol kusurundan neden olan kazaların yıllar içerisinde azaldığı ancak araç kusurundan kaynaklanan kazaların arttığı görülmektedir. Araç kusurundan kaynaklanan kazaların, %0,85’ten 2,57’ye yükselmiş olması dikkat çekmektedir (TÜİK, 2023).

**Çizelge 2.** Türkiye’de gerçekleşen kazalara neden olan kusurlar

Yıl	Sürücü Kusuru (%)	Yolcu Kusuru (%)	Yaya Kusuru (%)	Yol Kusuru (%)	Araç Kusuru (%)
2013	88,69	0,42	8,99	1,05	0,85
2014	88,62	0,47	9,38	0,95	0,58
2015	89,30	0,43	8,80	0,91	0,55
2016	89,59	0,41	8,73	0,81	0,47
2017	89,87	0,37	8,48	0,70	0,52
2018	89,46	0,88	8,44	0,60	0,62
2019	88,02	1,26	8,18	0,51	2,03
2020	88,34	1,45	7,04	0,50	2,67
2021	87,06	1,76	8,20	0,42	2,57

**Kaynak:** TÜİK, 2023.

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS); yeryüzünde konuma ve mekana bağlı karmaşık yönetim, planlama ve organize problemlerin çözülmesi için kurulan, coğrafi mekandaki konumu belirlenmiş verilerin sayısallaştırılması, modellenmesi, saklanması, işlenmesi, analiz edilip görüntülenmesi, sonuçlarının alınması işlemlerini gerçekleştiren donanım, yazılım ve yöntemler bileşkesi olarak tanımlanabilir (Burrough, 1986; Carter, 1989; Chrisman, 1999; Cowen, 1988; Devine ve Field, 1986; Goodchild, 2018; Kemp vd., 1992; Parker, 1988; Smith vd., 1987). Birçok çalışmada kullanılan CBS kavramı, 1960’lı yıllarda ortaya çıkmıştır (Aronoff, 1989; Goodchild, 1992; Peuquet ve Marble, 1990). Bilgisayar ortamında kullanılarak daha yaygın hale gelmesi 1990’lı yıllardan itibaren gerçekleşmiştir (Marti-Henneberg, 2011; Waters, 2017).

Ulaşımın en önemli problemlerinden birisi olan trafik kazaları ile ilgili çalışmalar, genel olarak CBS programı ile çalışılmaktadır. Son zamanlarda birçok alanda yaygın olarak kullanılan CBS’nin kullanım alanlarından bazıları; kentsel tasarım, peyzaj, altyapı, çevre etki analizi, şehir planlama, yerel yönetimler, risk yönetimi, doğal kaynak yönetimi, gaz-elektrik tesisleri, göç yolu planlama, ulaşım, askeriye, orman, hidroloji, jeoloji, arkeoloji, biyoloji, tarih, tarım, haritalama ve uzaktan algılama olarak sıralanabilir (Gregory ve Healey, 2007; Levine ve Landis, 1989; Poudel, 2009; Sang ve Piovan, 2019; Sonti, 2015; Worrall, 1994; Yeh ve Chow, 1996; Yeh, 1991; Yılmaz vd., 2009).

Gerçekleştirilen çalışmada, Konya ilinde meydana gelen kazalarının dağılımına tesir eden faktörler incelenmiştir. Bu değişkenler arasında yer alan zaman-mekân ilişkisi CBS yöntemi kullanılarak, nokta yoğunluk, sıcak nokta analizi, vaka toplam analizi, Anselin local Moran I haritaları oluşturularak değerlendirilmiştir. Araştırmanın amacı trafik kazalarının mekân ve zaman açısından tespit edilmesi, analiz edilmesi ve yorumlanmasıdır.

### 1.1. Çalışma Alanı

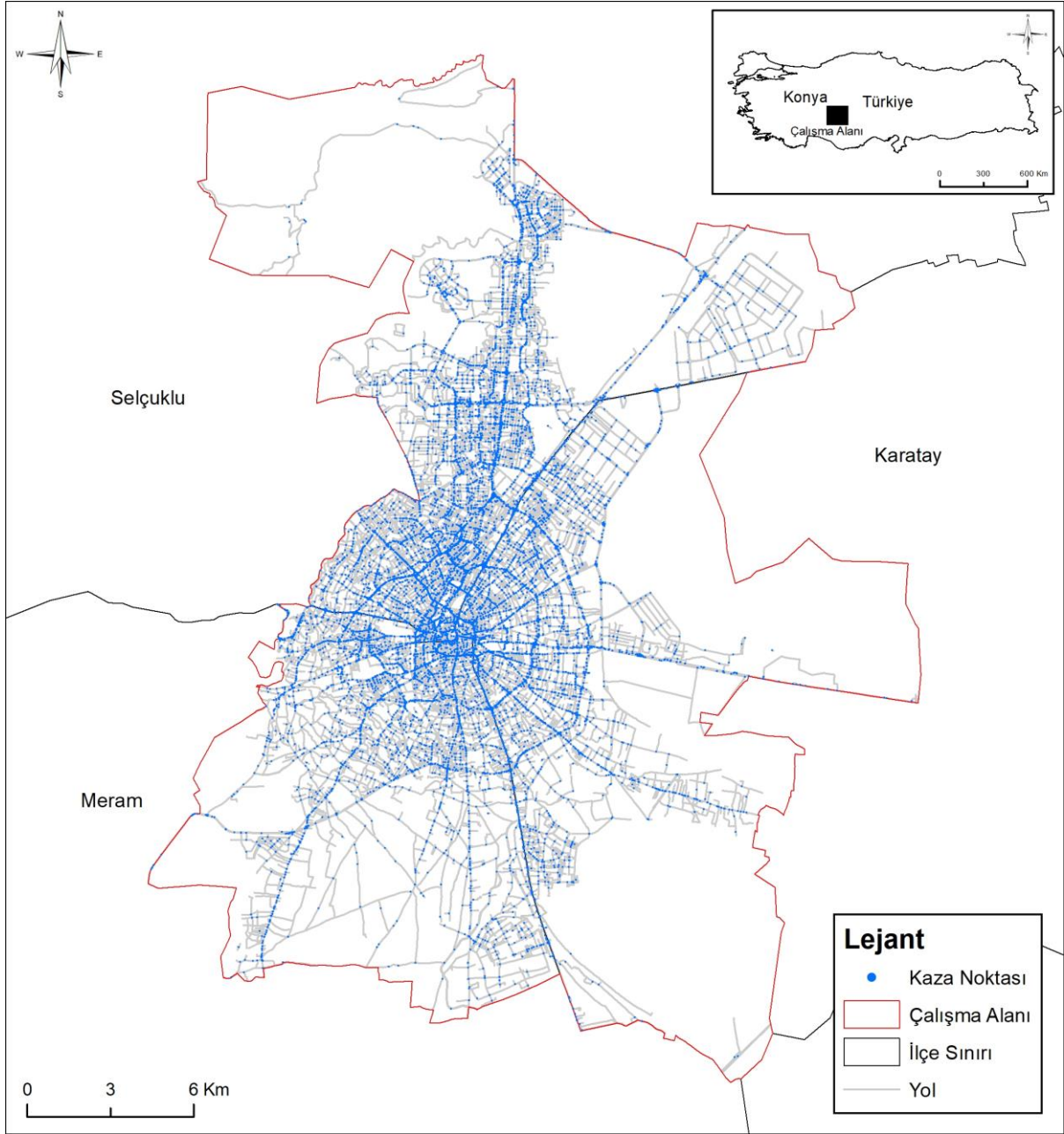
Konya ili, batıdan Isparta, Afyonkarahisar, Eskişehir, kuzeyden Ankara, doğudan Niğde, Aksaray, güneyden, İçel, Karaman, Antalya illeri ile çevrilidir. Konya, 36° 41' ve 39° 16' kuzey enlemleri ile 31° 14' ve 34° 26' doğu boylamları içerisinde konumlanmıştır. İl topraklarının önemli bir kısmı İç Anadolu'nun yüksek düzlüklerinde yer almaktadır. Güneybatı ve güney bölümleri Akdeniz bölgesine aittir. İlin yüzölçümü 38.873 km<sup>2</sup>'dir. Türkiye'nin en geniş yüzölçümüne sahip il olma özelliğine sahiptir. Yükseltisi ortalama olarak 1.016 m'dir (Konya İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, 2023).

Konya'da hâkim olan iklim türü karasaldır. Yaz mevsimi sıcak ve kuru, kış mevsimi soğuk ve kar yağışlıdır. Gece ile gündüz arasındaki sıcaklık farkı 16-22 derecedir. Bahar mevsiminde ve kış mevsiminde nemden dolayı bu fark 9-12°C'ye kadar düşer. Karın yerde kalma süresi ortalama üç aydır. İl, çevresindeki soğuk ve sıcak hava noktalarından çok etkilenir. Torosların deniz etkisini engellemesinden dolayı İç Anadolu'nun en güneyinde olmasına rağmen diğer İç Anadolu kentlerinden daha soğuktur. Konya, Türkiye'nin sisli gün sayısının en fazla olduğu ve sis yoğunluğunun en çok yaşandığı ildir. Bunun nedeni ise Konya Ovası'nın bir kâse şeklinde olmasıdır.

İl sınırları içerisinde ölçülen en yüksek sıcaklık 41°C, en düşük sıcaklık ise -29°C'dir. En fazla kar şubat ayında yağar fakat en soğuk ay ocak ayıdır. En sıcak aylar ise ağustos ve temmuzdur (Konya İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, 2023).

Konya ilinde nüfus, 2021 yılı itibari ile 2.277.017'dir. İl nüfusunda geçmiş yıllara göre artış görülmektedir. Nüfusun %50,3'ünü kadınlar, %49,7'sini erkekler oluşturmaktadır. İlde km<sup>2</sup>'ye 56 kişi düşmektedir. Konya, Türkiye'nin en kalabalık yedinci ili konumundadır ve 31 ilçesi bulunmaktadır. İlin en büyük ilçesi olan Selçuklu, 662 bin nüfusa sahiptir. İkinci büyük ilçesi olan Meram ise 344 bin, üçüncü en büyük ilçesi olan Karatay 338 bin nüfusa sahiptir (TÜİK, 2023).

Çalışmanın inceleme alanı Konya şehir merkezi içerisindeki mahallelerdir. İnceleme alanındaki mahalleler şehrin üç merkezi ilçesi içerisinde yer almaktadır. Bu ilçeler Karatay, Selçuklu ve Meram ilçeleridir (Şekil 1). Üç ilçe içerisindeki 159 adet mahallede meydana gelen trafik kazaları çalışılmıştır. Çalışma alanı içerisinde yedi yılda 22.145 adet trafik kazası meydana gelmiştir.



Şekil 1. Lokasyon haritası

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada kullanılan temel veri, trafik kaza raporlarından elde edilen metinsel verilerdir. Metinsel veriler zaman bakımından 2015-2021 yıllarına ait trafik kaza verilerinden oluşmaktadır. Zaman bakımından trafik kazalarına ait yıl, ay, mevsim, gün ve saat bilgilerini içermektedir. Mekân bakımından trafik kaza verileri Konya'nın merkezinin üç ilçesini kapsamaktadır. Elde edilen metinsel verilerde kazaların gerçekleştiği lokasyon ve ilçe bilgisi bulunmaktadır. Veriler içerisinde en önemli bilgi trafik kazalarına ait lokasyon bilgisidir. Bunun önemli nedeni lokasyon bilgisi bulunmaması durumunda mekânsal analizler gerçekleştirilemez.

Verilerin işleme aşamasındaki en önemli nokta çalışma alanının sınırlandırılmasıdır. Bu nedenle ArcGIS ortamında Konya'nın merkezi üç ilçesinin dijital sınırları oluşturulmuştur. İkinci aşamada trafik kazalarının metinsel durumdaki excel verilerinin CBS ortamına aktarılmasıdır. CBS ortamında iki farklı program kullanılmıştır. Bunlar ArcGIS programının 10.8 versiyonu ve ArcGIS Pro programının 2.5 versiyonudur. Verilerin bir yerde toplanması ve hızlı bir şekilde analizlere hazır hale getirilmesi için veri tabanı oluşturulmuştur. Analizleri zaman bakımından gerçekleştirmek için trafik kazalarına ait yıl, ay, mevsim, gün ve saat bilgileri veri tabanındaki kaza nokta katmanına girilmiştir. Mekânsal analizlerin gerçekleştirmek için ilçe, mahalle ve yol katmanı oluşturulmuştur. Yol verisi OSM'nin (Open Street Map) sitesinden indirilerek yeniden düzenlenmiştir (Geofabrik, 2022). Kullanılan başka bir veri türü ise arazi kullanım bilgisidir. Arazi kullanım verisi çalışma alanına göre yeniden düzenlenip analizde kullanılmıştır (Copernicus, 2022).

Trafik kazalarının analizi için ArcGIS'te beş adet araç kullanılmıştır. Üç başlık altında toplanan analizler zaman, mekân ve zaman-mekân olarak alt başlıklarda incelenmiştir. Sadece zaman açısından analiz edilen trafik kazalarında araç kullanılmamıştır. Mekân açısından trafik kazalarının analizi için nokta yoğunluk, Anselin Local Moran I ve vaka toplam araçları kullanılmıştır. Zaman-mekân açısından trafik kazalarının analiz edilmesi için Sıcak Nokta Analizi ve Uzay Zaman Küpü araçları kullanılmıştır. Öncelikle araçlarının çalışma mantığının anlaşılması için araçların özelliklerinin açıklanması gerekir. Nokta yoğunluk aracı; vektör veri türündeki noktaların yoğunluğunu hesaplayıp çıktı verisi olarak raster formatında vermektedir (Ali Haidery vd., 2020; Cınar ve Cermikli, 2019; Costache ve Popescu, 2013). Araştırmada kullanılan diğer bir araç vaka toplam aracıdır. Vaka toplam aracının çalışma mantığı birçok noktanın bir yerde toplanması ve toplanan noktaların sayısına göre ağırlık değeri vermesidir (Ali vd., 2017; Corso vd., 2015; Kuo vd., 2013; Said vd., 2017). Trafik kazalarının tespit edilmesinde kullanılan diğer bir araç Anselin Local Moran I'dir. Kullanılan aracın amacı çizgisel veri kullanarak, mekânsal otokorelasyon yöntemi ile trafik kazalarının hangi alanlarda kümelenildiğini göstermektir (Getis ve Ord, 1995). Zaman-mekân bakımından kazaların tespit edilmesinde kullanılan ilk araç Emerging Hot Spot Analysis'dir (Sıcak Nokta Analizi). Bu aracın amacı Mann-Kendall istatistiği kullanılarak kümelenmenin desen türüne göre çıktı verisi vermektir (Kendall ve Gibbons, 1990; Mann, 1945). Kullanılan beşinci araç ArcGIS'te bulunan Visualize Space Time Cube in 2D'dir (Uzay Zaman Küpü). Bu aracın amacı ise Mann-Kendall istatistiği kullanılarak her konumdaki değerlerin zaman-mekâna göre trendini tespit etmektir.

Trafik kazalarının zaman bakımından incelenirken kazalara ait yıl, ay, mevsim, gün ve saat bilgileri ile ilgili bağlantıları analiz edilmiştir. Mekân açısından incelendiğinde trafik kazalarının nokta yoğunluk, vaka toplam, Anselin Local Moran I, ilçe ve mahalleye göre analiz edilmiştir. Nokta yoğunluk ve vaka toplam analizlerinde nokta katmanı kullanılmıştır. Anselin Local Moran I analizi gerçekleştirilirken çizgi türünde olan yol katmanı kullanılmıştır. İlçe ve mahalle analizleri çokgen katmanı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Üçüncü ve son başlıkta trafik kazaları zaman-mekân bakımından incelenmiştir. Bu aşamada Sıcak Nokta Analizi ve Uzay Zaman Küpü-Trend analizi gerçekleştirilmiştir. Her iki analizde de trafik kazalarına ait nokta katmanı kullanılmıştır.

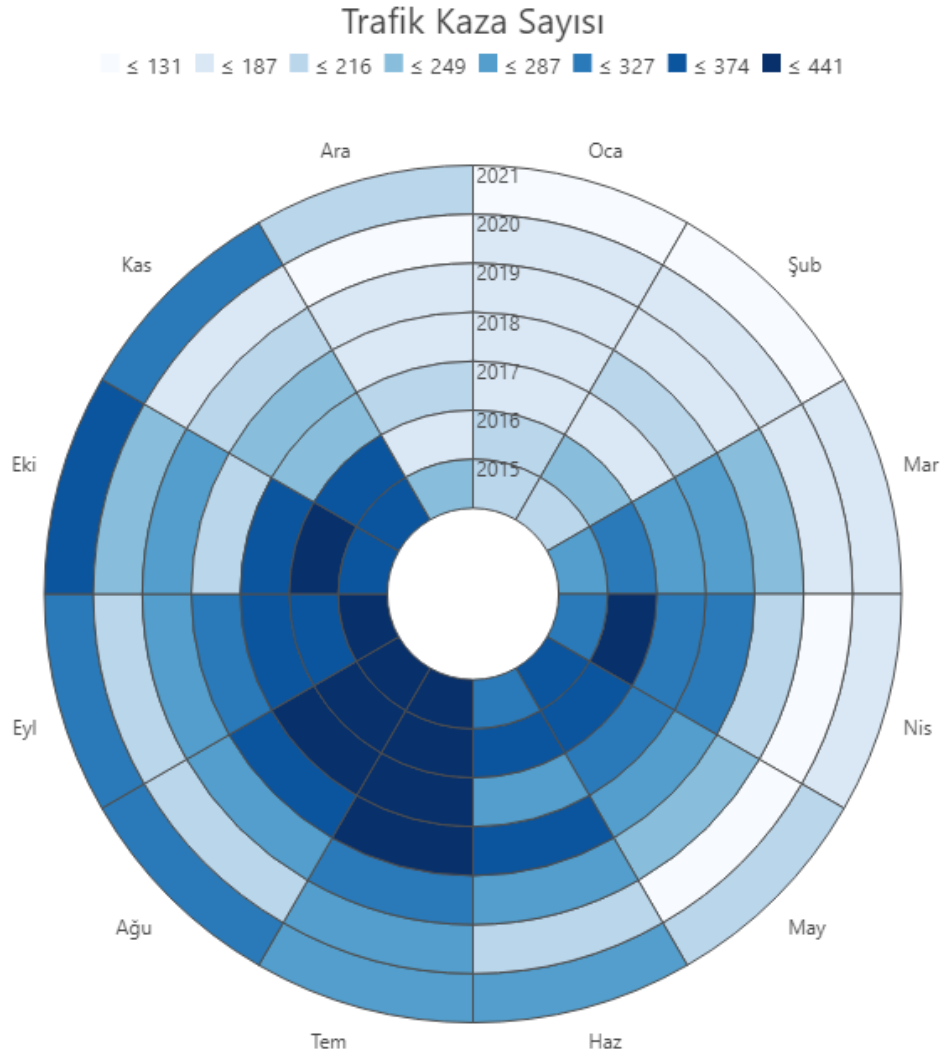
### 3. Bulgular

#### 3.1. Trafik Kazalarının Zamansal Analizi

##### 3.1.1. Yıllara Göre Dağılımı

Konya ilinde 2015-2021 yılları arasında, aylara göre trafik kaza oranları değerlendirildiğinde, genel olarak kazaların bahar ve yaz aylarında yükseldiği, kış aylarında düştüğü görülmektedir (Şekil 2). 2015-2020 yılları arasında trafik kazalarının özellikle ocak ve şubat aylarında az görüldüğü, temmuz ve ağustos aylarının en yoğun trafik kazalarının meydana geldiği aylar olduğu dikkat çekmektedir<sup>1</sup>.

2020 yılına bakıldığında, tüm yıl boyunca trafik kaza oranlarında düşüş yaşandığı görülmektedir. Bunun sebebi, gerçekleşen pandemi dönemi ve bu dönem içinde seyahat yasaklarının yaşanmasıdır.



Şekil 2. Trafik kazalarının yıllara ve aylara göre dağılımı

### 3.1.2. Mevsimlere Göre Dağılımı

Trafik kazalarının mevsimlere göre dağılımları incelendiğinde, en fazla kazaların yaşandığı yaz mevsiminde gerçekleştiği görülmektedir. En az kazaların görüldüğü mevsim ise kış mevsimidir (Çizelge 3). Bu durumun nedeni olarak yaz aylarında sürücülerin daha dikkatsiz araç kullanmaları, kış mevsiminde ise hava şartlarından ötürü daha dikkatli araç kullanmaları gösterilebilir (Özlü vd., 2021; Zerenoglu, 2020).

Kış mevsiminde, yoğun buzlanma ve kar yağışının görüldüğü dönemlerde insanların şahsi araçlarını kullanmayı toplu taşımayı tercih etmeleri de etkili olabilir.

2020 yılında da trafik kazalarının diğer yıllar gibi yaz ve ilkbahar aylarında yoğunlaştığı görülmektedir. Ancak oran olarak en az kazanın yaşanmış olduğu yıldır. Bunun sebebi olarak ise; yaşanan pandemi neticesinde insanların evlere kapanması ve ulaşım yasaklarının getirilmiş olması gösterilebilir. Malum hadise, insanların hareket halinde olmasını sınırlamış ve insanlar uzunca bir süre evlerinden dışarıya çıkmadan yaşamışlardır.

**Çizelge 3.** Trafik kazalarının mevsimlere göre dağılımı

Mevsim	Yıl													
	2015	%	2016	%	2017	%	2018	%	2019	%	2020	%	2021	%
Kış	647	16,86	614	15,51	529	15,41	563	17,38	534	19,06	446	21,40	452	16,19
İlkbahar	935	24,37	1039	26,24	896	26,11	865	26,71	660	23,56	350	16,79	548	19,63
Yaz	1114	29,03	1209	30,53	1078	31,41	1058	32,66	844	30,13	676	32,44	840	30,09
Sonbahar	1141	29,74	1098	27,73	929	27,07	753	23,25	763	27,24	612	29,37	952	34,10
Toplam	3837	100	3960	100	3432	100	3239	100	2801	100	2084	100	2792	100

### 3.1.3. Aylara Göre Dağılımı

Trafik kazalarının, aylara göre dağılımları incelendiğinde; kazaların kış aylarından çıkarken mart, nisan, mayıs aylarında artmaya başladığı ve bu artışı en fazla kazanın meydana geldiği aylar olan haziran, temmuz, ağustos aylarının takip ettiği görülmektedir (Çizelge 4). Sonbahar ayları olan ekim, kasım aylarında yaşanmaya başlanan düşüş, kış aylarını içeren aralık, ocak, şubat aylarında devam etmektedir. Ocak ve şubat ayının verileri birbirine yakın olmakla birlikte, en az trafik kazalarının yaşandığı aylardır.

**Çizelge 4.** Trafik kazalarının aylara göre dağılımı

Ay	Yıl													
	2015	%	2016	%	2017	%	2018	%	2019	%	2020	%	2021	%
1	200	5,21	203	5,13	151	4,40	181	5,59	183	6,53	170	8,16	120	4,30
2	198	5,16	247	6,24	177	5,16	206	6,36	166	5,93	160	7,68	131	4,69
3	268	6,98	294	7,42	267	7,78	283	8,74	221	7,89	157	7,53	187	6,70
4	303	7,90	382	9,65	322	9,38	312	9,63	212	7,57	68	3,26	151	5,41
5	364	9,49	363	9,17	307	8,95	270	8,34	227	8,10	125	6,00	210	7,52
6	327	8,52	374	9,44	287	8,36	343	10,59	265	9,46	197	9,45	258	9,24
7	389	10,14	394	9,95	407	11,86	379	11,70	294	10,50	268	12,86	280	10,03

8	398	10,37	441	11,14	384	11,19	336	10,37	285	10,17	211	10,12	302	10,82
9	433	11,28	345	8,71	341	9,94	312	9,63	279	9,96	214	10,27	305	10,92
10	362	9,43	422	10,66	352	10,26	216	6,67	272	9,71	227	10,89	352	12,61
11	346	9,02	331	8,36	236	6,88	225	6,95	212	7,57	171	8,21	295	10,57
12	249	6,49	164	4,14	201	5,86	176	5,43	185	6,60	116	5,57	201	7,20
Toplam	3837	100	3960	100	3432	100	3239	100	2801	100	2084	100	2792	100

#### 3.1.4. Günlere Göre Dağılımı

Trafik kazalarının günlere göre dağılımı incelendiğinde, hafta içindeki günler arasında çok büyük fark görülmemekle birlikte, kazaların genellikle hafta sonları meydana geldiği anlaşılmaktadır. İnsanların hafta içi mesai saatlerinde ulaşım faaliyeti içerisinde olmaması ancak hafta sonları şahsi araçları ile gezinmeleri, mevcut sonucun elde edilmesinde rol oynamıştır. Bahsedilen durum 2020 yılı için geçerli değildir. Aksine, pandemi sürecinde uzunca süre hafta sonu dışarı çıkma yasaklarının getirilmiş olması, söz konusu yıl içerisinde, hafta sonlarının en az kazaların yaşandığı gün olmasında etkili olmuştur (Çizelge 5).

Çizelge 5. Trafik kazalarının günlere göre dağılımı

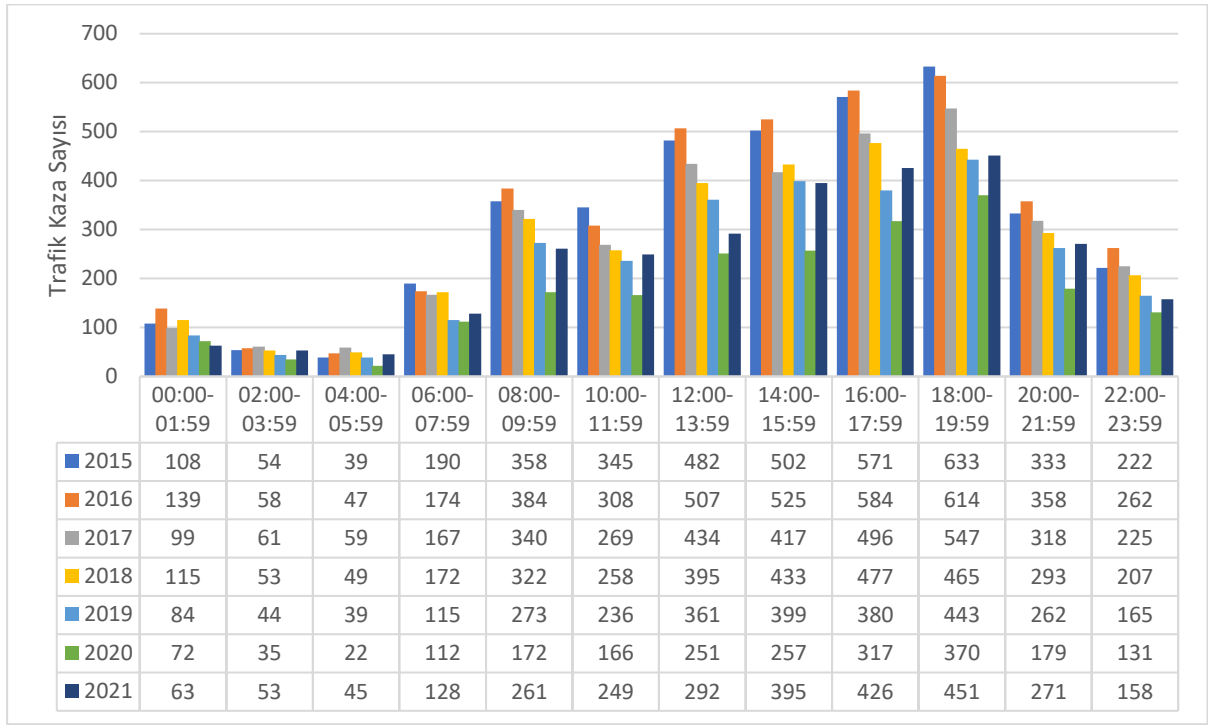
Gün	Yıl													
	2015	%	2016	%	2017	%	2018	%	2019	%	2020	%	2021	%
Pazartesi	599	14,12	634	14,63	541	14,09	511	14,13	471	15,11	377	16,12	491	16,05
Salı	607	14,31	622	14,35	546	14,22	489	13,52	446	14,30	332	14,19	443	14,48
Çarşamba	662	15,60	577	13,31	506	13,18	498	13,77	470	15,07	340	14,54	454	14,84
Perşembe	589	13,88	572	13,19	532	13,85	513	14,18	426	13,66	360	15,39	441	14,42
Cuma	581	13,69	633	14,60	604	15,73	522	14,43	427	13,69	352	15,05	483	15,79
Cumartesi	630	14,85	686	15,82	583	15,18	572	15,81	448	14,37	317	13,55	440	14,38
Pazar	575	13,55	611	14,09	528	13,75	512	14,16	430	13,79	261	11,16	307	10,04
Toplam	4243	100	4335	100	3840	100	3617	100	3118	100	2339	100	3059	100

#### 3.1.5. Saatlere Göre Dağılımı

Trafik kazalarının oranları saat bazında değerlendirildiğinde, genel olarak kazaların en fazla gündüz saatlerinde meydana geldiği görülmektedir. 2015-2019 yılları arasında meydana gelen kazaların saatlere göre dağılım oranları birbirine paralel ilerlemiştir (Şekil 3). Saat 08:00 den itibaren artmaya başlayan kazaların, en fazla 12:00 ile 19:59 saat aralığında meydana geldiği görülmektedir. Mesai saatinin başlaması ile birlikte artış gösteren kazalar trafik yoğunluğuna bağlı olarak yaşanmaya devam etmiştir. En az kazanın yaşandığı saatler ise, 00:00 ile 07:59 olarak belirlenmiştir.

Yıllar içerisindeki kaza oranlarının saatlere göre dağılımı incelendiğinde de 2020 yılının daha önceden belirtilen pandemiden kaynaklanan sebeplerden ötürü en az kaza yaşandığı yıl olduğu tekrar ortaya çıkmaktadır.



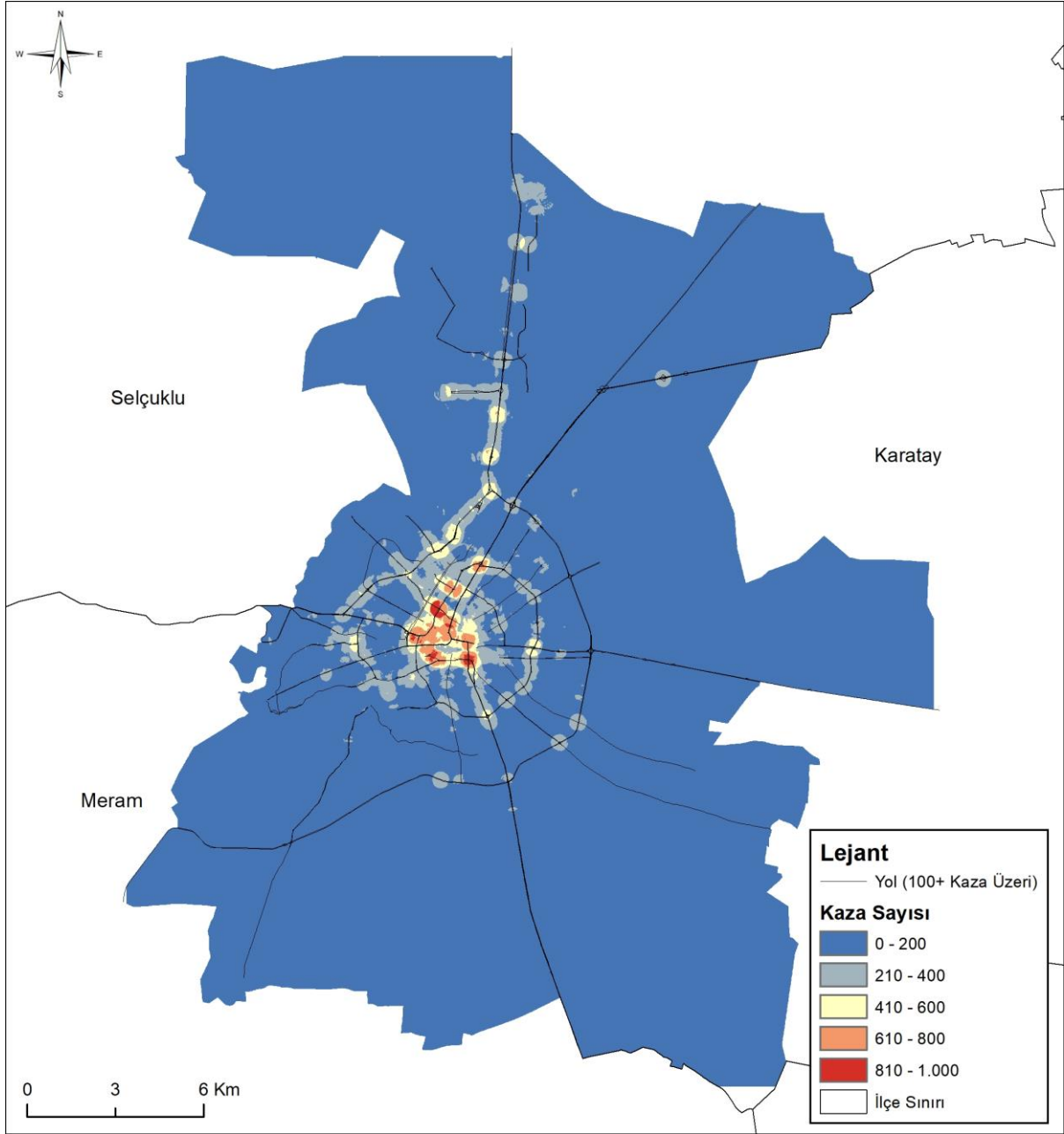


Şekil 3. Trafik kazalarının saatlere göre dağılımı

### 3.2. Trafik Kazalarının Mekânsal Analizi

Konya kent merkezinde 2015-2021 yılları arasında, trafik kazalarının en çok meydana geldiği alanlar tespit edilmiştir. Konya'nın ilçeleri olan Karatay, Selçuklu ve Meram'ın kesişme noktası ve ilin merkezi konumundaki alan, en fazla kazanın görüldüğü mekândır (Şekil 4). Km<sup>2</sup>'ye düşen kaza sayılarına göre renklendirme yapılmıştır. Koyu mavi alanlar en az kazanın görüldüğü alanları gösterirken, git gide açılan renkler kazaların arttığını göstermektedir. Kırmızı renkli alan en fazla kazanın görüldüğü noktayı göstermektedir.

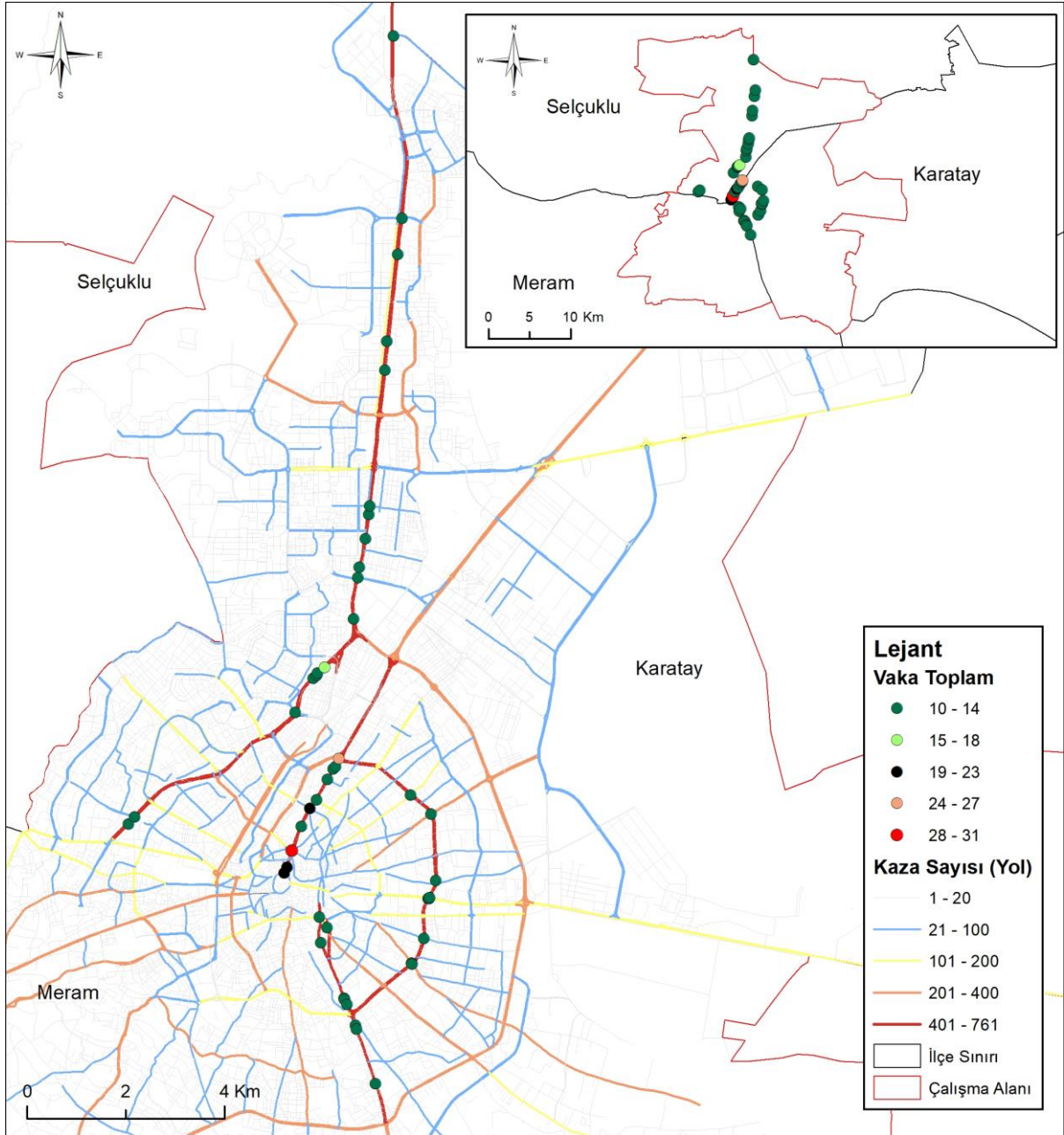
Kazaların en fazla meydana geldiği caddeler sırasıyla; Ankara Caddesi, Karaman Caddesi, Ahmet Hilmi Nalçacı Caddesi, Vatan Caddesi, Rauf Denктаş Caddesi, Taş Cami Uzun Hamamlar Caddesi, Karaman Caddesi, Dr. Ahmet Özcan Caddesi, Yani Meram Caddesi, Ulaş baba Caddesi, Mevlâna Caddesi'dir.



Şekil 4. Trafik kazalarının nokta yoğunluk haritası

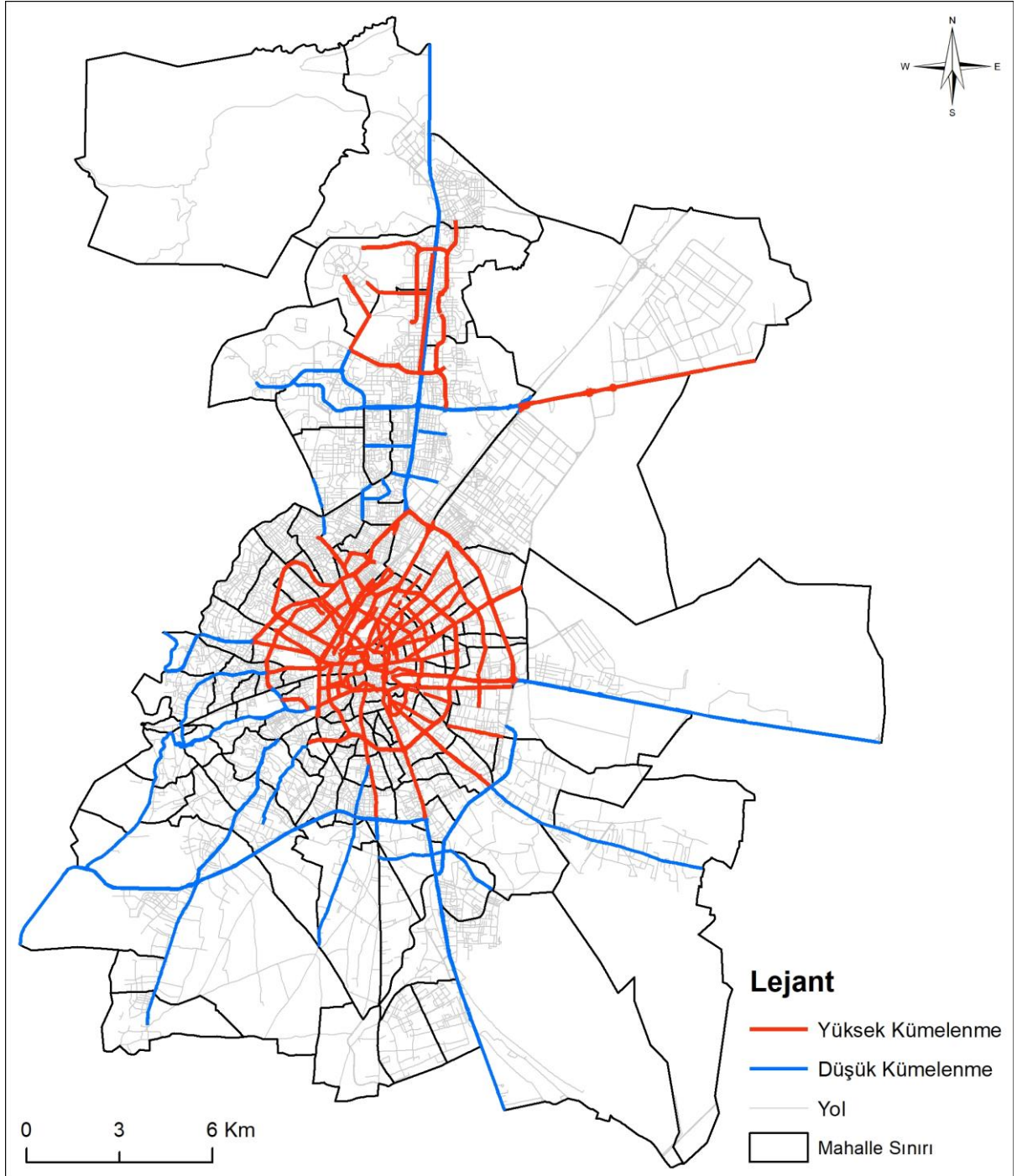
Vaka toplam analizinde, aynı koordinatlara sahip trafik kaza alanlarının gruplandırılması söz konusudur. Vaka toplam analizinin uygulanmasındaki amaç, aynı koordinat verilerine sahip birden fazla noktasal verinin gruplandırılarak bir noktada toplayarak analiz edilmesidir (Haybat ve Karakaş, 2020). Sonuçlar, 2015-2021 yılları arasındaki Konya’da meydana gelen trafik kazaları verileri kullanılarak elde edilmiştir (Şekil 5). En fazla kazanın görüldüğü yollar beş ayrı renk ile gruplandırılmıştır. Kırmızıdan başlayarak kaza yoğunluk durumuna göre sırasıyla turuncu, sarı ve mavi renkler kullanılmıştır. En fazla trafik kazasına sahip noktalar kırmızı ile gösterilen; D-300 Yolu, Konya-Adana Yolu Caddesi, D-715 Yolu, Konya-Seydişehir Yolu Caddesi, Konya-Karaman-Silifke Yolu Caddesi olarak sıralanabilir.

Vaka toplam aracı kullanılarak Konya il merkezindeki birden fazla kaza noktaları tespit edilmiştir. Kırmızı büyük nokta olarak gösterilen 1 numaralı kaza noktasında; Ahmet Hilmi Nalçacı Caddesi, 2 numaralı kaza noktası; Ankara Caddesi, 3 numaralı kaza noktasında; Abdülreşit Caddesi, 4 numaralı kaza noktasında; Amber Reis Caddesi, 5 numaralı kaza noktasında; Mevlâna Caddesi, 6 numaralı kaza noktasında; Belh ve Fetih Caddesi kavşak noktası, 7 numaralı kaza noktasında; Sait Paşa Caddesi ile Demiryolu Caddesi olmak üzere yedi adet kaza noktası tespit edilmiştir (Şekil 6). Meydana gelen kazaların genelinin bahsedilen caddelerin kavşak noktalarında meydana gelmiş olması dikkat çekmektedir.



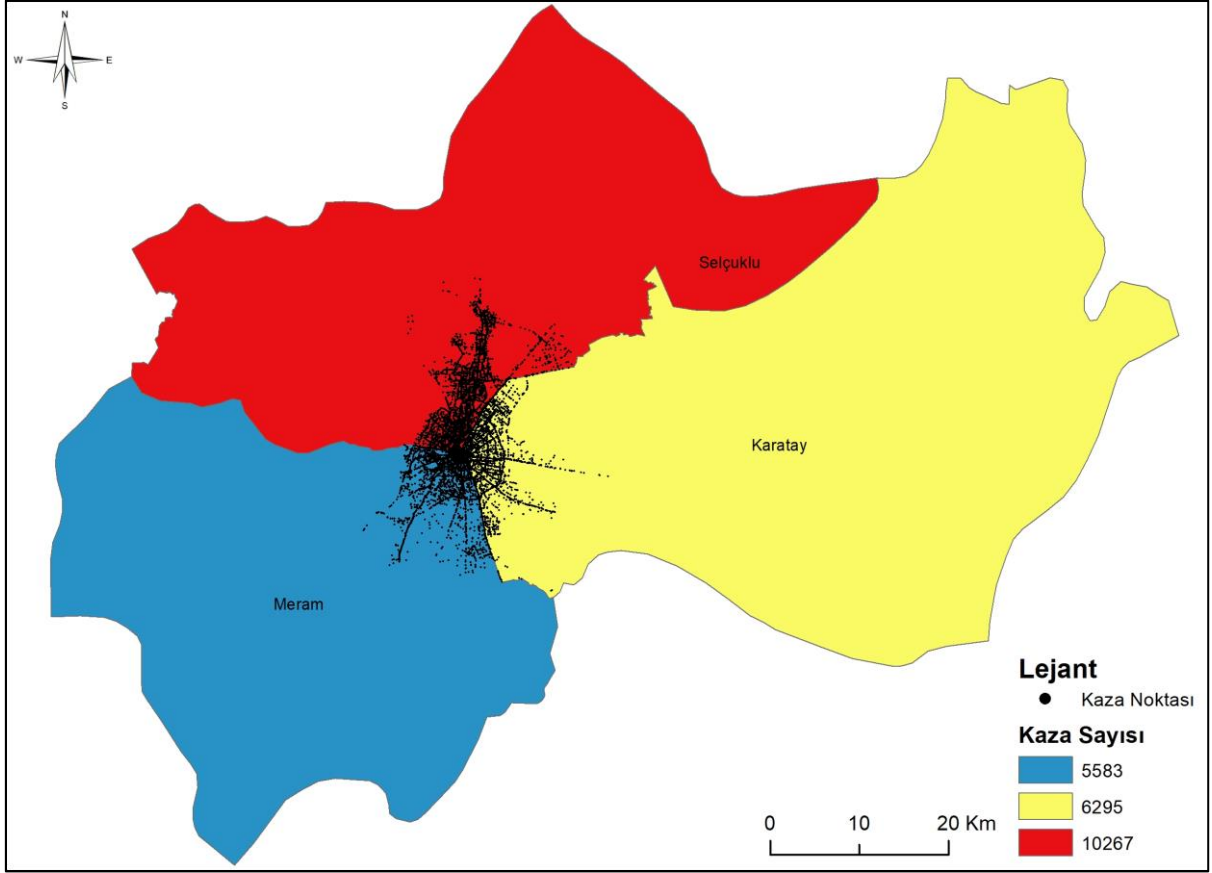
Şekil 5. Trafik kazalarının vaka toplam analizi

Anselin Local Moran's I analiz yöntemi ile trafik kazalarının istatistiksel olarak kümelenmesi, bu kümelenmeye göre olan dağılımları irdelenmektedir. Söz konusu yöntemin analizi, ArcGIS programındaki mekânsal analiz yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen analiz sonucunda; düşük kümelenme ve yüksek kümelenme alanları tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı kümelenmeler ortaya çıkmıştır. Şehir merkezindeki alanların yüksek kümelenmeye sahip olduğu belirlenmiştir. Ancak çevresindeki karayollarında gerçekleşen kazaların kümelenme analizi sonucunda düşük kümelenmeye sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Merkez ilçeler olan Karatay, Selçuk ve Meram'da yüksek kümelenme görülmektedir. En fazla trafik kazalarının meydana geldiği yer olarak tespit edilen yüksek kümelenme alanları; Fetih Caddesi, Ahmet Hilmi Nalçacı Caddesi, Rauf Denктаş Caddesi gibi caddeler örnek verilebilir. Düşük kümelenme alanlarına örnek olarak; Ankara Caddesi, Karaman Caddesi, Konya-Aksaray Yolu, Konya-Beyşehir Yolu, Hatip Caddesi, Konya-Adana Yolu, Karaman Caddesi verilebilir (Şekil 6).



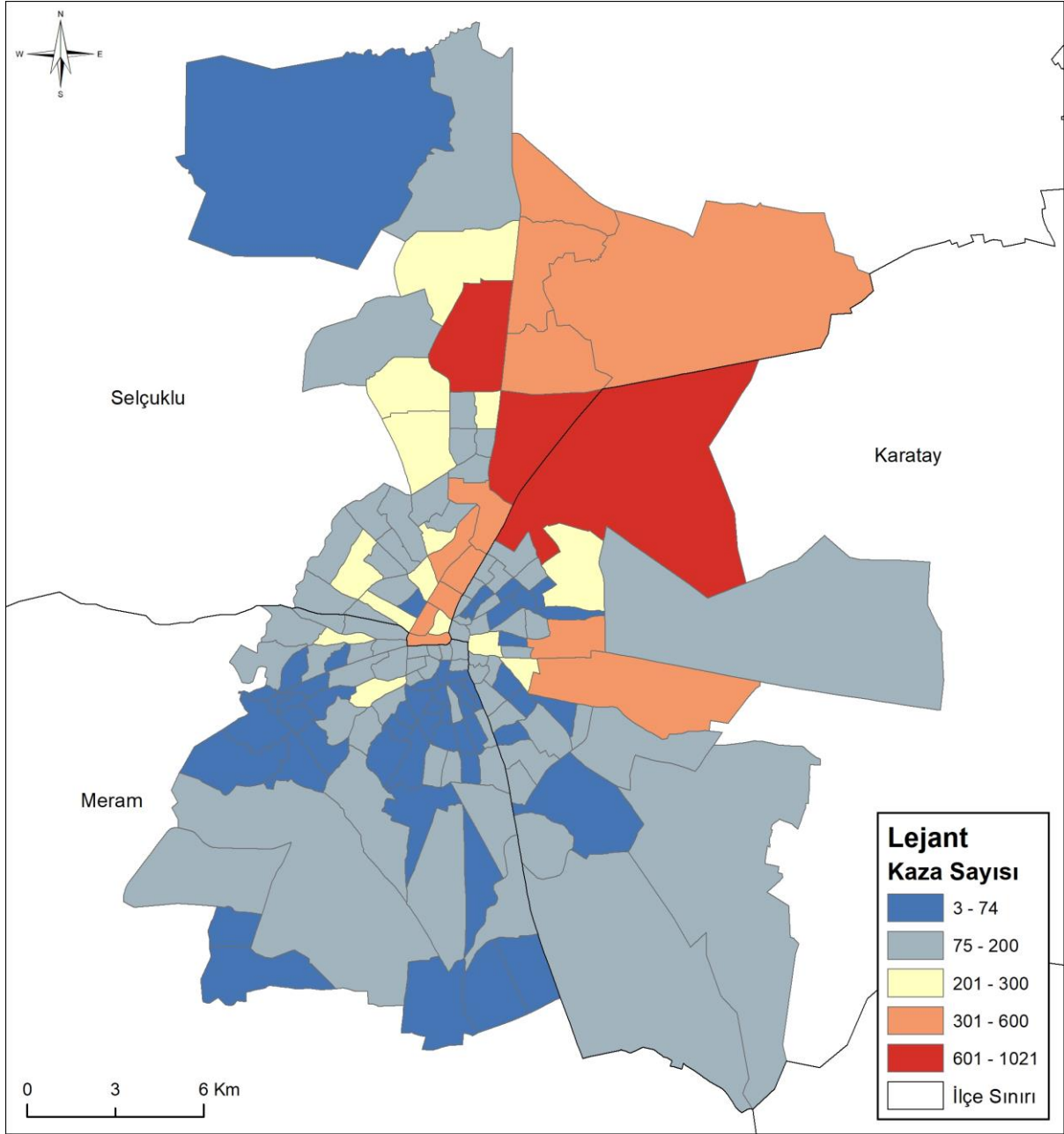
Şekil 6. Anselin Local Moran's Haritası

Konya ilinin merkez ilçeleri olan Selçuklu, Karatay ve Meram'da 2015-2021 yılları arasında gerçekleşen trafik kazaları verileri analiz edildiğinde, en fazla kazanın meydana geldiği ilçe Selçuklu olarak belirlenmiştir. Son altı yıl içerisinde ilçede 10.267 trafik kazası meydana gelmiştir. Selçuklu'dan sonra en fazla kazanın meydana geldiği ilçe Karatay olmuştur. 6295 kaza ile ikinci sırada gelen ilçede gerçekleşen 5583 kaza ile Meram ilçesi takip etmektedir. Üç ilçenin bileştiği alanda, kaza verilerinin oluşturduğu noktasal yoğunluk net şekilde görülmektedir (Şekil 7).



Şekil 7. Trafik kazalarının ilçelere göre dağılımı

Trafik kazaları Konya ilinin merkez ilçeleri olan Karatay, Selçuklu ve Meram ilçelerinin mahallelerine göre değerlendirildiğinde, kazaların en fazla görüldüğü mahalleler kırmızı renk, en az görüldüğü mahalleler mavi renk ile gösterilmiştir. Bu bağlamda; Melikşah, Saadet, Übeyit, Dr. Ziya Barlas, Gazi Osman Paşa, Tırılırmak, Büyüksinan, Devri Cedid Mahallesi gibi mahalleler, kazaların yaşandığı bölgedeki birkaç mahalle olarak sıralanabilir (Şekil 8).

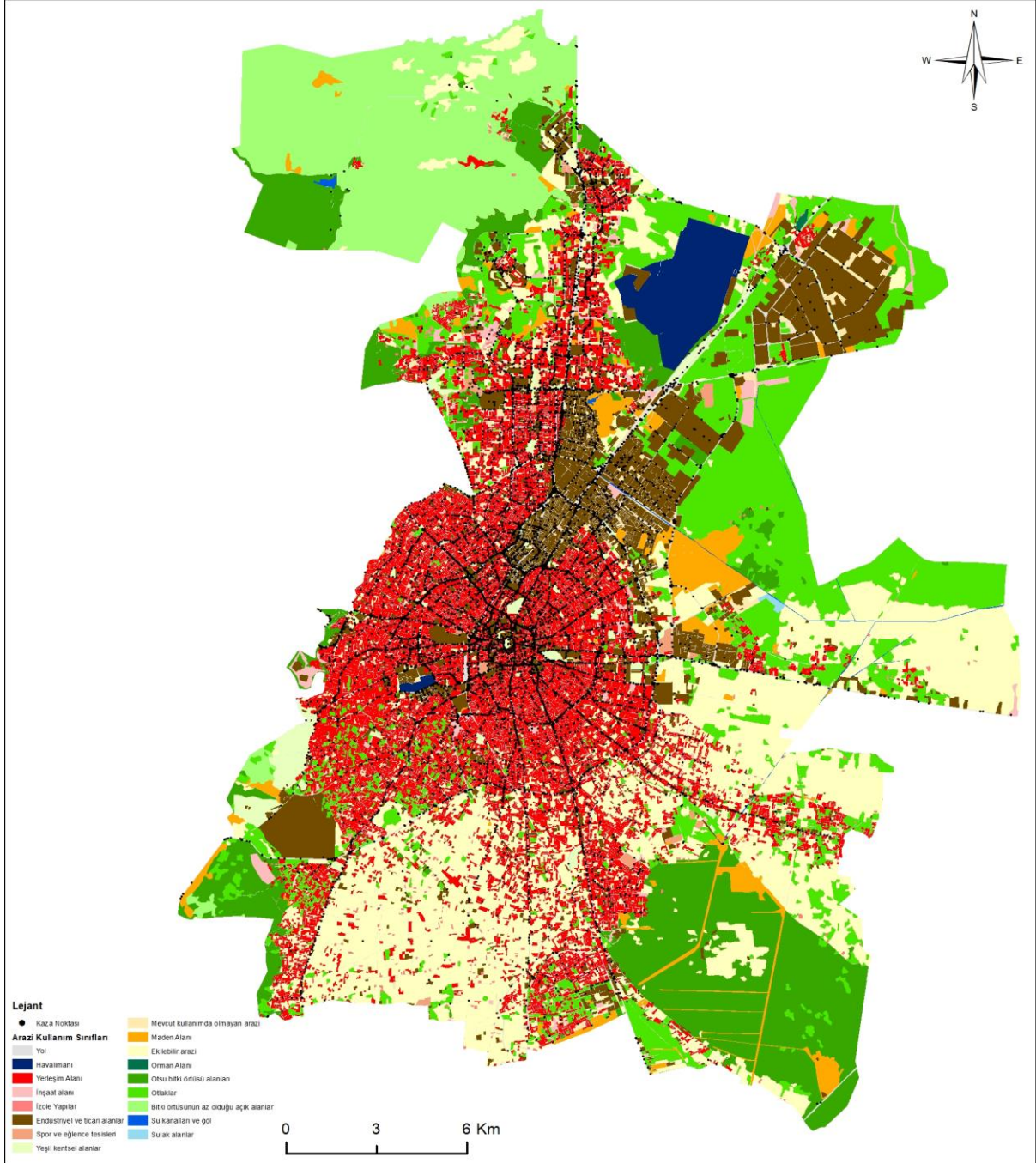


Şekil 8. Trafik kazalarının mahallelere göre dağılımı

### 3.3. Trafik Kazalarının Mekânsal-Zamansal Analizi

Konya ilinde meydana gelen trafik kazalarının, arazi kullanımına göre değerlendirilmesi yapılmıştır (Şekil 9). Elde edilen verilere göre, yakınlarında alışveriş merkezi, hastane, park, mezarlık, okullar, çeşitli restoranlar ve ticaret merkezlerinin olduğu, il geneli yerleşim alanlarının yoğunlaşmış olduğu merkez konumdaki caddelerde ve özellikle kavşak noktalarında çok fazla kazanın meydana geldiği görülmektedir.

En az trafik kazası ise; bitki örtüsünün az olduğu açık alanlar, orman alanları, otlaklar, ekilebilir alanlar, maden alanları ve havalimanı bölgesi, kullanıma açık olmayan araziler, kentsel yeşil alanlar gibi alanlarda meydana gelmiştir.

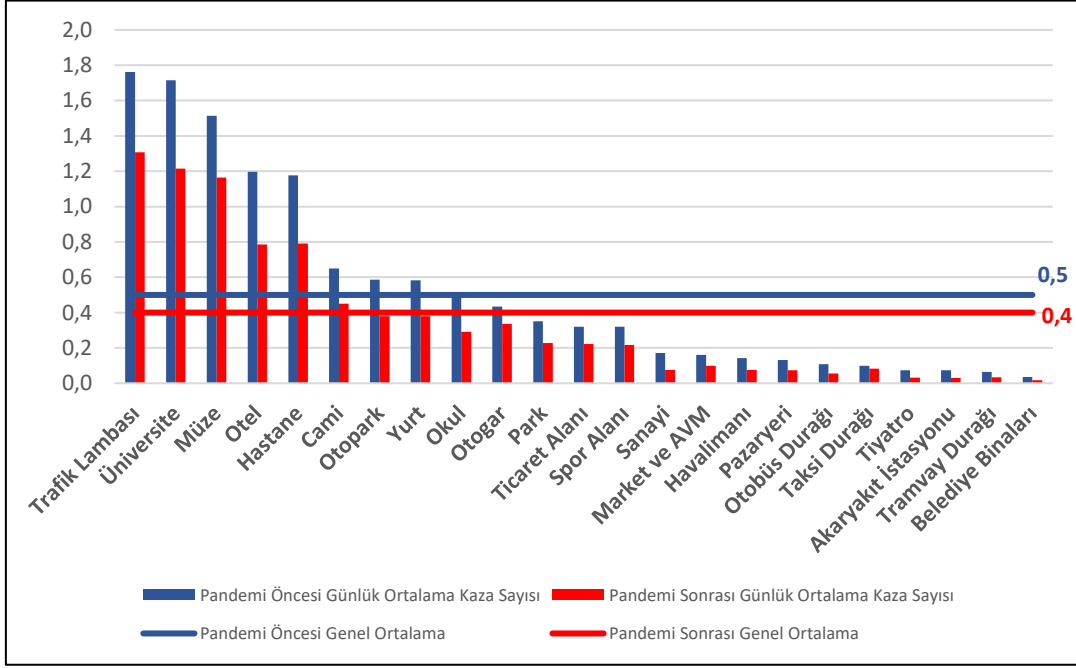


Şekil 9. Trafik kazalarının arazi kullanım alanlarına göre dağılımı

Kaynak: <https://land.copernicus.eu/local/urban-atlas/urban-atlas-2018>



2020 yılı başlarında ortaya çıkan ve tüm dünya da etkisini gösteren Covid-19 pandemisi sonrasında sokağa çıkma yasağı, işyerleri ile okul ve kreşlerin kapanması gibi etmenlerden dolayı şehir içi ve şehirlerarası ulaşımda yavaşlamalara neden olmuştur. Yasakların Konya ilindeki trafik kazalarındaki etkisini incelemek amacıyla şekil 10 oluşturulmuştur. Konya ilinde pandemi sonrasında günlük ortalama kaza sayısında pandemi öncesine göre düşüş yaşandığı görülmüştür (Şekil 10). Ancak, pandemi sonrasında yasaklardan kaynaklı olarak sayısal bir düşüş gözlenmesine karşın kazaların yaşandığı mekânsal dağılımda genel anlamda pek bir değişiklik olmadığı görülmektedir.



Şekil 10. Pandemi öncesi ve sonrası günlük ortalama kaza sayısındaki değişim

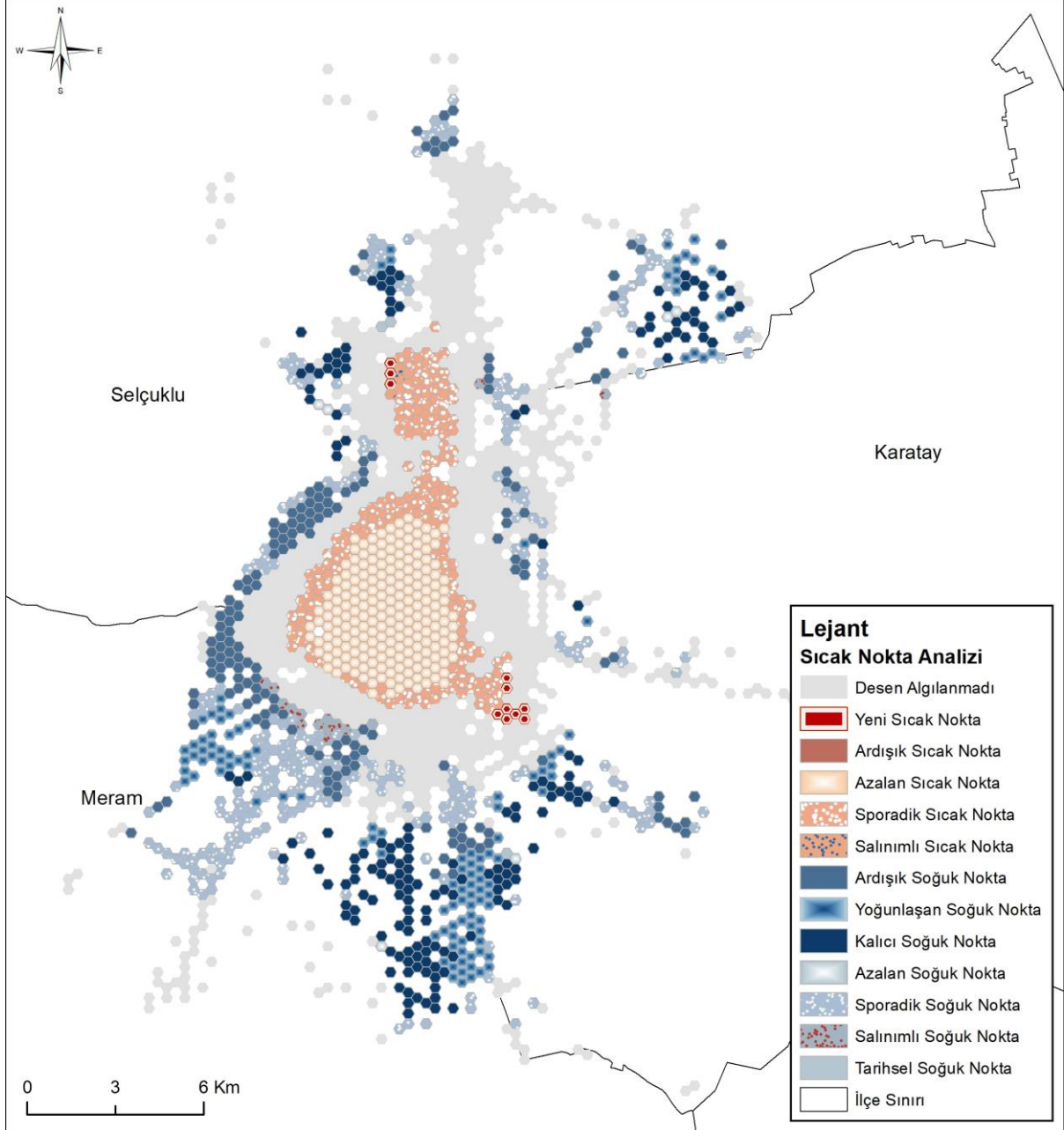
Pandemi öncesi ve sonrasında gerçekleşen trafik kazalarının saatlere göre dağılımı incelendiğinde; pandemi öncesi en fazla kaza 16:00 ile 17:59 saatleri arasında meydana gelmiştir. En az kazanın meydana geldiği saat aralığı ise 04:00- 05:59 olarak belirlenmiştir.

Pandemi sonrasında ise sokağa çıkma yasaklarının kalkmış olduğu saatlerde kazaların daha fazla yaşandığı görülmektedir. En fazla kazanın meydana geldiği saatler 18:00-19:59 iken en az kazanın yaşandığı saatler yine 04:00- 05:59 olarak belirlenmiştir.

Konya ilindeki trafik kazaları sıcak noktaları analiz edilip haritalandırılmıştır (Şekil 11). Bu harita ışığında, kazaların kümelenmiş olduğu alanlar analiz edilebilmektedir. Kümelenmiş alanlar, noktaların sayılarını birleştirerek yoğunluk oluşan alanları göstermektedirler. Selçuklu, Meram ve Karatay ilçeleri ölçeğinde değerlendirilen haritada sıcak nokta alanları olan trafik kazalarının yoğun yaşandığı bölgeler pembe ve kırmızı renklendirme ile soğuk nokta alanları olan trafik kazalarının az yaşandığı bölgeler mavi ve lacivert renklendirmeler ile gösterilmiştir.

Yerleşim ve ticaret alanlarının bulunduğu şehir merkezi azalan sıcak nokta alanında bulunurken, şehir merkezinin etrafında konumlanan sanayi alanları, alışveriş merkezi, hastane, parklar ve çevre yollarının bulunduğu diğer alanlar sporadik sıcak nokta alanları olarak belirlenmiştir. Meram'da

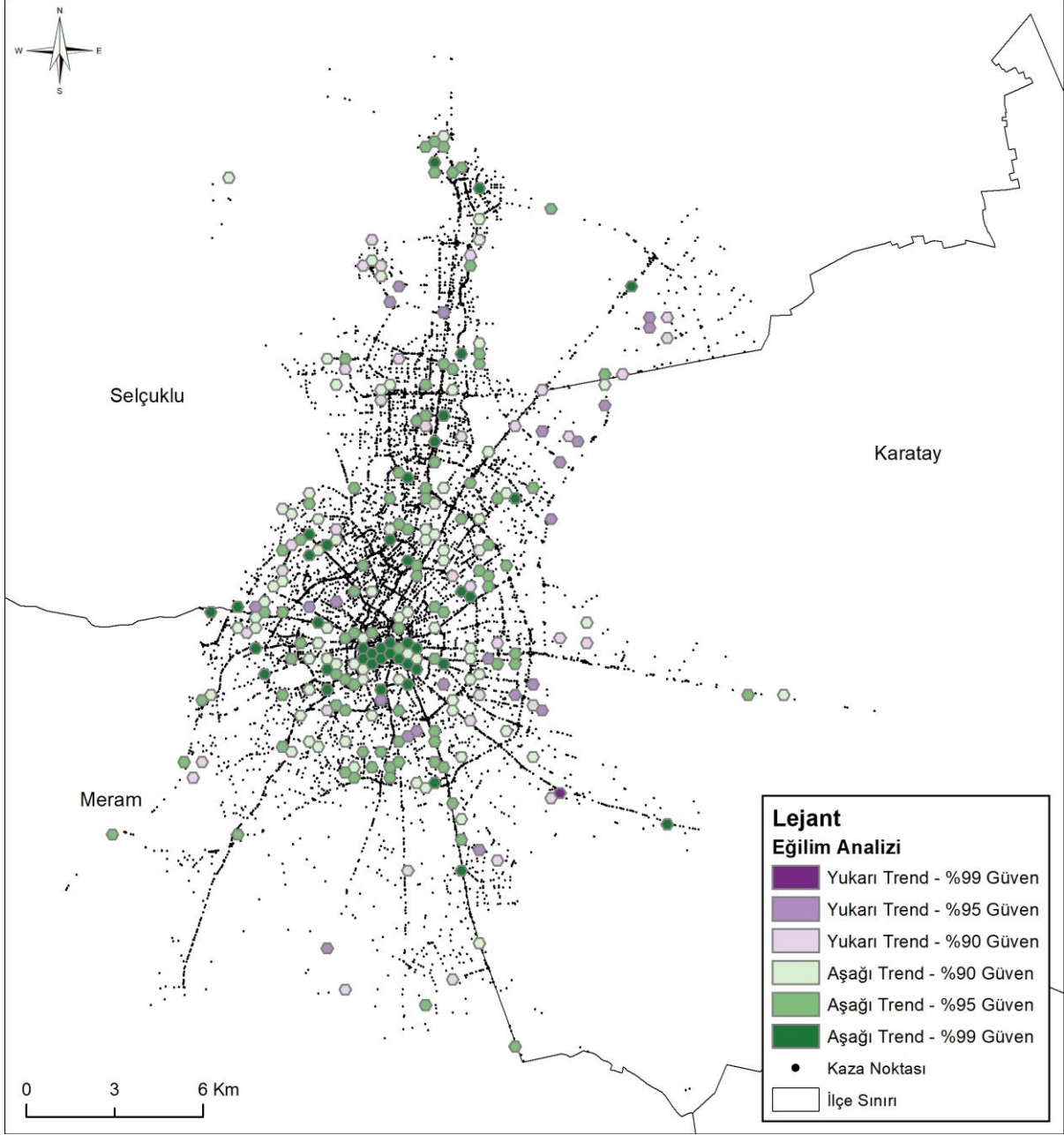
bulunan ormanlık, yeşillik alanlar, tarım alanları ve hobi bahçeleri kalıcı soğuk nokta ve sporadik soğuk nokta alanlarıdır. Bu alanlar sıcak nokta bölgelerine nazaran seyrek nüfuslu yerleşim bölgelerini içermektedir.



Şekil 11. Trafik kazalarının sıcak nokta haritası

Konya ilindeki trafik kazaları trend analiz haritasında değerlendirilmiştir. Kullanılan trend analiz haritasında, 2015-2021 yılları arasında Konya ilinin Merkez ilçelerinde meydana gelen trafik kaza trendinin artışı ortaya konulmuştur (Şekil 12). Mor renk ile gösterilen alanlarda trafik kaza trendinin artış yaşadığı bölgeler gösterilmiştir. Renk açıldıkça kaza trendinin azalmaya başladığı anlaşılmaktadır. Bu bağlamda şehir merkezinin civarında bulunan ve hızlı nüfus artışına sahip olan alanlarda trend artışı

gözlenmektedir. Konya Şehir Hastanesi'nin bulunduğu Adana Çevre Yolu Caddesi, sanayilerin bulunduğu OSB bölgesi, Isparta-Konya Yolu üzerindeki bazı bölgeler trend analizinde artış yaşanan bölgeler olarak belirlenmiştir.



Şekil 12. Trafik kazalarının trend analiz haritası

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Gerçekleştirilen araştırmada Konya ilinin Karatay, Meram, Selçuklu ilçelerinde 2015-2021 yıllarında meydana gelen trafik kazalarının dağılımı incelenmiştir. Kazaların dağılımı; zamansal, mekânsal ve zamansal-mekânsal olmak üzere üç ana başlık altında incelenmiştir.

Kullanılan veriler, Trafik Şube Müdürlüğü'nden elde edilmiştir. Bu veriler içerisinde kazaların meydana geldiği koordinatlar ve zaman verilerinden yararlanılmıştır. Elde edilen sonuçlar CBS haritalandırma programı kullanılarak, zamansal ve mekânsal boyutları açısından yorumlanmıştır. Verileri yorumlayabilmek için; trafik kazalarının arazi kullanımına göre dağılım haritası, nokta yoğunluk haritası, vaka toplam analizi haritası, Anselin Lokal Moran's I haritası, Sıcak nokta haritası, trend analiz haritası ve ayrıca kazaların ilçelere ve mahallelere göre dağılım haritaları kullanılmıştır.

Kazaların zaman olarak; yıl, mevsim, ay, gün ve saat verileri kullanılmıştır. Mekân olarak ise, ilçe, mahalle, sokak verileri kullanılmıştır. Trafik kazalarının dağılımı zamansal olarak yıllara, mevsimlere ve aylara göre incelenmiştir. Gerçekleştirilen inceleme sonucunda, en düşük kazanın kış aylarında, en fazla kazaların ise yaz aylarında gerçekleştiği belirlenmiştir. Kazaların aylara göre dağılımları incelendiğinde ise, ocak ve şubat aylarında az görüldüğü, temmuz ve ağustos aylarında fazla meydana geldiği dikkat çekmektedir. Kazaların haftanın günlerine göre meydana gelme sıklığına bakıldığında, genellikle hafta sonları meydana geldiği anlaşılmaktadır. İnsanların hafta içi mesai saatlerinde ulaşım faaliyeti içerisinde olmaması ancak hafta sonları şahsi araçları ile gezinmeleri, mevcut sonucun elde edilmesinde rol oynamıştır. Trafik kazalarının zamansal açıdan analizinde dikkat edilen bir diğer konu, kazaların meydana geldikleri saatlerdir. Elde edilen analizler sonucunda, genel olarak kazaların en fazla gündüz saatlerinde meydana geldiği görülmektedir. Saat 08.00 den itibaren artmaya başlayan kazaların, en fazla 12:00 ile 19:59 saat aralığında meydana geldiği görülmektedir. Mesai saatinin başlaması ile birlikte artış gösteren kazalar trafik yoğunluğuna bağlı olarak yaşamaya devam etmiştir. En az kazanın yaşandığı saatler ise, 00:00 ile 07:59 olarak belirlenmiştir.

Kazaların zamansal dağılım kategorileri incelendikten sonra mekânsal olarak oluşumları değerlendirilmiştir. Kazaların mahalle, ilçe, sokaklara göre dağılımları haritalandırılmıştır. Mekânsal olarak incelemeler yapılırken; Nokta yoğunluk, Vaka toplam ve Anselin Local Moran I analiz araçları kullanılmıştır.

Nokta yoğunluk aracı olarak elde edilen haritada, kazaların meydana geldiği yoğunluk alanları beş ayrı renklendirme yöntemi ile gösterilmiştir. Ortaya çıkan sonuçlara göre kazaların en fazla meydana geldiği caddeler sırasıyla; Ankara Caddesi, Karaman Caddesi, Ahmet Hilmi Nalçacı Caddesi, Vatan Caddesi, Rauf Denктаş Caddesi, Taş Cami Uzun Hamamlar Caddesi, Karaman Caddesi, Dr. Ahmet Özcan Caddesi, Yani Meram Caddesi, Ulaş baba Caddesi, Mevlâna Caddesi'dir.

Mekânsal analiz yönteminde kullanılan bir araç diğer vaka toplam analiz aracıdır. Vaka toplam analizinde, aynı koordinatlara sahip trafik kaza alanlarının gruplandırılması söz konusudur. Veri toplam analizinin uygulanmasındaki amaç, aynı koordinat verilerine sahip birden fazla noktasal verinin gruplandırılarak bir noktada toplayarak analiz edilmesidir.

Anselin Local Moran's I aracı ile farklı bir mekânsal analiz gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem ile trafik kazalarının istatistiksel olarak kümelenmesi ve bu kümelenmeye göre olan dağılımları incelenmiştir. Anlamli kümelenmeler ortaya çıkmıştır. Yüksek kümelenme alanlarının çevresindeki alanların da yüksek kümelenmeye sahip olduğu belirlenmiştir. Merkez ilçede yüksek kümelenme görülmektedir. En fazla trafik kazalarının meydana geldiği yer olarak tespit edilen yüksek kümelenme alanları; Fetih Caddesi, Ahmet Hilmi Nalçacı Caddesi, Rauf Denктаş Caddesi gibi caddeler örnek

verilebilir. Düşük kümelenme alanlarına örnek; Ankara Caddesi, Karaman Caddesi, Konya-Aksaray Yolu, Konya-Beyşehir Yolu, Hatip Caddesi, Konya-Adana Yolu, Karaman Caddesi'dir.

Konya ilinin merkez ilçeleri olan Selçuklu, Karatay ve Meram'da 2015-2021 yılları arasında gerçekleşen trafik kazaları verileri analiz edildiğinde, en fazla kazanın meydana geldiği ilçe Selçuklu olarak belirlenmiştir. Selçuklu'dan sonra en fazla kazanın meydana geldiği ilçe Karatay olmuştur. Bu ilçeyi Meram ilçesi takip etmektedir.

Trafik kazalarının mekânsal analizinde son olarak kazaların mahallelere göre dağılımları incelenmiştir. Melikşah, Saadet, Übeyit, Dr. Ziya Barlas, Gazi Osman Paşa, Tırlı ırmak, Büyük Sinan, Devri Cedid Mahallesi gibi mahalleler, yoğun kazaların yaşandığı birkaç mahalle olarak sıralanabilir.

Zamansal ve mekânsal olarak trafik kazalarının dağılımının incelenmesinde iki yöntem kullanmıştır. Bunlardan bir tanesi sıcak nokta analizi ve diğeri ise trend analizidir. Sıcak nokta analizinde, kaza sayılarının toplamı ile elde edilen yoğunluk alanları haritalandırılmıştır. Azalan sıcak nokta, kalıcı soğuk nokta, sprodik sıcak nokta ve sprodik soğuk nokta alanları belirlenmiştir. Trend analizinde; trafik kazalarının artma ya da azalma yönündeki eğilimleri belirlemek esastır. Konya ilinin çalışılan üç ilçesinde de trafik kazalarının artış gösterdiği alanlar tespit edilmiştir.

### **Notlar**

<sup>1</sup> Renk skalasında koyu renklere sahip olan aylar trafik kazalarının yoğun yaşandığı dönemleri, açık renkli aylar ise trafik kazalarının az yaşandığı dönemleri göstermektedir.



## Temporal and Spatial Analysis of Traffic Accidents: The Case of Konya City

Zühal Diler\*<sup>a</sup>, Himmet Haybat<sup>b</sup>, Tamer Özlü<sup>c</sup>

Submitted: 27.02.2023

Accepted: 07.07.2023

### EXTENDED ABSTRACT

#### 1. Introduction

Transport; It is defined as the transmission or transportation of people, goods, goods, animals and even news from one place to another. While carrying out this action, transportation provides services by using different transportation vehicles and roads (Tümertekin, 1987; Yardımcıoğlu, 2013).

The increase in the world population also increases the use of transportation vehicles (Haybat and Karakaş, 2020; Özlü et al., 2021). According to the statement made by the World Health Organization; In underdeveloped, poor countries, deaths in traffic accidents are higher than in developed and rich countries (WHO, 2018). Fifty-four percent of the total vehicle amount is located in these countries (Nitin and Adnan, 2006). It is seen that these deaths occur as the most important cause of death in individuals whose average age is between 5 and 29 years. 1,35 million people lose their lives in traffic accidents every year and cause 50 million injuries every year. (Kundakçı, 2014; WHO, 2018).

There is no decrease in traffic accidents in underdeveloped or developing countries. On the contrary, in developed countries, a decrease is observed in traffic accidents (Mohammed et al., 2019). When the countries with the highest number of traffic accidents are evaluated, it is seen that the regions with high population and daily mobility increase with the high population (Levine et al., 1995; Levine and Landis, 1989).

There are many reasons for traffic accidents to occur. These can be listed as driver, passenger, pedestrian, road, vehicle defects, and environment (Dezman et al., 2016; Kuşkan et al., 2019; Li et al., 2020; Okafor et al., 2017; Suphanchaimat et al., 2019; Zou and Vu, 2019).

GIS (Geographic Information System); It can be defined as the combination of hardware, software and methods that perform the digitization, modeling, storage, processing, analysis and display of the data in geographical space, established for solving complex management, planning and

\*Corresponding Author: zuhal\_5252@hotmail.com

<sup>a</sup> Serbest Araştırmacı, Kastamonu/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0002-0028-3085>

<sup>b</sup> Serbest Araştırmacı, İzmir/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0001-6569-6617>

<sup>c</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Samsun/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0002-8847-7967>

organizational problems depending on location and space on earth (Burrough, 1986; Carter, 1989; Chrisman, 1999; Cowen, 1988; Devine and Field, 1986; Goodchild, 2018; Kemp et al., 1992; Parker, 1988; Smith et al., 1987). The concept of GIS, which is used in many studies, emerged in the 1960s (Aronoff, 1989; Peuquet and Marble, 1990; Goodchild, 1992). It has become more common by using it in the computer environment since the 1990s (Marti-Henneberg, 2011; Waters, 2017).

Some of the usage areas of GIS have been widely preferred in many fields recently; urban design, landscape, infrastructure, environmental impact analysis, city planning, local governments, risk management, natural resource management, gas-electricity facilities, migration route planning, transportation, military, forest, hydrology, geology, archeology, biology, history, agriculture mapping, and remote sensing (Gregory and Healey, 2007; Levine and Landis, 1989; Poudel, 2009; Sang and Piovan, 2019; Sonti, 2015; Worrall, 1994; Yeh and Chow, 1996; Yeh, 1991; Yılmaz et al., 2009).

## **2. Study Area**

Konya province is surrounded by Isparta, Afyonkarahisar, Eskişehir from the west, Ankara from the north, Niğde and Aksaray from the east, and İçel, Karaman, and Antalya from the south. The area of the province is 38,873 km<sup>2</sup>. It has the feature of being the province with the largest surface area in Turkey. Its elevation is 1.016 m on average (Konya Provincial Directorate of Culture and Tourism, 2023).

The population in Konya is 2.277.017 as of 2021. Konya is the seventh most populous province of Turkey, and it has 31 districts. Selçuklu, the largest district of the province, has a population of 662 thousand. Meram, the second-largest district, has a population of 344 thousand, and the third-largest district, Karatay, has a population of 338 thousand (TÜİK, 2023).

## **3. Material and Method**

The main data used in the study is the textual data obtained from traffic accident reports. Textual data consist of traffic accident data between the years 2015-2021, considering the time span. It contains year, month, season, day, and hour information on traffic accidents regarding time. In terms of location, traffic accident data cover three central districts of Konya.

Two different programs were used in the GIS environment. These are version 10.8 of ArcGIS and version 2.5 of ArcGIS Pro. In order to perform the analysis considering time, the year, month, season, day, and hour information of traffic accidents were coded into the accident point layer in the database. District, neighborhood, and road layers were created to perform spatial analysis. The road data was downloaded from the OSM (Open Street Map) site and rearranged regarding (Geofabrik, 2022). Another type of data used is land use information. Land use data was rearranged according to the study area and used in the analysis (Copernicus, 2022).

Point density, Anselin Local Moran I and case total tools were used for the analysis of traffic accidents in terms of location. First of all, in order to understand the working logic of the tools, the features of the tools should be explained. Point density tool; It calculates the density of the points in vector data type and gives it in raster format as output data (Ali Haidery et al., 2020; Costache and Popescu, 2013; Cinar and Cermikli, 2019). Another tool used in the research is the case total tool. The

working logic of the total case tool is to collect many points in one place and give weight values according to the number of collected points (Ali et al., 2017; Corso et al., 2015; Kuo et al., 2013; Said et al., 2017). Another tool used to detect traffic accidents is Anselin Local Moran I. The purpose of the tool used is to show in which areas traffic accidents are clustered with the spatial autocorrelation method using linear data (Getis and Ord, 1995). The first tool used to detect accidents in terms of time and space is Emerging Hot Spot Analysis. The purpose of this tool is to output data according to the pattern type of the cluster by using Mann-Kendall statistics (Kendall and Gibbons, 1990; Mann, 1945). The fifth tool used is the Visualize Space Time Cube in 2D in ArcGIS.

## **4. Findings**

### **4.1. Temporal Analysis of Traffic Accidents**

#### *4.1.1. Distribution by Years and Months*

When traffic accident rates are evaluated regarding months in Konya between the years 2015-2021, it is seen that accidents generally increase in spring and summer months and decrease in winter months. It is noteworthy that in the period of 2015-2020, traffic accidents are rare, especially in January and February, and July and August are the months when the most intense traffic accidents occur. Regarding the year 2020, it is seen that there has been a decrease in traffic accident rates throughout the year. The reason behind this was the pandemic period and the travel ban during this period.

#### *4.1.2. Distribution by Seasons*

When the distribution of traffic accidents according to the seasons is examined, it is seen that the season with the highest number of accidents is summer. The season with the least number of accidents is winter. The reason for this situation can be shown as the fact that drivers drive more carelessly in the summer months, and that they drive more carefully due to the weather conditions in the winter season (Özlü et al., 2021; Zerenoglu, 2020).

#### *4.1.3. Distribution by Month*

When the distribution of traffic accidents by months is examined, it is seen that the accidents start to increase in March, April, and May while leaving the winter months, and this increase is followed by the months of June, July, and August, which are the months when the accidents occur the most. The decline, which started in the autumn months of October and November, continues in December, January, and February, which includes the winter months. Although the data for January and February are close to each other, they are the months with the least number of traffic accidents.

#### *4.1.4. Distribution by Days*

When the distribution of traffic accidents according to days is examined, it is understood that although there is not a big difference between the days of the week, it is understood that the accidents usually occur on the weekends. The fact that people are not involved in transportation activities during working hours on weekdays but travel with their personal vehicles on weekends played a role in achieving the current result.



#### *4.1.5. Distribution by Hours*

When the rates of traffic accidents are evaluated on an hourly basis, it is seen that the accidents occur primarily during daylight hours. The distribution rates of the accidents that occurred between 2015-2019, according to the hours, progressed parallel to each other. It is seen that the accidents, which started to increase from 08:00 onwards, occurred between 12:00 and 19:59 hours at the most. Accidents, which increased with the start of working hours, continued to be experienced due to traffic density. The hours with the least number of accidents were determined as 00:00 and 07:59.

#### *4.2. Spatial Analysis of Traffic Accidents*

In the city center of Konya, between 2015 and 2021, the areas where traffic accidents occurred the most were determined. The area, which is the center of the province, which is the intersection point of Karatay, Selçuklu, and Meram, which are the districts of Konya, is the place where the most accidents are seen.

#### *4.3. Spatial-Temporary Analysis of Traffic Accidents*

The traffic accidents occurring in Konya were evaluated according to land use. According to the data obtained, it is seen that many accidents have occurred on the streets in the central location, where there are shopping malls, hospitals, parks, cemeteries, schools, various restaurants and trade centers nearby, where settlements throughout the province are concentrated, and especially at junction points.

### **5. Discussion and Conclusion**

In the research carried out, the distribution of traffic accidents that occurred in the Karatay, Meram, and Selçuklu districts of Konya province in the years 2015-2021 was examined. The distribution of accidents; is analyzed under three main headings: temporal, spatial, and temporal-spatial.

The data used were obtained from the Traffic Branch Directorate. Among these data, the coordinates and time data where the accidents occurred were used. The results obtained were interpreted in terms of temporal and spatial dimensions by using the GIS mapping program.

As temporal of accidents, year, season, month, day, and hour data were used. District, neighborhood, and street data were used as spatial. The distribution of traffic accidents, which has been examined according to years, seasons and months, has also been examined. As a result of the examination, it was determined that the lowest accident occurred in the winter months, and the highest number of accidents occurred in the summer months.

When the traffic accident data between 2015-2021 in Selçuklu, Karatay, and Meram, which are the central districts of Konya province, were analyzed, it was determined that the district with the highest number of accidents was Selçuklu. After Selçuklu, the district with the highest number of accidents was Karatay; this district is followed by Meram district.

## References/ Referanslar

- Ali Haidery, S., Ullah, H., Khan, N. U., Fatima, K., Rizvi, S. S., Kwon, S. J. (2020). Role of big data in the development of smart city by analyzing the density of residents in Shanghai. *Electronics*, 9 (5), 837. doi: 10.3390/electronics9050837.
- Ali, R., Khan, M. R., Mehmood, H. (2017). Incidence of violence risk mapping using GIS: A case study of Pakistan. *Journal of Geographic Information System*, 9, 623-636. doi: 10.4236/jgis.2017.96039.
- Aronoff, S. (1989). Geographic information systems: A management perspective. *Geocarto International*, 4 (4), 58-58. doi: 10.1080/10106048909354237.
- Burrough, P. A. (1986). Principles of geographical information systems for land resources assessment. *Geocarto International*, 1 (3), 54. [https://webapps.itc.utwente.nl/librarywww/papers\\_2009/general/principlesgis.pdf](https://webapps.itc.utwente.nl/librarywww/papers_2009/general/principlesgis.pdf) adresinden alınmıştır.
- Carter, J. R. (1989). On Defining the Geographic Information System. In W. J. Ripple (Ed.), In *Fundamentals of Geographic Information Systems: A Compendium* (pp. 3-7). Falls Church, Va: American Society of Photogrammetry and Remote Sensing.
- Chrisman, N. R. (1999). What does "GIS" mean? *Transactions in GIS*, 3 (2), 175-186. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/1467-9671.00014> adresinden alınmıştır.
- Cinar, H. S., Cermikli, B. (2019). Point density analysis with cognitive mapping technique: Istanbul-Historical City Center. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28: 9192-9199. [https://www.prt-parlar.de/download\\_feb\\_2019/](https://www.prt-parlar.de/download_feb_2019/) adresinden alınmıştır.
- Copernicus (2022). 15 Aralık 2022 tarihinde <https://land.copernicus.eu/local/urban-atlas/urban-atlas-2018> adresinden alınmıştır.
- Corso, A. J., Leroy, G., Alsusdais, A. (2015). Toward predictive crime analysis via social media, big data, and GIS, and GIS spatial correlation. In iConference 2015'te sunulmuştur. Newport Beach. CA, USA. <https://core.ac.uk/download/pdf/158298943.pdf> adresinden alınmıştır.
- Costache, R., Popescu, C. (2013). The touristic accessibility in the Hunedoara County in terms of road network. *Geographia Technica*, 8, 1-12. [http://technicalgeography.org/pdf/2\\_2013/01\\_costache.pdf](http://technicalgeography.org/pdf/2_2013/01_costache.pdf) adresinden alınmıştır.
- Cowen, D. J. (1988). GIS versus CAD versus DBMS: What are the difference? *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54, 1551-1555. [https://www.asprs.org/wp-content/uploads/pers/1988journal/nov/1988\\_nov\\_1551-1555.pdf](https://www.asprs.org/wp-content/uploads/pers/1988journal/nov/1988_nov_1551-1555.pdf) adresinden alınmıştır.
- Devine, H. A., Field, R. C. (1986). The gist of GIS. *Journal of Forestry*, 84 (8), 17-22.
- Dezman, Z., De Andrade, L., Vissoci, J. R., El-Gabri, D., Johnson, A., Hirshon, J. M., Staton, C. A. (2016). Hotspots and causes of motor vehicle crashes in Baltimore, Maryland: A geospatial analysis of five years of police crash and census data. *Injury*, 47: 2450-2458. doi: 10.1016/j.injury.2016.09.002.
- Geofabrik (2022). 28 Aralık 2022 tarihinde <https://download.geofabrik.de/europe/turkey.html> adresinden alınmıştır.
- Getis, A., Ord, J. (1995). *Local Spatial Autocorrelation Statistics: Distributional Issues and an Application*. State University Press, 27. doi: 10.1111/j.1538-4632.1995.tb00912.x
- Goodchild, M. F. (1992). Geographical information science. *International Journal of Geographical Information Systems*, 6 (1), 31-45. doi: 10.1080/02693799208901893
- Goodchild, M. F. (2018). Reimagining the history of GIS. *Annals of GIS*, 24 (1), 1-8. doi: 10.1080/19475683.2018.1424737
- Gregory, I. N., Healey, R. G. (2007). Historical GIS: Structuring, mapping and analysing geographies of the past. *Progress in Human Geography*, 31 (5), 638-653. doi: 10.1177/0309132507081
- Haybat, H., Karakaş, E. (2020). Relationship between daily activity areas and traffic accidents in İzmir city. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*, 42, 429-454. doi: 10.32003/igge.670506
- Kemp, K. K., Goodchild, M.F., Dodson (1992). Teaching GIS in Geography. *The Professional Geographer*, 44 (2), 181-191. doi: 10.1111/j.0033-0124.1992.00181.x
- Kendall, M. G., Gibbons, J. D. (1990). *Rank correlation methods*. London: Oxford University Press.

- Kundakcı, E. (2014). Identification of traffic accident hot spots and their characteristics in urban area by using GIS. (Master's Thesis, Middle East Technical University, Geodetic and Geographic Information Technologies, Ankara).
- Kuşkapan, E., Alemdar, K. D., Kaya, Ö., Çodur, M. Y. (2019). Traffic accidents caused by pedestrians in Turkey. *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, 9 (1), 118-126. doi: 10.7708/ijtte.2019.9(1).09.
- Kuo, P., Lord, D., Walden, T. D. (2013). Using geographical information systems to organize police patrol routes effectively by grouping hotspots of crash and crime data. *Journal of Transport Geography*, 30, 138-148. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2013.04.006.
- Levine, N., Kim, K., Nitz, L. (1995). Spatial analysis of Honolulu motor vehicle crashes: Part I: Spatial patterns. *Accident Analysis and Prevention*, 27 (5), 663-674. doi: 10.1016/0001-4575(95)00017-t.
- Levine, J. Landis, J. D. (1989). Geographic information systems for local planning. *Journal of the American Planning Association*, 55, 209-220.
- Li, Y., Abdel-Aty, M., Yuan, J., Cheng, Z., Lu, J. (2020). Analyzing traffic violation behavior at urban intersections: A spatiotemporal kernel density estimation approach using automated enforcement system data. *Accident Analysis and Prevention*, 141, 105-509. doi: 10.1016/j.aap.2020.105509.
- Mann H. B. (1945). Nonparametric tests against trend. *Econometrica*, 13, 245-59. doi: 10.2307/1907187.
- Marti-Henneberg, J. (2011). Geographical information systems and the study of history. *Journal of Interdisciplinary History*, 42 (1), 1-13. doi: 10.1162/JINH\_a\_00202.
- Mohammed, A. A., Ambak, K., Mosa, A. M., Syamsunur, D. (2019). A review of the traffic accidents and related practices worldwide. *The Open Transportation Journal*, 13, 65-83. doi: 10.2174/1874447801913010065.
- Nitin, G., Adnan, A. H. (2006). Exploring the relationship between development and road traffic injuries: A case study from India. *European Journal of Public Health*, 16 (5), 487-491. doi: 10.1093/eurpub/ckl031.
- Okafor, K., Azuike, E., Okojie, P. (2017). The causes and prevalence of road traffic accidents amongst commercial long distance drivers in Benin City, Edo State, Nigeria. *Nigerian Journal of Medicine*, 26 (3), 220-230. doi: 10.4103/1115-2613.278844.
- Öztlü, T., Haybat, H., Zerenoglu, H. (2021). Temporal and spatial analysis of traffic accidents: The case of Eskişehir City. *International Journal of Geography Education (IGGE)*, 43, 136-158. doi: 10.32003/igge.746447.
- Parker, H. D. (1988). The unique qualities of a geographic information system: A commentary. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54 (11), 1547-1549. [https://www.asprs.org/wp-content/uploads/pers/1988journal/nov/1988\\_nov\\_1547-1549.pdf](https://www.asprs.org/wp-content/uploads/pers/1988journal/nov/1988_nov_1547-1549.pdf) adresinden edinilmiştir.
- Peuquet, D. J., Marble, D. F. (1990). *Introductory Readings in Geographic Information Systems*. USA: Taylor & Francis. doi: 10.1201/b12579.
- Poudel, K. (2009). Application of geographic information systems in the geographical research. *The Third Pole*, 5 (7), 37-42. doi: 10.3126/ttp.v5i0.1951.
- Said, S. N. B. M., Zahran, E. M. M., Shams, S. (2017). Forest fire risk assessment using hotspot analysis in GIS. *The Open Civil Engineering Journal*, 11, 786-801. doi: 10.2174/1874149501711010786.
- Sang, K., Piovani, S. E. (2019). The application of GIS in railway heritage management: The case of Yunnan-Vietnam Railway. *29th International Cartographic Conference*. Tokyo, Japan. doi: 10.5194/ica-proc-2-110-2019.
- Smith, T. R., Menon, S., Starr, J. L. Estes, J. E. (1987). Requirements and principles for the implementation and construction of large-scale geographic information systems. *International Journal of Geographical Information Systems*, 1, 13-31. doi: 10.1080/02693798708927790.
- Sonti, S. (2015). Application of geographic information system (GIS) in forest management. *Journal of Geography & Natural Disasters*, 5, 145. doi: 10.4172/2167-0587.1000145.
- Suphanchaimat, R., Sornsrivichai, V., Limwattananon, S., Thammawijaya, P. (2019). Economic development and road traffic injuries and fatalities in Thailand: An application of spatial panel data analysis, 2012-2016. *BMC Public Health*, 19 (1), 1449. doi: 10.1186/s12889-019-7809-7.
- Tümertekin, E. (1987). *Ulaşım Coğrafyası*. İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Waters, N. (2017). *The International Encyclopedia of Geography*. New York: John Wiley & Sons.

- Worrall, L. (1994). The role of GIS-Based spatial analysis in strategic management in local government. *Comput. Environ. And Urban Systems*, 18 (5), 323-332. doi: 10.1016/0198-9715(94)90014-0.
- Yardımcıoğlu, F. (2013). *Ulaşım Hizmetleri (Kamu Hizmetleri Perspektifi)*. Bursa: Dora Yayıncılık.
- Yeh, A. G. (1991). The development and applications of geographic information systems for urban and regional planning in the developing countries. *International Journal of Geographical Information Systems*, 5, 5-27. doi:10.1080/02693799108927828.
- Yeh, A. G., Chow, M. H. (1996). An integrated GIS and location-allocation approach to public facilities planning. *Computers, Environment and Urban Systems*, 20, 339-350. doi: 10.1016/S0198-9715(97)00010-0.
- Yılmaz, İ., Erdoğan, S., Baybura, T., Güllü, M., Uysal, M. (2009). Coğrafi bilgi sistemi yardımıyla trafik kazalarının analizi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7, 135-150. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/18586> adresinden alınmıştır.
- Zerenoğlu, H. (2020). *Trafik kazalarının mekânsal analizi: Eskişehir örneği*, (Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Samsun). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden alınmıştır.
- Zou, X., Vu, H. L. (2019). Mapping the knowledge domain of road safety studies: A scientometric analysis. *Accident Analysis and Prevention*, 132: 105-243. doi: 10.1016/j.aap.2019.07.019.
- <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Karayolu-Trafik-Kaza-Istatistikleri-2021-45658>
- <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Nufus-ve-Demografi-109>
- <https://konyakultur.gov.tr/>
- <https://www.who.int/>
- Konya İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü (2023). <https://konyakultur.gov.tr> (03.01.2023)
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) (2023). <https://www.tuik.gov.tr> (02.01.2023)
- WHO (World Health Organization) (2018). <https://www.who.int> (19.12.2022)



# Gölbaşı Havzası Turbalıklarının Alansal ve Zamansal Değişimi, Adıyaman/ Türkiye<sup>1</sup>

*The spatiotemporal changes of the Gölbaşı Basin peatlands, Adıyaman/ Türkiye*  
Merve Sandıkçioğlu<sup>\*a</sup>, Ali Uzun<sup>b</sup>

## Makale Bilgisi

Araştırma Makalesi

DOI:

10.33688/aucbd.1279642

Makale Geçmişi:

Geliş: 08.04.2023

Kabul:23.06.2023

Anahtar Kelimeler:

Turbalık

Sulak alan

Alansal-zamansal değişim

Gölbaşı

Adıyaman

## Öz

Turbalar, suya doğgun asidik ortamlarda çürümüş bitki kalıntılarının birikmesiyle oluşan organik malzemelerdir. Turbalar tarım, yakacak, ısı yalıtımı, ormanlık, tıp ve tekstil gibi farklı alanlarda kullanılmaktadır. Turbalıklar biyoçeşitlilik açısından zengin mikroiklim alanları olmaları ve paleocoğrafik verileri kaydetmeleri açısından önemlidir. Bu çalışmada, Gölbaşı Havzası turbalıklarının alansal ve zamansal değişimi incelenmiştir. Çalışma, büyük ölçüde saha çalışmalarına dayalı olarak hazırlanmıştır. Ayrıca turba alanlarının zamansal değişimini belirlemek amacıyla 1984, 2000, 2020 yıllarına ait Landsat uydu verilerinden, 1973, 1985, 1999 ve 2020 yıllarına ait ortofotolardan, GoogleEarth görüntülerinden ve güncel drone çekimlerinden faydalanılmıştır. Analizler ve verilerin görselleştirilmesinde ArcGIS 10.3.1 yazılımı kullanılmıştır. Çalışmada Gölbaşı Havzası turbalıklarının 1973 yılında 1540,64 hektar olduğu, 2020 yılında 897,22 ha'hektara gerilediği ve bu dönemde alansal daralmanın %41,76'ya ulaştığı belirlenmiştir. Turbalıkların alansal ve zamansal değişiminde turba madenciliği, tarımsal faaliyetler ve drenaj kanalı açılması etkili olmuştur. Bu verilerin havza yönetim planının hazırlanmasında dikkate alınması, turbalıklardan sürdürülebilir yararlanma açısından önemlidir.

## Article Info

Research Article

DOI:

10.33688/aucbd.1279642

Article History:

Received: 08.04.2023

Accepted: 23.06.2023

Keywords:

Peatland

Wetland

Spatiotemporal change

Gölbaşı

Adıyaman

## Abstract

Peats are organic materials formed by accumulating decayed plant residues in acidic environments saturated with water. Peats are used in different fields such as agriculture, fuel, thermal insulation, forestry, medicine and textiles. Peatlands are important as they are microclimatic areas rich in biodiversity and record paleogeographic data. In this study, the spatial and temporal changes of the Gölbaşı Basin peatlands were investigated. The study is largely based on field work. In addition, Landsat satellite data of 1984, 2000, 2020, orthophotos of 1973, 1985, 1999 and 2020, Google Earth images and current drone footage were used to determine the temporal variation of peat areas. ArcGIS 10.3.1 software was used for the analysis and visualization of the data. In this study, it was determined that the Gölbaşı Basin peatlands were 1540.64 hectares in 1973, which decreased to 897.22 hectares in 2020, and the areal shrinkage reached 41.76% in this period. Peat mining, agricultural activities and the opening of drainage channels have been effective in the spatial and temporal change of peatlands. Considering these data in the preparation of the watershed management plan is important in terms of sustainable use of peatlands.

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: mervesandikcioglu@siirt.edu.tr

<sup>a</sup> Siirt Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Siirt/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-7029-6156>

<sup>b</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Samsun/Türkiye <https://orcid.org/0000-0003-3854-2780>

## 1. Giriş

Turba (peat veya mire) veya torf, asitliği yüksek, oksijenin yetersiz olduğu suyla doymun ortamlarda ölü ve çürümüş bitki kalıntılarında oluşan organik malzemelerdir (Parish vd., 2008: 1; Tırlı, 2006: 24). Turba oluşumlarının bulunduğu alanlara turbalık denmektedir. Su, bitki örtüsü ve turbalar ortamdan kaldırılırsa veya bu bileşenler arasındaki denge bozulursa turbalıkların doğası tamamen değişebilir (Parish vd., 2008: 1). Oluşumu devam eden turbalıklara canlı turbalık (mire) denir; ayrıca oluşumu devam eden (mire) veya etmeyen turbalıklardan (peatland) da söz etmek mümkündür (Joosten ve Clarke, 2002: 24). Su seviyesi turba oluşumunu kontrol eden en önemli faktördür. Su seviyesi çok düşük olduğunda bitki kalıntıları birikime izin vermeyecek kadar hızlı bozulmaktadır; çok yüksek olduğunda ise bitki üretimi engellenmektedir (Parish vd., 2008: 10). Turbalıklar çevrelerinden daha yüksekte bulunan, yağışlarla beslenen ve mineral madde bakımından fakir olan yüksek turbalıklar (bog) ile yağış, yüzey suları ve taban suyuyla beslenen, besin maddelerince zengin olan ve çevresine göre daha alçakta bulunan alçak turbalıklar (fen) olarak iki ana türe ayrılmaktadır (Çolak ve Günay, 2011). Bunlardan Ağaçbaşı, Barma, Yılanlıtaş Yaylası (Trabzon), Çağırankaya (Rize), Sazak (Artvin) Ciğer gölü (Çanakale) turbalıkları yüksek (Alpin, *Sphagnum*) turbalıklardır (Kırmacı, 2017; Kırmacı vd., 2019). Aynı zamanda farklı besin maddeleri ve asitlik derecelerine göre ekolojik turbalıklar ayrılmaktadır. Bunlar hidrojenetik turbalık tipleri başlıklarında incelenmektedir (Joosten ve Clarke, 2002: 26). Türkiye’de turbalıklar yüksek dağ (alpin) turbalıkları, geçiş turbalıkları ve alçak turbalıklardan oluşmaktadır (Çolak ve Günay, 2011: 182). Gölbaşı Havzası’ndaki turbalıklar ise yağış, yüzey suyu ve taban suyu ile beslenmeleri, çevresine göre alçakta olmaları ve kimyasal özellikleri nedeniyle alçak turbalıklar grubuna dâhil edilmiştir.

Turbalar dünyanın pek çok yerinde ve ülkemizde çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır. Turba, ormanlar bakımından fakir olan İskoç, Norveç ile Almanya, İrlanda ve Rusya gibi ülkelerde yakacak, enerji ve su ısıtma amacıyla kullanılmıştır (Fındıklı, 1997: 17; Sjörs, 1980: 306). Türkiye’de de turbalar yakacak olarak kullanılmaktadır. Örneğin Gâvur Gölü (Kahramanmaraş), Ağaçbaşı yaylası (Sürmene/ Trabzon), Sorgun yaylası (Osmaniye), Binpınarlar (Karakoçan/ Erzurum) turbalarını insanlar yazın kesekler halinde kesip kurutmakta ve kışın yakacak olarak kullanmakta ve “turba tezeği” olarak adlandırmaktadır (Çolak ve Günay, 2011: 233). Turbalardan yapılan briketlerin köy evlerinde iki duvar arasına konularak ısı ve ses izolasyonu sağlamakta kullanıldığı, ayrıca rutubetin önlenmesi için ahır tabanlarına serildiği, meyve ve yumurta gibi gıdaların naklinde kullanıldığı da kayda geçmiştir (Karamanoğlu, 1961: 76). Turbalar günümüzde tarım, enerji üretimi, ticari ormancılık, endüstri, golf ve spor sahaları, peyzaj alanları, organik gübre yapımı gibi alanlarda da kullanılmaktadır (Çolak ve Günay, 2011: 234; URL - 1). Bunların yanı sıra turbalar alkollü içecekler, balneoloji (banyo ile tedavi), tıp ve tekstil alanlarında kullanılmaktadır. Ayrıca bu kullanımlar alt iş kollarını destekleyerek geçim tipi ekonomik faaliyet imkânı sunmaktadır (Joosten ve Clarke, 2002).

Geniş kullanım alanlarına sahip olmaları nedeniyle dünyada yaygın olarak turba üretimi ve ticareti gerçekleştirilmektedir. Türkiye’de kullanımına paralel olarak turba üretimi geçmişten günümüze artış göstermiştir. 2021 yılında 115 bin ton turba üretilmiştir (TÜİK, 2022a). Ancak Türkiye’de üretim, ihtiyacı karşılamadığından turba ithalatı yapılmaktadır. Turbalar tarımda kullanılan turba, tarımda kullanılan aglomera turba, diğer turba ve turba döküntüleri vb. şeklinde çeşitli

ülkelerden ithal edilmektedir (TÜİK, 2022b). Kullanım amacına göre en fazla tarımda kullanılan turba ithalatı yapılmaktadır. 2021 yılında tarımda kullanılan turba ithalatı toplam turba ithalatının %68'ini oluşturmuştur. Turba ithal edilen ülkelerin başında Letonya, Estonya, Litvanya, Finlandiya, Beyaz Rusya ve Almanya gelmektedir (TÜİK, 2022b). Öte yandan Türkiye, turba ithal etmesine karşın tarımsal kullanım amacıyla turba ihraç etmektedir. Türkiye'nin toplam ihracat miktarı geçmişten günümüze artmakta olup 2021 yılı itibarıyla 7.739 tona ulaşmıştır. En fazla ihracatın gerçekleştiği ülkelerin başında Irak, Kıbrıs ve Suriye gelmektedir (Trade Map, 2022).

Çok yönlü kullanımlarının dışında ayrı bir ekosistem olan turbalıklar, biyoçeşitlilik oluşturma ve diğer ekosistemlerin biyoçeşitliliğini destekleme fonksiyonlarına da sahiptir (Bragg ve Lindsay, 2003). Turbalıklar, bazı akarsuların kaynakları olmaları, mikroiklim oluşturmaları; belli türlere yaşam alanı olmaları ve türler açısından kalıcı veya geçici sığınma alanları oluşturmaları gibi özellikleriyle önemlidir (Minayeva ve Sirin, 2012: 165-168). Ayrıca turbalıklar bölgesel vejetasyon değişimi, kirlilik, iklim değişikliği, süksesyon ve insan etkilerinin izlendiği doğa ve kültür tarihi müzeleri olarak da tanımlanmaktadır (Çolak ve Günay, 2011: 22, 250). Turbalıklar, sera gazlarından biri olan metan gazının (CH<sub>4</sub>) kaynaklarından biridir. Turbalıklar aynı zamanda karbondioksit (CO<sub>2</sub>) yutak alanlarıdır (Tırlı, 2006: 35). Yerel olarak büyük ölçüde farklılık gösterse de yıllık turba birikimi 0.5 – 1 mm arasında değişmekte; turbalıklarda km<sup>2</sup>'de yaklaşık 10 ila 40 ton arasında karbon depolanmaktadır (Çolak ve Günay, 2011: 50). Tüm bu önemli özellikleri nedeniyle turbalıkların yönetiminde bir çevresel ekosistem yaklaşımına ihtiyaç vardır (Minayeva ve Sirin, 2012: 164).

Turbalıklar, turba oluşumuna uygun koşulların olduğu akarsu havzaları, kıyıları, göl çevreleri, yüksek dağlardaki krater gölleri içlerinde oluşabilir (Parish vd., 2008: 2). Turbalıklar dünyada alansal olarak en fazla Rusya, Kanada, ABD, Endonezya gibi turba oluşumuna elverişli ortam koşullarının bulunduğu ülkelerde görülmektedir. Türkiye'de sınırlı alan kaplayan bu ekosistemler tarımsal amaçlı kullanımları, ticari ormancılık faaliyetleri, torf çıkarımı gibi nedenlerle yok olma tehlikesiyle karşı karşıyadır. Nitekim Türkiye'deki turbalıkların %85'i bozulmuş ve turbalıklar 24.000 hektardan 3000 hektara gerilemiştir (Hoş-Çebi ve Korkmaz, 2015: 155).

Turbalıkların oluşum koşullarının incelenmesi, dağılışı haritalarının yapılması, bu dağılışı etkileyen faktörlerin belirlenmesi, yüzölçümlerinin hesaplanması, karbon stoklarının tahmin edilmesi, zamansal ve alansal değişimlerinin izlenmesi turbalıklardan sürdürülebilir yararlanma açısından önemlidir. Bu nedenlerle turbalıklar dünyada farklı disiplinlerden bilim insanlarının çalışmalarına konu olmuştur. Örneğin, turbalıkların alansal dağılışı (Montanarella vd., 2006); turbalıkların bitki örtüsünün değişimi (O'Connell vd., 2014); örtü turbalıklarının restorasyonunda kullanılan teknikler ve bunların turbalık ekosistemleri üzerindeki etkileri (Parry vd., 2014); turbalıkların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin incelenmesi (Kowalczyk-Juško vd., 2016; Paleckiene vd., 2021), turba erozyonu süreçleri (Li vd., 2018) gibi pek çok konu çalışılmıştır.

Türkiye'de de turbalıkların fiziksel, kimyasal özellikleri ve bunların yetişme ortamı açısından değerlendirilmesi, sınıflandırılması, oluşum koşullarının belirlenmesi ve yıllık birikim oranlarının tespit edilmesini konu alan çalışmalar yapılmıştır (Çaycı vd., 2011; Dengiz vd., 2009; Hoş-Çebi ve Korkmaz, 2015; Kahraman ve Güçlü, 2001). Ayrıca *Sphagnum* yosun turbalıklarının dağılımı ve

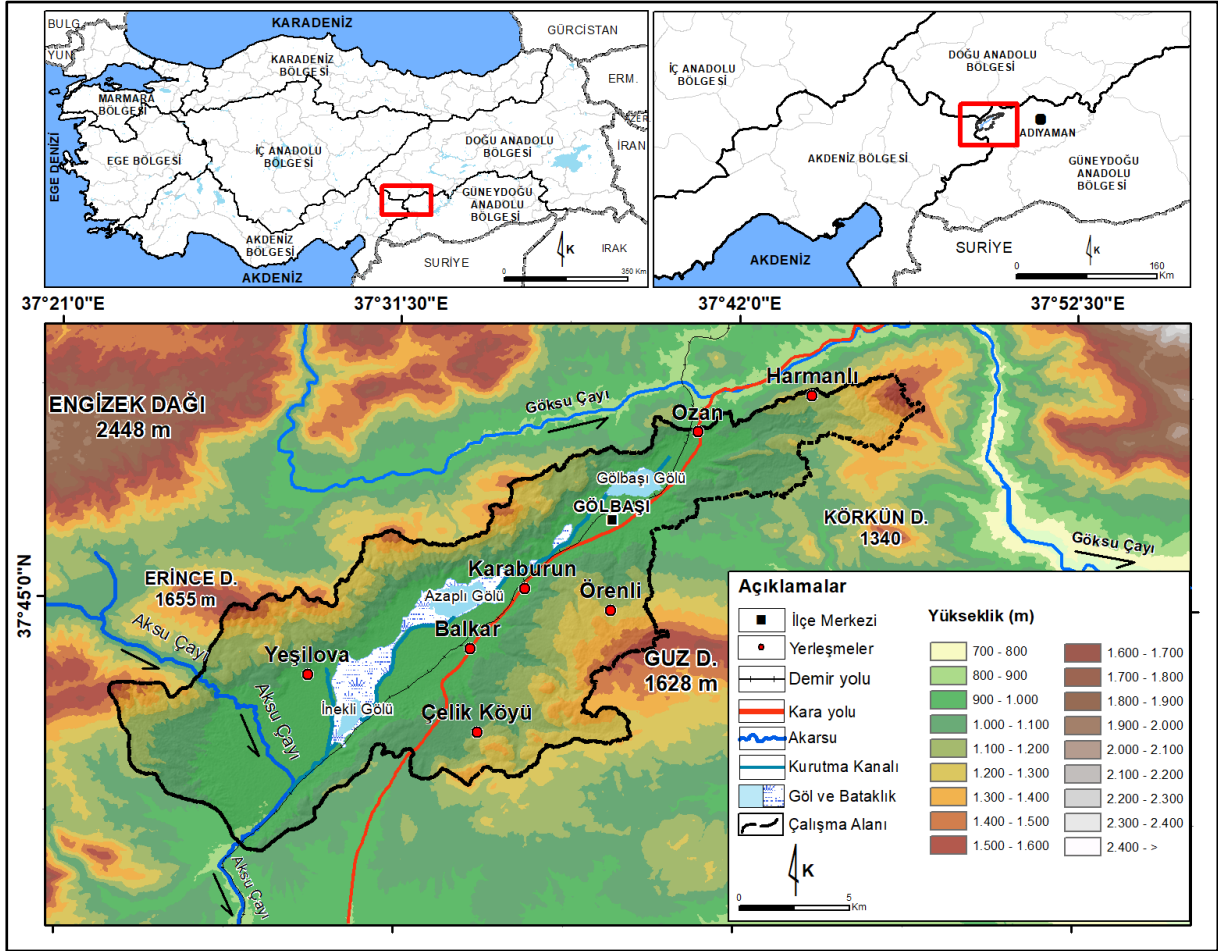
biyoçeşitliliği, karbondioksit salımları, arazi kullanımı/ örtüsündeki değişmelerini (Aslan–Sungur vd., 2016; Evrendilek vd., 2011; Kırmacı, 2017; Kırmacı vd., 2019); paleoiklim, paleovejetasyon ve paleohidrolojik koşulların rekonstrüksiyonu ve doğal ortam üzerindeki insan etkisini (Makaroğlu vd., 2022; Öner, 2009; Payne vd., 2008) ele alan çalışmalara da rastlanmıştır. Bu konudaki çalışmaların daha çok Yeniçağa Gölü ve Turbalığı (Aslan–Sungur vd., 2016; Dengiz vd., 2009; Evrendilek vd., 2011) ile Ağaçaş Yaylası Turbalıklarına (Hoş–Çebi ve Korkmaz, 2015; Payne vd., 2008) odaklandığı görülmüştür. Bunun dışında Dumlu, Sığırlı (Erzurum), Göle (Ardahan), Danamandıra (İstanbul), Akgöl (Sakarya) ve Ciğer Gölü (Kazdağı) çalışılan diğer göllerdir (Çaycı vd., 2011; Kahraman ve Güçlü, 2001; Makaroğlu vd., 2022; Öner, 2009). Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) üzerinde yer alan Gölbaşı Havzası gerek tektonik gerek morfolojik ve gerekse bitki örtüsü açısından önemli bir alanda bulunmaktadır. Bu nedenle saha paleovejetasyon, tektonik, morfolojik ve bitki örtüsü özellikleri açısından pek çok çalışmaya konu olmuştur (Gürbüz vd., 2007; İmamoğlu, 1993; Korkmaz vd., 2008; Tel ve Eğilmez, 2015; van Zeist vd. 1970). Buna karşılık, bu çalışmanın konusunu oluşturan Gölbaşı Havzası turbalıklarıyla ilgili literatür son derece sınırlıdır (Çolak ve Günay, 2011; Gürbüz vd., 2007; van Zeist vd., 1970). Bu çalışma Gölbaşı turbalıklarının alansal değişimini konu alan ilk ayrıntılı çalışmadır. Çalışmanın ön bulguları daha önce bildiri olarak yayımlanmıştır (Sandıkçıoğlu ve Uzun 2022).

Gölbaşı Havzası turbalıkları Türkiye'nin önemli turba işletim alanlarından biridir. Bu çalışmanın amacı, Gölbaşı Havzası (Adıyaman) turbalıklarının 1973-2020 yılları arasındaki alansal ve zamansal değişimini sebepleriyle birlikte incelemektir. Yapılan analizler neticesinde Gölbaşı Havzası turbalıklarının 1973 yılında 1540,64 ha olduğu; 2020 yılında 897,22 ha'ya gerilediği ve alansal daralmanın %41,76'ya ulaştığı belirlenmiştir. Bu daralmanın %73'ünün kurutma, %27'sinin ise turba madenciliği nedeniyle meydana geldiği anlaşılmıştır. Bu verilerin havza yönetim planının hazırlanmasında dikkate alınması, turbalıklardan sürdürülebilir yararlanma açısından önemlidir.

### 1.1. Çalışma Sahasının Yeri ve Sınırları

Çalışmaya konu olan Gölbaşı Havzası, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Orta Fırat Bölümü'nde yer almaktadır. Havza batıdan Akdeniz Bölgesi, kuzeyden ise Doğu Anadolu Bölgesi ile komşudur. İdari yönden ise, büyük kısmıyla Adıyaman ilinin Gölbaşı ilçesi sınırları içinde yer almaktadır. Ancak güneybatıdaki küçük bir bölümü Kahramanmaraş ilinin Çağlayancerit ilçesine bağlı Bozlar ve Bayırlı mahalleleri ile Pazarcık ilçesine bağlı Göynük Mahallesi sınırları içinde kalmaktadır (Şekil 1). Gölbaşı Havzası yaklaşık kuzeydoğu-güneybatı yönünde uzanmakta ve oluşumunda DAFZ etkili olduğu anlaşılmaktadır. Havza içerisinde DAFZ'ye bağlı olarak meydana gelmiş Gölbaşı, Azaplı ve İnekli (Çelik) gölleri bulunmaktadır. Havzanın 2.079,79 ha'lık bölümü 28.05.2008 tarihinde Gölbaşı Gölleri Tabiat Parkı ilan edilmiştir.





Şekil 1. Çalışma sahasının lokasyonu.

## 1.2. Dünya’da ve Türkiye’de Turbalıkların Dağılışı

Turbalıklar dünyadaki kara yüzeylerinin %2.84’ünü (4.23 milyon km<sup>2</sup>) kaplamakta (Xu vd., 2018: 135) ve ekvatorial kuşaktan boreal kuşağa, deniz seviyesinden yüksek dağlık alanlara kadar dünyanın hemen her yerinde bulunmaktadır (Joosten ve Clarke, 2002). Ancak turbalıkların oluşumu düşük sıcaklık, düşük evapotranspirasyon ve yüksek yağışın olduğu kuzey ülkelerinde yaygındır (Çolak ve Günay, 2011). Oluşumlarının büyük ölçüde iklim tarafından belirlendiği düşünüldüğünde en geniş turbalık alanlara sahip ülkelerin başında Rusya (1.366.167 km<sup>2</sup>), Kanada (1.132.614 km<sup>2</sup>), ABD (197.841 km<sup>2</sup>) ve Endonezya (148.331 km<sup>2</sup>) gelmektedir (Xu vd., 2018: 137). Bu alanlar dünyadaki turbalıkların %67’sini oluşturmaktadır. Küresel ölçekte turbalık alanların %50’si tarım, %30’u ormancılık ve % 10’u torf üretimi nedeniyle yok olmaktadır (Çolak ve Günay, 2011: 173).

Turbalıkların dünya ölçeğinde dağılım alanları dikkate alındığında orta kuşakta yer alan Türkiye’de turba varlığı sınırlıdır. Türkiye’nin toplam turba alanı 1998 yılı Dünya Enerji Konseyi istatistiklerinde 560 km<sup>2</sup> olarak bildirilmiştir (TÜSİAD, 1998: 64). Ancak Çolak ve Günay (2011: 168), Türkiye’de canlı turbalıkların 3 km<sup>2</sup>, ölü turbalık 250 km<sup>2</sup> olmak üzere toplamda turbalıkların 253 km<sup>2</sup> alan kapladığını ifade etmiştir. Turbalıkların korunması ve sürdürülebilir kullanımı için alansal değişimlerinin izlenmesi, bu değişimin sebep ve sonuçlarının ortaya konması önemlidir.

Çolak ve Günay (2011), Türkiye'nin turbalıklarını toplamda 87 farklı alanda canlı, minyatür, turbamsı oluşumlar ve yok olmuş/gömülü turbalıklar olarak sınıflandırmıştır. Bunlardan Ağaçaş, Barma, Yaylası (Trabzon), Yeniçağa, Gölbaşı Gölleri, Göle, Karaçoban–Binpınar ile Gölbaşı (Adıyaman) turbalıkları oluşumu devam eden canlı turbalıklar (mire) olarak gösterilmiştir. Altıntaş (Kütahya) ve Amik (Hatay) ovaları ise yok edilmiş veya gömülü turbalıklar olarak sınıflandırılmıştır (Çolak ve Günay, 2011). Turbalıklar yoğun insan faaliyetleri nedeniyle canlılıklarını kaybetmekte ve yok olmaya yüz tutmaktadırlar. Ancak koruma önlemleri ve iyileştirme çalışmalarıyla turbalıklar özgün özelliklerini geri kazanabilir. Bu nedenle Türkiye'deki bu ve bunun gibi pek çok turbalıklara ait bilgiler güncellenebilir bir veri tabanı oluşturularak izlenmelidir.

## 2. Malzeme ve Yöntem

Bu çalışma büyük oranda saha çalışmalarına dayanmaktadır. Ayrıca çalışmada coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama teknikleri de kullanılmıştır. Çalışma sürecinde gezi–gözlem–fotoğraflama yapılmıştır; yöre halkı, torf çıkaran işletme ve işçilerle yarı yapılandırılmış görüşme gerçekleştirilmiştir (Çizelge 1)<sup>2</sup>. Ayrıca raporlar, internet siteleri ve kurumlardan elde edilen verilerden de yararlanılmıştır. Çalışma sahasındaki turba ve turba çıkarımı ile ilgili tüm verilere T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, literatür ve internet sitelerinden ulaşılmıştır.

Çizelge 1. Katılımcılar ile ilgili bilgiler.

Katılımcı	Yaşı	Eğitim durumu	Mesleği	Yerleşim yeri
K1	40		Torf işletme sahibi	Bolu
K2	54	Lise	Muhtar	Tecirli mezrası, Çataltepe köyü
K3	53	İlkokul	Çiftçi, Bekçi	Yeşilova köyü
K4	35	Lise	Çiftçi	Yeşilova köyü
K5	60	İlkokul	Çiftçi, emekli	İstasyon mezrası, Çelik köyü
K6	51	İlkokul	Mekanikçi, işçi	Gölbaşı

Çalışma sahasının iklim verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Çalışmada 900 m yükseltideki Gölbaşı (Adıyaman) Meteoroloji istasyonunun (37,7867 K, 37, 6532 D) 1986-2021 dönemine ait ortalama sıcaklık ve yağış verileri kullanılmıştır. Ayrıca bu istasyonun gözlem verileri kullanılarak Thornthwaite yöntemine göre iklim tipi belirlenmiştir.

Turbalıkların zamansal ve alansal değişimini belirlemek amacıyla URL-2 sitesinden temin edilen ağustos aylarına ait 05.08.1984 tarihli Landsat 5 TM (Thematic Mapper), 09.08.2000 tarihli Landsat 7 ETM ve 24.08.2020 tarihli Landsat 8 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Uydu görüntülerinde ağustos ayının seçilmesindeki amaç yaz kuraklığı nedeniyle göl sularının nispeten çekilmesi ve sulak alan dışındaki otsu türlerin kuruması ve kıyaslamaların daha güvenilir bir şekilde yapılmasıdır. Ayrıca görüntülerin sınıflandırılmasında bu üç yıla ait Haziran–Kasım aylarındaki görüntüler de kontrol edilmiştir. Uydu görüntüleri sınıflandırılmadan önce geometrik ve atmosferik düzeltmeleri yapılmıştır. Ayrıca pansharpening uygulanarak görüntüler zenginleştirilmiştir. Tüm yıllara ait uydu görüntülerinin atmosferik düzeltmeleri, işlemin daha hızlı ve yarı otomatik şekilde yapılmasını sağlayan QGIS 3.26.2

yazılımının Semi–Automatic Classification Plugin eklentisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma sahasının uydu görüntülerinin analiz edilmesinde ve tüm haritalarının oluşturulmasında ArcGIS 10.3.1 yazılımı kullanılmıştır. Ayrıca verilerin doğrulanmasında arazi çalışmalarından, Harita Genel Müdürlüğü (HGM)’nden temin edilen 1973, 1985, 1999, 2020 tarihli ortofotolardan ve uydu görüntülerinin bant kombinasyonlarından (Yakın Kızılötesi (NIR), Kısa Dalga Boyu Kızılötesi (SWIR) ve Kırmızı (Red) vb.) yararlanılmıştır.

Çalışma sahasının görüntülerinin sınıflandırılmasında McFeeters (1996) tarafından önerilen ve su kütlelerini vurgulamak için kullanılan NDWI (Normalized Difference Water Index – Normalize edilmiş fark su indisi) analizi kullanılmıştır. Analiz su kütlelerinin yanı sıra turbalık alanların belirlenmesine de katkı sağlamıştır. NDWI, yeşil (Green) ve yakın kızılötesi (NIR) bantların kombinasyonları kullanılarak hesaplanmaktadır ( $NDWI = \frac{Green - NIR}{Green + NIR}$ ) (McFeeters, 1996). NDWI değerleri 1 ve -1 arasında değişmekte, su ve kara kütlelerini birbirinden ayırmak için “0” eşik değeri olarak kullanılmaktadır. Ancak Xu (2006), bu eşik değerinin görüntüdeki bazı arazi parçalarını su kütlelerinden ayırmadığını tespit etmiştir. Eşik değerini sıfır olarak kabul etse de eşik manuel olarak ayarlanmasının ayırma daha başarılı olabileceğini dile getirmiştir (Xu, 2006). Bu çalışmada da benzer şekilde su yüzeylerini ayıran eşik değeri manuel olarak ayarlanmıştır. Su yüzeylerini ayıran iki değerinin sıfırın altında olduğu görülmüştür. NDWI analizinde kullanılan değerler göl ve turbalık alanları ayırt edecek düzeyde üç sınıfa ayrılmıştır. Bu değerler Çizelge 2’de sunulmuştur.

**Çizelge 2.** Sınıflandırılan alanların NDWI değerleri.

	1984	2000	2020
Göl	-0,3 - 0,98	0,01-0,74	-0,3-0,81
Diğer	-0,51- (-0,31)	-0,29 -0	-0,55-(-0,31)
Turbalık	-0,87- (-0,52)	-0,63-(-0,25)	-0,89-(-0,56)

NDWI analizi sonrasında elde edilen raster veri “Reclassify (Raster reclass)” aracı ile sınıflandırılmış ve ardından vektör formatına dönüştürülmüştür. Elde edilen sınıflandırmalar saha çalışmaları, ortofotolar ve uydu görüntüleri ile karşılaştırılarak düzeltilmiştir. Böylelikle benzer yansıma değerlerine sahip sınıfların karışması en aza indirgenmeye çalışılmıştır. Son olarak görüntü sınıflarının alansal hesaplamaları yapılmıştır. 1973–2020 yılları arasında kurutulmuş alanların arazi kullanım durumları arazi çalışmaları, güncel drone görüntüleri ve Google Earth Pro programından yararlanılarak sınıflandırılmıştır.

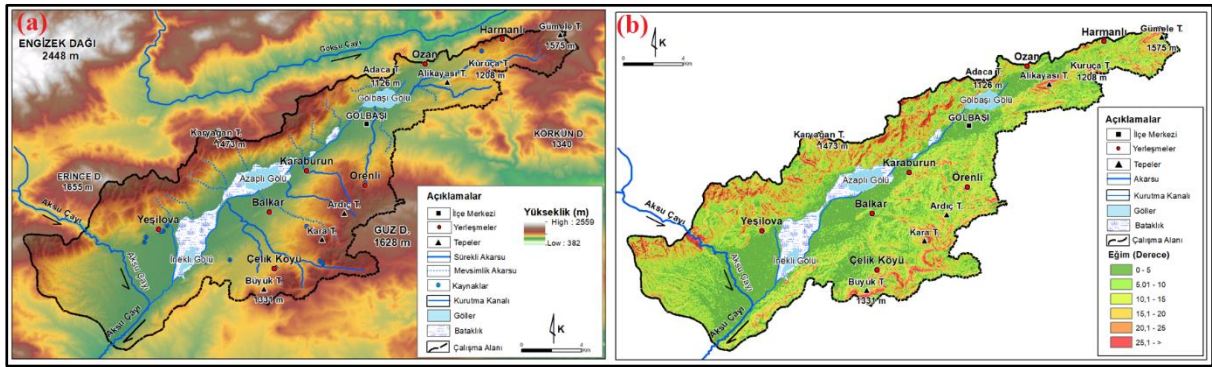
Türkiye’de turba üretim miktarına ilişkin veriler TÜİK’in yıllık sanayi ürün istatistikleri göstergesinden temin edilerek kullanılmıştır. Ükelere ve yıllara göre turba ithalatı verileri TÜİK’in dış ticaret istatistikleri ara malı ithalatı göstergelerinden temin edilmiştir. İhracat verilerinin temininde ise Trade Map sitesinde yer alan “2703 – Peat, incl. Peat litter, whether or not agglomerated” ürün kodu ve numaralı göstergesinden faydalanılmıştır.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Gölbaşı Havzası'nın Doğal Ortam Özellikleri

Gölbaşı Havzası'nın doğal ortam özelliklerinin bilinmesi, turbaların oluşum koşullarını açıklamak bakımından önemlidir. Turba oluşumunu sağlayan en önemli etken sudur. Suyun varlığı anaerobik koşullar yaratarak bitki çürümesini önlemektedir (Joosten ve Clarke, 2002: 25). Turba oluşumunda yosun, saz, kamış gibi farklı bitkiler ve bunların yaprak, dal ve kök gibi kısımlarının çürümeye karşı tepkileri de önemlidir. Ayrıca turbalıklar topoğrafyadan da dolaylı olarak etkilenmektedir. Özellikle depresyon tabanlarındaki çukur ya da düze yakın alanlar ortamdaki suyun varlığını kontrol ederek turba oluşumunu etkilemektedir.

Çalışma alanı DAFZ zonunda gelişmiş tektonik kökenli bir havzadır. Doğu Torosların güneyinde yer alan havza kuzey, doğu ve güneyden dağ ve tepelerle çevrilidir. Havzanın suları Ceyhan Nehri'nin kollarından Aksu Çayı tarafından drene edilir. Havza tabanında kuzeydoğudan güneybatıya doğru Gölbaşı, Azaplı ve İnekli (Çelik) gölleri ve onların çevresinde gelişmiş turbalıklar bulunmaktadır. Havzanın tabanı GB-KD yönünde uzanmakta ve yükseltisi 874 – 900 m arasında değişmektedir (Şekil 2a). Havza tabanının eğimi genellikle 0-4° arasındadır ve bu durum turbalıkların oluşumunu olumlu etkilemiştir (Şekil 2b). Havza tabanında üç göl bulunmakta ve bunların etrafında turba oluşumu devam etmektedir. Bu göllerin suları meteorik kökenli olup, yağışlardan, bunlarla beslenen kaynaklardan ve akarsulardan sağlanmaktadır. Ayrıca, havzanın kuzeydoğu ucundan açılan bir tünelle 2005 – 2018 yılları arasında Gölbaşı Gölü'ne Göksu Çayı'ndan su takviyesi yapılmıştır (2a).



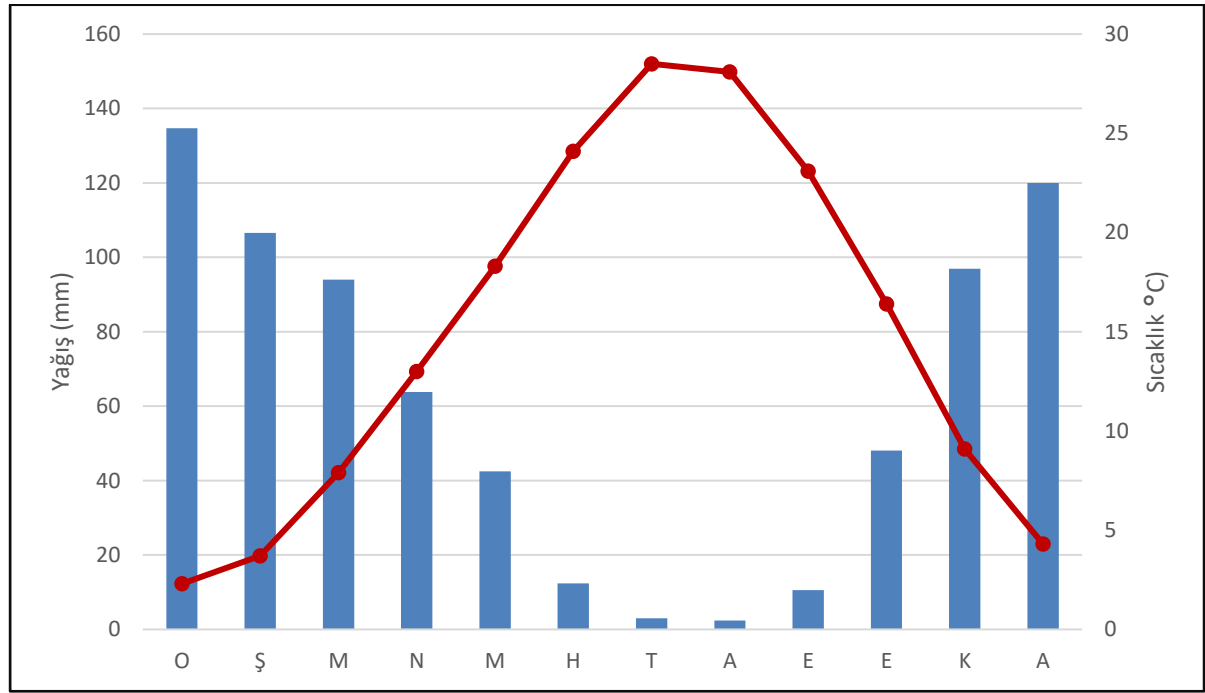
Şekil 2. Çalışma sahasının hidrografya (a) ve eğim haritası (b).

Turba oluşumu iklim koşulları ile yakından ilgilidir. Bu nedenle iklim, turbalıkların dünya üzerindeki dağılışını da etkiler. Nitekim, dünya üzerindeki aktif turbalıkların çoğu soğuk ve nemli ılıman iklimlerde bulunmaktadır (Parish vd., 2008: 11; Sjör, 1980: 304). Turba birikimi ve devamlılığı, üretimin çürümeden fazla olması koşuluna bağlıdır (Parish vd., 2008: 11). Turbalar, genellikle sıcaklık değerlerinin düşük, yağışın buharlaşmadan fazla olduğu ve topoğrafik yapının suyun toplanmasına izin verdiği göllerin kenarlarında daha kolay gelişirler. Yağış miktarı ortamdaki su miktarını, sıcaklık ise organik madde üretimini ve çürümeyi kontrol etmektedir (Çolak ve Günay, 2011: 167).

Çalışma sahasında uzun yıllık sıcaklık ortalaması 14,9 °C'dir (Çizelge 3). En soğuk ay ocak (2,3 °C), en sıcak ay ise temmuzdur (28,5 °C) (Şekil 3). Sahada uzun yıllık yağış ortalaması ise 735 mm'dir. En fazla yağış ocak (134,7 mm) ayında, en az yağış ise ağustos (2,4 mm) ve temmuz (3 mm) aylarında düşmektedir (Şekil 3) (Çizelge 3). Yağışın %49'u (361,3 mm) kış mevsiminde düşmekte bunu %27 (200,3 mm) ile ilkbahar ve %21 (155,6 mm) ile sonbahar mevsimi takip etmektedir. En az yağış (17,8 mm) yaz mevsiminde görülmektedir.

Çizelge 3. Gölbaşı Meteoroloji İstasyonunun (1986-2021) ortalama sıcaklık ve yağış değerleri.

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Ortalama /Toplam
Sıcaklık (°C)	2,3	3,7	7,9	13	18,3	24,1	28,5	28,1	23,1	16,4	9,1	4,3	14,9
Yağış (mm)	134,7	106,6	94	63,8	42,5	12,4	3	2,4	10,6	48,1	96,9	120	735



Şekil 3. Gölbaşı Meteoroloji İstasyonunun (1986-2021) ortalama sıcaklık ve yağış diyagramı.

Çalışma sahasında Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre B<sub>4</sub> B'<sub>2</sub> s<sub>2</sub> b'<sub>2</sub> harfleriyle temsil edilen nemli, mezotermal, su noksanı yaz mevsiminde ve kuvvetli olan, denizel etkiye yakın bir iklim görülmektedir. Yörede kasım ayından itibaren yağışlar buharlaşmadan fazla olmakta ve toprakta su birikmeye başlamaktadır. Aralık ayından itibaren toprak suya doymakta ve mayıs ayına kadar toprakta su fazlalığı olmaktadır. Mayıs ayından itibaren artan sıcaklık ve azalan yağışlarla buharlaşma değeri yağışı geçmekte ve topraktaki su harcanmaya başlamaktadır. Haziran–Ekim arasında su açığı görülmekte ve kurak bir devre yaşanmaktadır. Öte yandan, soğuk dönemde azalan sıcaklık ve artan yağışlarla nemlilik artmakta ve taban suyu yükselmektedir.

Gölbaşı Havzası göllerinin kenarlarındaki sığ bataklık alanlarda turba oluşumu halen devam etmektedir. Ancak, yaz kuraklığı sırasında göl suları çekilmekte ve turbalıklar kısmen kurumaktadır. Ayrıca drenaj kanallarının açılması ve tarımsal amaçlı sondaj kuyularından su çekilmesi de taban suyu seviyesini alçaltmaktadır. Taban suyunun çekilmesiyle aerobik şartlar oluşmakta ve organik madde ayrışması gerçekleşmektedir. Bu da turba oluşumunu olumsuz etkilemektedir.

Gölbaşı Havzası turbalıkları, alçak–düz turbalıklar içerisinde yer almaktadır (Çolak ve Günay, 2011: 64). Bu sahanın başlıca bitki türlerini *Phragmites australis* (Kamış), *Typha latifolia*, *Juncus inflexus* (Sazak), *Nymphaea alba* (Nilüfer), *Carex sp.* (Ayakotu), *Orchis palustris sp.* (Salep) oluşturmaktadır.

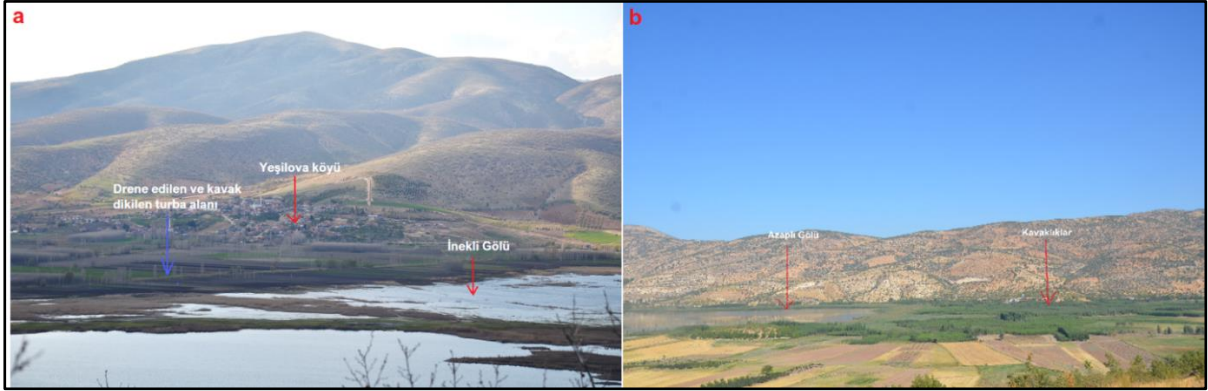
### 3.2. Havza Göllerinin Hidrografik Özellikleri ve Turba Ekosistemi Üzerindeki Etkileri

Suyun varlığı, turba oluşumu için başat faktördür. Antropojenik veya doğal nedenlerle turbalıkların su rejiminin değişmesi turba oluşumunu doğrudan etkilemektedir (Minayeva ve Sirin, 2012: 165). Turbalıklar drene edildikten sonra aerobik hale gelmekte ve mevcut turbalar ayrışma sürecine girmektedir. Böylece hem biyoçeşitlilik olumsuz etkilenmekte hem de turbaların içerdiği paleocoğrafik kayıtlar zarar görmektedir (Çolak ve Günay, 2011: 26). Diğer bir deyişle drenaj çalışmaları ve bunu takip eden pedojenez süreci turba ekosistemini olumsuz etkilemektedir (Dengiz vd., 2009: 1063).

1985 yılı ortofotolarında Gölbaşı Gölü'nün gideğeni ile Azaplı Gölü'nün kuzeydoğusunda açılan kanallar gözlenmiştir. Bu kanalların açılışıyla ilgili kurumsal bir veriye rastlanmadığından, bunların bireysel olarak açıldıkları düşünülmektedir. 1990 yılından sonra ise, bataklıkların kurutulması ve havzadaki göller arasında iletimin sağlanması amacıyla Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından genişliği 10 m ve üzerinde olan drenaj kanalları açılmıştır (DSİ, 2015). Bu nedenle hem turba oluşum alanları hem de mevcut turbalıkların alanları daralmıştır. Öte yandan havzada taban suyunun alçaldığı kesimlerde zaman zaman çıkan yangınlar, yanmanın derine doğru ilerlemesine, bu da hem yangının daha geç sönmesine hem de daha fazla turbanın yok olmasına sebep olmaktadır. Böylece turbalıklardaki canlıların yaşam alanları daraltmakta ve zamanla biyoçeşitlilik zarar görmektedir. Bu durum yöre sakinleri tarafından da bilinmektedir (K2).

Gölbaşı gölleri ve turbalıkları yağışlar, akarsular ve kaynaklar tarafından beslenmektedir. İklim değişmesi beklentilerine paralel olarak, sıcaklıkların artması ve yağışın azalması turbalıkların su rejimini olumsuz etkileyebilir. Ayrıca, havzadaki tarımsal üretim deseninin değişmesi ve ticari ormancılık faaliyetleri su kullanımını etkilemektedir. Örneğin, havza tabanında ekonomik getirisi yüksek hurma ve ceviz bahçelerinin artışı sulama suyu ihtiyacını artırmış, bu da sondaj kuyularının artmasına ve yeraltı suyu seviyesinin düşmesine sebep olmuştur. Ayrıca Azaplı ve İnekli gölleri çevresinde oluşturulan kavaklıkların daha iyi gelişmesi için drenaj kanalları açılmış, bu da taban suyu seviyesini olumsuz etkilemiştir (Foto 1a, b). Gölbaşı Havzası'nın su rejimini etkileyen bir diğer faktör ise Göksu Çayı'ndan havza göllerine su aktarılmasıdır. 2005 -2018 yılları arasında Gaziantep'e içme suyu temin etmek amacıyla DSİ tarafından açılan bir tünelle Göksu Çayı'ndan havzadaki göllere su takviyesi gerçekleştirilmiştir (DSİ, 2015). Ayrıca, yapımı devam eden Çetintepe Barajı'ndan da

havzadaki göllere su takviyesi planlanmaktadır (DSİ, 2015). Bu durum göllerin seviyesi yanında, kimyasal ve ekolojik özelliklerinin de değişmesine sebep olabilir.

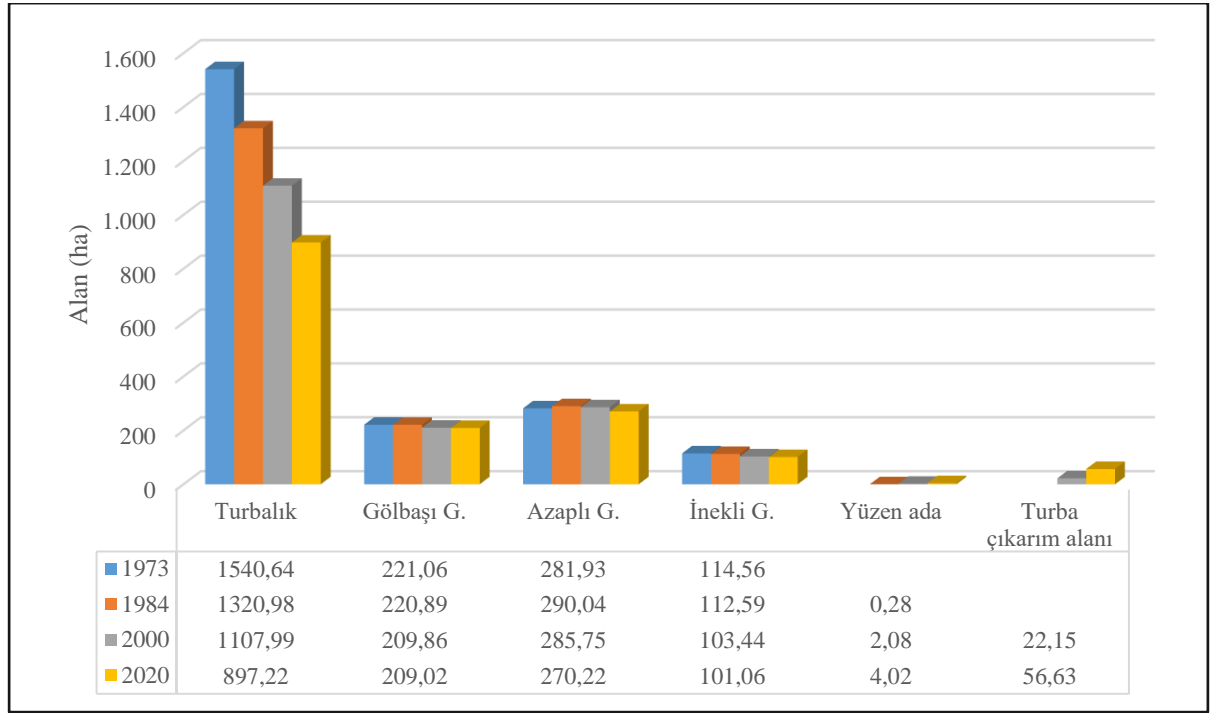


**Foto 1.** İnekli Gölü (koyu renk turbadır) (a) ve Azaplı Gölü (b) çevresinde kavak dikilen turbalıklar (Görüntü tarihi: 1.04.2021 (a); 10.09.2022 (b)).

### 3.3. Gölbaşı Havzası Turbalıklarının Alansal ve Zamansal Değişimi

Araştırma sahasında turbalıkların alansal değişimlerinin nedenleri arasında drenaj kanallarının açılması, havza dışından su takviyesi yapılması, tarımsal amaçlı su kullanımı, turba çıkarımı gibi beşerî etkiler ön plana çıkmaktadır. Bu kapsamda, havzada göller arasında iletimin sağlanması ve bataklık alanların kurutulması amacıyla 1990 yılından sonra DSİ tarafından drenaj kanalları açılmıştır (DSİ, 2015). 1985 yılına ait ortofotolara göre, havzada bu tarihten önce de tarımsal amaçlı drenaj kanalları açılmıştır.

Havzadaki turbalıkların alanı 1973'te 1540,64 ha iken, 1984'te 1320,98 ha'a, 2000'de 1107,99 ha'a ve 2020 yılında ise 897,22 ha'a gerilemiştir. Gölbaşı Havzası turbalıklarının son 47 yıldaki alansal daralması 643,42 ha (%41,76) olmuştur (Şekil 4), (Çizelge 4). Daralma özellikle Gölbaşı Gölü ile Azaplı Gölü arası, Azaplı Gölü'nün kuzeydoğusu ve İnekli Gölü'nün kuzeyindeki turba çıkarım alanında görülmektedir (Şekil 5).

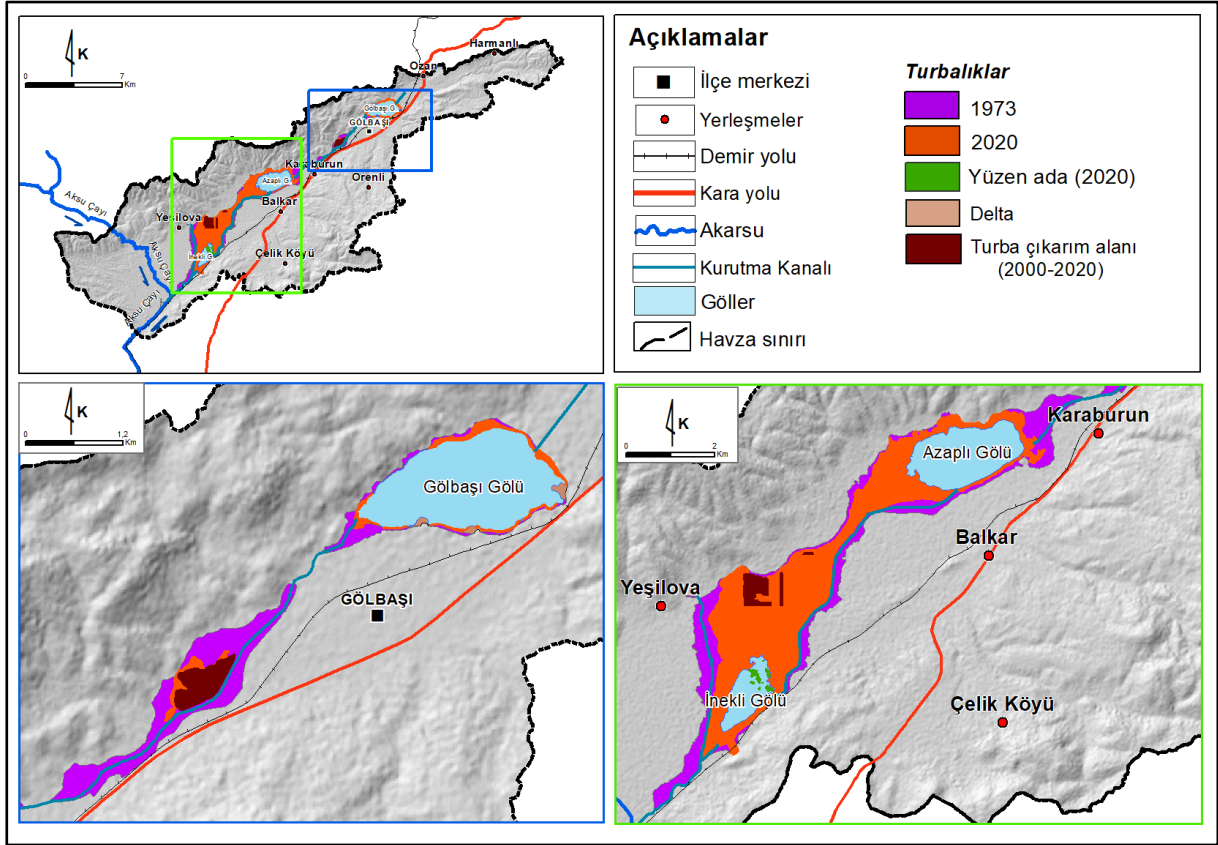


Şekil 4. Turbalık, göl aynası, turba çıkarım alanı ve yüzen adaların zamansal ve alansal değişimi.

Çizelge 4. Turbalık, göl aynası, turbalık ve yüzen adaların zamansal ve alansal değişim yüzdeleri (1973, 1984, 2000, 2020).

	1973-1984 (%)	1984-2000 (%)	2000-2020 (%)	1973-2020 (%)
Turbalık	-14,26	-16,12	-19,02	-41,76
Gölbaşı G.	-0,07	-5,00	-0,40	-5,45
Azaplı G.	2,88	-1,48	-5,44	-4,15
İnekli G.	-1,71	-8,13	-2,30	-11,78
Yüzen ada	-	633,42	93,27	-
Turba çıkarım alanı	-	-	155,67	-





Şekil 5. Gölbaşı Havzası turbalıklarının alansal değişimi (1973-2020).

1973-2020 yılları arasındaki 47 yıllık dönemde Gölbaşı Havzası göllerinde toplam 37,24 ha (Gölbaşı ve Azaplı Gölü 12 ha; İneklı Gölü ise yaklaşık 14 ha) daralmıştır. Göl aynalarındaki daralma delta ve yeni turbalık alanların oluşması yoluyla gerçekleşmiştir. Daralmanın 5 ha'lık kısmını Gölbaşı Gölü'ne katılan Yemişen Dere ve Ağdere'nin deltaları, diğer bölümünü (32 ha) ise yeni oluşan turbalık alanlar oluşturmaktadır. Deltaların genişlemesinde havzada giderek artan ormansızlaşma ve buna bağlı olarak oluşan erozyon etkili olmuştur. Gölbaşı Gölü'ne kuzeydoğudan karışan Ağdere Deltası Tabiat Parkı, gölde oluşan diğer deltalar ise bir üniversitenin kampüsü ve park şeklinde kullanılmaktadır.

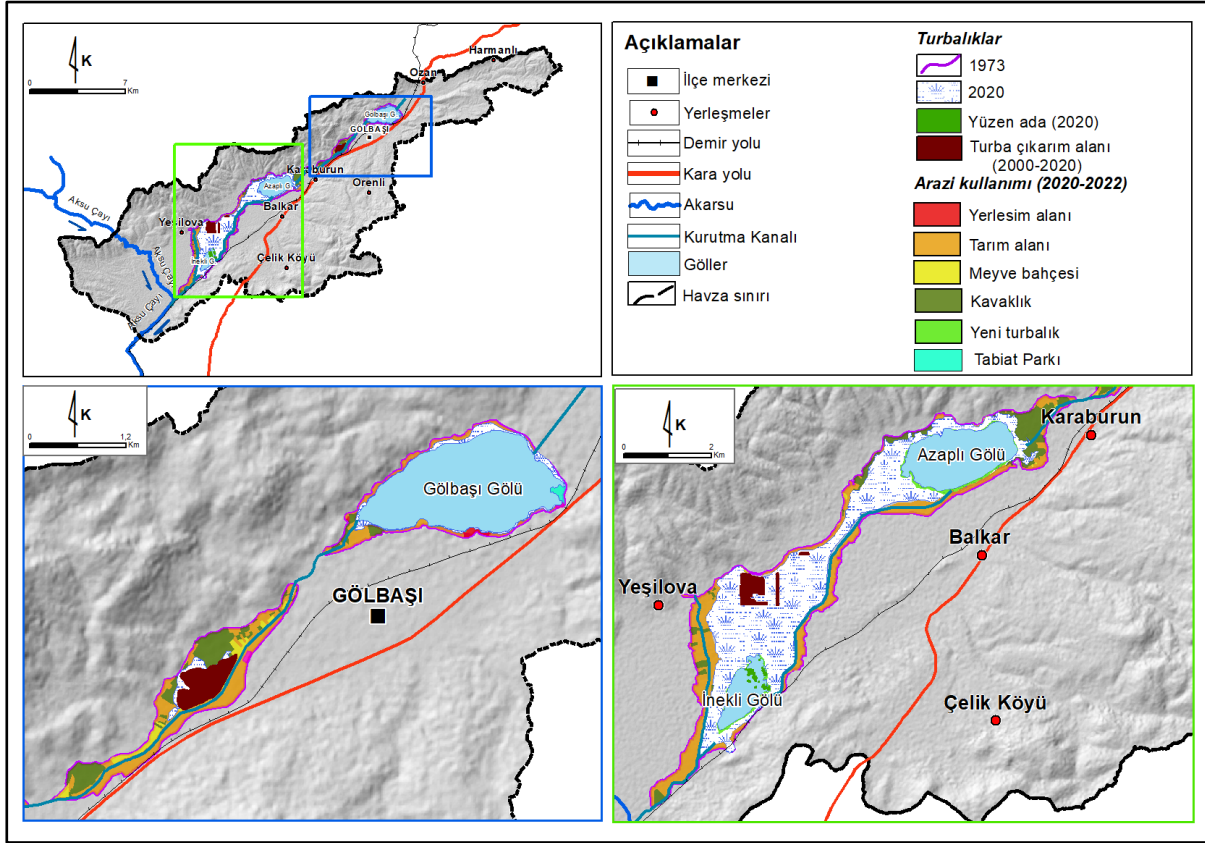
Azaplı ve Gölbaşı göllerine nazaran daha sığ olan İneklı Gölü'nde irili ufaklı yüzen adalar (turbalar) bulunmaktadır (Foto 2). Bunlar rüzgârlarla hareket etmektedir. Bu yüzen adalar halk arasında "yüzen tomsuk" olarak adlandırılmaktadır (K5). Google Earth görüntüleri ve arazi çalışmaları ile yüzen adaların 14 adet olduğu ve üzerlerinin kamışlarla kaplı olduğu görülmektedir. Bunlardan on tanesi tek parça ve küçük çaplı, dört tanesi ise büyük ve gruplar halinde bitişik durumdadır. Bunlardan en büyük olanı yaklaşık 2 ha, toplam alanları ise 4,02 ha'dır (Şekil 4). Yüzen adalar 36 yılda (1984-2020) 3,8 ha'lık bir artış göstermiştir (Şekil 4). Göl sularının alçalması ile yüzen adalar zemine çökmektedir. Ancak göllerin su seviyesi yükseldiğinde bu turba kütleleri yükselmeye zorlanmakta ve yerlerinden koparak yüzen adalara dönüşmektedir. Zeminle bağı kesilen yüzen adalar ise rüzgârlarla göl içinde hareket etmekte ve bazen gölün bir başka kıyısına taşınıp zemin üzerine itilmektedir. Çalışma sahasında uzun yıllardır yaşayan ve gölden faydalanan katılımcı İneklı Gölü'nde küçük bir

tepenin olduğunu suların zamanla azalmasına bağlı olarak üzerinde saz bittiğini ifade etmiştir (K5). Arazi gözlemleri ve uydu görüntülerinden bu tepeliğin etrafında yüzen adaların toplandığı belirlenmiştir. İnekli Gölü yüzen adaları yöre sakinleri tarafından kuş ve balık avlarken tuzak kurmak ve av malzemelerinin saklanması amacıyla kullanılmıştır (K5).

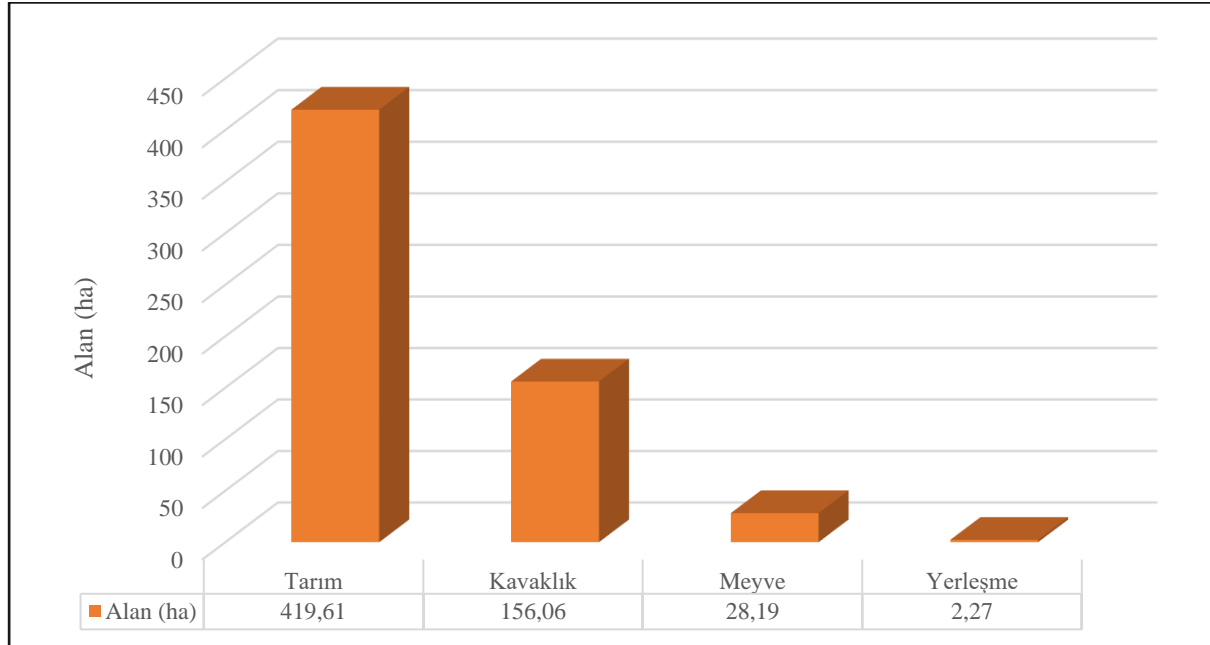


**Foto 2.** İnekli Gölü turbalığı yüzen adaları (İstasyon mezrasından güneybatıya bakış) (Görüntü tarihi:1.04.2021).

Havza tabanında sulu tarım yapılmaktadır. Göllerden ve kanallardan su çekilmesi, sondaj kuyu sayısının geçmişten günümüze artması turbalıkların su rejimi üzerinde etkili olmaktadır. Nitekim çalışma sahasında kurutma yoluyla kazanılan alanların önemli bir kısmı sulu ve kuru tarım alanı olarak kullanılmaktadır. Bu alanların önemli bir kısmı ise meyve bahçesi ve kavaklık olarak değerlendirilmektedir (Şekil 6, 7). Yerel halktan edinilen bilgilere göre, taban suyu seviyesi yüksek olan alanlara ilk olarak kavak dikilmiş, daha sonra bu alanlar hurma ve ceviz bahçelerine dönüştürülmüştür. Ayrıca, şehir ya da yurt dışında yaşayıp, çalışma sahasında bahçesi olan bazı vatandaşların dikildikten sonra fazla bir bakım gerektirmediği için, arazilerine kavak diktiği öğrenilmiştir (K4).



Şekil 6. Gölbaşı Havzası turbalıklarının 1973-2020 yılı arasında arazi kullanımı değişimi.



Şekil 7. Kurutulan turbalıklarda arazi kullanımı (2020-2022<sup>3</sup>).

### 3.4. Gölbaşı Havzası'nda Turba Üretimi, Üretimin Ekolojik ve Ekonomik Etkileri

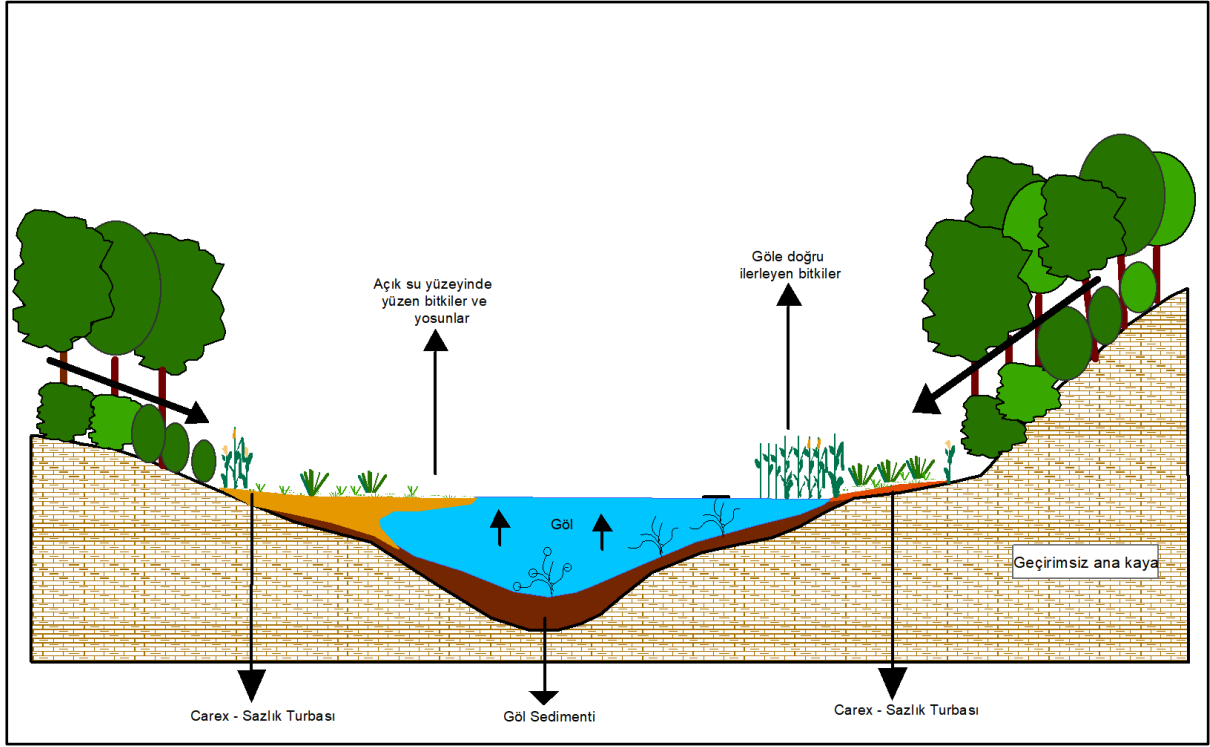
Gölbaşı Havzası turbalıkları yüksek bitki çeşitliliğine sahiptir. Yüzeysel suları ve taban suyu ile beslenen bu turbalıklardan alınan örneklerin pH düzeyi 7,6 ve EC düzeyi 199,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olarak ölçülmüştür (Çizelge 5). Bu özellikleriyle Gölbaşı Havzası turbalıkları tarafımızdan aşırı zengin alçak turbalık sınıfına (Sjörs, 1950'ye atfen Parish vd., 2008) dahil edilmiştir. Hidrojenetik turba sınıflandırma sistemine (Joosten ve Clarke, 2002; Parish vd., 2008) göre ise, taban suyu ile bağlantılı olan dolgu/dolan sulak alan (terrestrialisation) turbalıkları sınıfına dahil edilebilirler (Şekil 8). Gölbaşı turba katmanlarının homojen olmadığı, ancak kaliteli turbaların seçilmesi durumunda tarımsal amaçlı kullanabilecekleri ifade edilmiştir (Çolak ve Günay, 2011: 207).

**Çizelge 5.** Gölbaşı turba analiz sonuçları.

Analiz parametreleri	Sonuç	Analiz parametreleri	Sonuç
Organik madde (%)	75	K (ppm)	22,9
pH	7,6	Ca (ppm)	670,7
EC	199,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Fe (ppm)	2,55
Kireç (%)	12,9	Zn (ppm)	Az
Nem (%)	19	Cu (ppm)	Az
Su tutma kapasitesi (%)	174,46	Mg (ppm)	64,6
Kül (%)	25	Mn (ppm)	0,11
N (%)	1,008	Fungus, nematod, bakteri	Yok
P (ppm)	1,82		

**Kaynak:** URL – 3

Gölbaşı Havzası turbalıkları çoğunlukla İnekli ve Azaplı Gölü arasında görülmektedir. Ancak, Azaplı-Gölbaşı Gölü arasında ve Gölbaşı göllerinin sığ kıyı kesimlerinde de gelişme imkânı bulmuşlardır (Şekil 5). Bu turbalıklar genellikle “keçemsi turba” özelliğindedir (Çolak ve Günay, 2011: 206). Gölbaşı Havzası turbaları çok zengin lif yapısına, düşük hacim ağırlığına ve çok yüksek su tutma kapasitesine sahiptir ve renkleri genellikle koyu kahverengidir (Çizelge 5). Bu turbalıklar organik madde, Ca ve Mg gibi bitki besin elementlerince zengindir (Çizelge 5). Bu durumun akarsularla havza tabanına taşınan malzemelerle ilişkili olduğu değerlendirilmiştir.



**Şekil 8.** Dolgu (Dolan) sulak alan turbasının oluşumu (Steiner 1992'ye atfen Lindsay, 2016'dan kısmen değiştirilerek yeniden çizilmiştir).

Havzada turba çıkarımına ilişkin resmi kayıtlar 2000'li yılların başlarına dayanmaktadır. Gölbaşı Havzası'ndaki turba çıkarımı Bağlarbaşı köyündeki bir işletme tarafından ve açık ocak işletmeciliği şeklinde yapılmaktadır. Bu işletmenin işçileri genellikle Yeşilova, Aşağı Azaplı, Bağlarbaşı köylerinden karışlanmakta ve yerel halkın ekonomisine katkı sağlamaktadır. Bu işletme 2010 – 2015 yılları arasında Bolu'daki bir torf işletmesiyle birlikte çalışmıştır. Bu tarihler arasında işletme tarafından üretilen torflar satışa sunulmuştur (K1). Tesisin ruhsat alanı 2018 yılı ve öncesinde 24,87 ha iken, 2018 yılında 963,3 ha kapasite artırımı planlanmış ve ÇED (Çevresel Etki Değerlendirmesi) raporu hazırlanmıştır (Deng Mühendislik, 2018). Raporda havzada rezerv kalınlığının ortalama 5 m, ocağın malzeme kalınlığının ise ortalama 10 m olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, malzeme alımının yılda 24.847 ton olduğu, kapasite artışıyla bunun 1 milyon tona ulaşacağı ifade edilmiştir (Deng Mühendislik, 2018). Rapora göre Gölbaşı Havzası'nda üretilen yıllık turba miktarı (yaklaşık 25 bin ton) (Deng Mühendislik, 2018) Türkiye'de üretiminin yaklaşık %22'sine karşılık gelmektedir. Bu oldukça yüksek bir orandır. Raporda havzadaki turba görünür rezervinin 25.286.625 ton olduğu ve yılda bir milyon ton çıkarılması durumunda projenin faydalı ömrünün 25 yıl olduğu değerlendirilmiştir (Deng Mühendislik, 2018). Planlanan turba çıkarım miktarının ise mevcut miktarın %75'ine karşılık geldiği belirtilmiştir (Deng Mühendislik, 2018). Bu da turba çıkarımıyla belirlenen alanlardaki neredeyse tüm turbaların çıkarılacağı ve ekosistemi geri dönülemez şekilde tahrip edileceği anlamına gelmektedir.

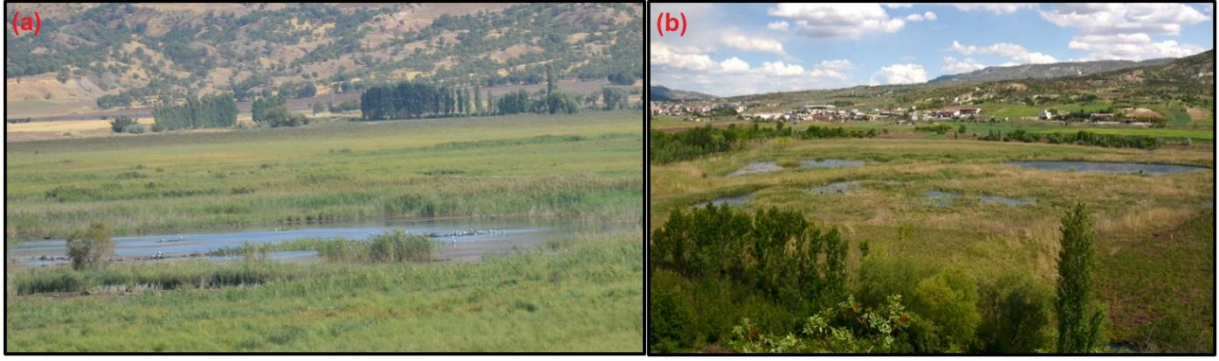
Turba çıkarımının ilk aşaması üst topraktan bitki örtüsünün sıyırılması ile başlamakta, sıyrılan malzeme turba çıkarılan yere bırakılmaktadır. Daha sonra ekskavatör yardımı ile çıkarılan turba

traktörlerle stok alanına taşınmakta, alana serilerek ve çapalanarak kuruması için 4-5 ay bekletilmektedir (Foto 3). Kuruyan malzeme kırma–eleme tesisine nakledilmekte ve paketlenmektedir (Deng Mühendislik, 2018). Çalışma sahasında 2000 yılından 2020 yılına kadar toplam turba çıkarılan alan 56,63 ha'dır.



**Foto 3.** Torf çıkarım ve depolama alanı (Görüntü tarihi: 10.09.2022).

Gölbasi Havzası turbalıklarının 2000 – 2020 yılları arasındaki alansal daralmasında turba çıkarımının %27'lik bir orana sahip olduğu, drenaj ve diğer nedenlerle olan daralmanın ise %73'ü bulunduğu anlaşılmıştır. Turba çıkarılan alanlarda göl aynası oluşmuştur. Bu alanlar eski özelliklerini yitirmiş ancak kuşların yüzerek avlandığı yeni bir habitat alanı meydana gelmiştir (Foto 4). Turba çıkarılan alanların eski haline gelmesi, herhangi bir bozucu etkiye maruz kalmasalar dahi, oldukça uzun yıllar alacaktır. Turba çıkarımının bir diğer etkisi de bu turbalıkların içerdikleri paleocoğrafik kayıtların tahrip olmasıdır.



**Foto 4.** Azaplı ve İneklı gölleri arasında turba çıkarımı nedeniyle oluşan göl aynası ve üzerindeki kuşlar (Görüntü tarihi 10.09.2022) (a) ile Gölbaşı ve Azaplı gölleri arasında eski turba çıkarım alanı (Görüntü tarihi: 12.05.2022) (b).

### 3.5. Turbalık Ekosistemini Etkileyen Diğer Faktörler

Çalışma sahasında turbalıkların oluşumunu ve turba ekosistemini etkilenen önemli bir husus da sazların yakılmasıdır. Domuzların barındığı ve saklandığı sazlık alanlar, domuzların çevredeki tarım alanlarına zarar vermesini en aza indirmek amacıyla yakılmaktadır. Ayrıca yanan sazlıklardan taze otların çıkması ve burada hayvan otlatılması amacıyla da yakılmaktadır. Sazların yakılması turba birikimini engellemektedir ve turbalıklardaki canlıların yok olmasına sebep olmaktadır. Bu da zaman içinde turba alanlarının daralması ve kalınlıklarının azalması ile sonuçlanmaktadır. Bununla birlikte turbalıklarda yaşayan mikroorganizmalar ve diğer canlılar da yok olmaktadır. Ayrıca turbaların yanması sonucu sera gazlarından olan karbondioksit açığa çıkmaktadır.

Turba çıkarılan alanlarda bataklıkların oluşması ve buna bağlı olarak sivrisineklerin çoğalması bu alanlara nispeten yakın olan Tecirli mezrasındaki sakinleri rahatsız ettiği tespit edilmiştir. Ayrıca turba çıkarımının, sahayı tarım arazisi ve otlak olarak kullanmalarını engellendiği şu şekilde ifade edilmiştir:

“...Torf çıkaranların dışardan toprak getirip doldurması gerekirdi torf çıkardıkları yere ama yapmadılar. Bu nedenle orası bataklık haline geliyor, sivrisinek artıyor. Ne toprağından ne gölünden bu alandan hiç yararlanılmıyor... Torf çıkarılmasaydı tapulu araziler tarım arazisi olurdu. Hayvan otlatmada kullanılırdı...” (K2).

Buradan turba çıkarılsın ya da çıkarılmasın bu sahaların dolaylı ya da doğrudan her türlü kullanımlarla tahrip edildiği ve edileceği sonucuna varılabilir.

Havzadaki turbalık ekosistemi, çevredeki yerleşmelerin atık sularından da etkilenmektedir. Havzada Gölbaşı ilçe merkezi ve kırsal yerleşmeler bulunmaktadır. Bu yerleşmelerden kaynaklanan evsel atık sular arıtılmadan doğal ortama verilmektedir (K6). Gölbaşı ilçesinin evsel atık suları ise 2013 yılında faaliyete geçen arıtma tesisine iletilmektedir. Ancak tesis bakım, elektrik arızası veya belediye ile şirket arasındaki anlaşmazlıklar nedeniyle zaman zaman çalışmamaktadır. Bu durum kanallar aracılığıyla atık suyun arıtılmadan turbalık alanlara karışmasına neden olmaktadır. Bu nedenle atık su arıtma tesisinin tüm ekipmanlarının tamamlanarak tam zamanlı çalışmasına, yönetmeliklerde belirtilen kimyasal analizlerinin yapılmasına ve tesisin belli aralıklarla denetlenmesine özen gösterilmelidir.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma, Gölbaşı Havzası turbalıklarının 1973-2020 yılları arasındaki alansal ve zamansal değişimini sayısal olarak ortaya koyan ilk çalışmadır. Yapılan analizler neticesinde Gölbaşı Havzası turbalıklarının 1973 yılında 1540, 64 ha olduğu, 2020 yılında 897, 22 ha'a gerilediği ve bu dönemde alansal daralmanın yaklaşık %42'ye ulaştığı belirlenmiştir. Alansal daralmanın daha çok tarımsal amaçlı olduğu görülmüştür. Öte yandan 2000-2020 yılları arasındaki daralmanın %27'sinin turba madenciliğinden kaynaklandığı hesaplanmıştır.

Turbalıkların drene edilmesi, oksidasyon ve sübidans koşullarını etkinleştirmekte ve torf çıkarımı ekosistemi olumsuz etkilemektedir. Kurutma ve turba çıkarımının devam etmesi durumunda turbalıkların hidrolojik koşullarının restorasyonu imkânsız hale gelmektedir (Dengiz vd., 2009). Ayrıca restorasyonun karbon depolama ve bazı ekolojik özellikleri canlandırır da iklim değişikliğine karşı dayanıklı olup olmayacakları bilinmemektedir (Loisel ve Gallego-Sala, 2022). Yeraltı su seviyesi dalgalanmaları da turbaların morfolojik ve kimyasal özellikleri üzerinde etkili olmaktadır (Çaycı vd. 2011). Tarımsal kullanım nedeniyle drene edilen ılıman iklim turbalıklarında, su tablası seviyesinin ve su içeriğinin azalması, sıcaklık ve buharlaşma değerlerinin artması CO<sub>2</sub> emisyonunu da artırmaktadır (Aslan-Sungur vd., 2016; Evrendilek vd., 2011).

Gölbaşı Havzası turbalıkları da tarımsal amaçlı kurutma ve turba çıkarımı gibi sebeplerle daralmaya devam etmektedir. Turbalıkların alansal daralması ise CO<sub>2</sub> yutak alanlarının azalmasına ve atmosferde sera gazı artışına sebep olmaktadır (Parish vd., 2008; Tarnocai, 2006; Tırıl, 2006). Bu da küresel ısınma ve buna bağlı ekosistem değişikliklerini beraberinde getirmektedir.

Türkiye turba varlığı bakımından zengin değildir ve turba üretimi nispeten sınırlıdır. Bu nedenle ihtiyacın önemli bir kısmı ithal edilmekte ve gerekli hallerde ihracat yapılmaktadır (TÜİK, 2022a, b). Mevcut şartlarda, Türkiye'de turba çıkarımının bir süre daha devam edeceği öngörülebilir. Burada önemli olan her havzanın kendine özgü bir ekosisteminin olduğunun ve sistemin çökmesi durumunda geri kazanımların kolay olmayacağına farkında olunmasıdır. Bu nedenle göl sedimanlarının ve turbalıkların makul bir bölümünün mutlak koruma altına alınması, ekosistemlerin geleceği ve bilimsel araştırmaların yapılabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Türkiye'de sulak alanların korunmasına ilişkin kanun ve yönetmeliklerin tarihi yaklaşık 40 yıl öncesine dayanmaktadır. 1983 tarihli 2872 numaralı Çevre Kanunu'nun 9. Maddesinde sulak alanların doğal yapılarının ve ekolojik dengelerinin korunması esas alınmış, sulak alanların doldurulması ve kurutulması yoluyla arazi kazanılmasının idari yaptırımlarının olacağı belirtilmiştir (URL-4). Ancak bu kanun ülkemizdeki pek çok sulak alanın kurutulmasını engellemiştir. Daha sonra 1994 tarihli ve 21937 sayılı Resmî Gazetede yayımlanan Ramsar Sözleşmesi yürürlüğe girmiş olup sulak alanlar uluslararası düzeyde koruma altına alınmıştır. Sonrasında ise 2014 tarihli 28962 numaralı Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelikle, korunan alanlarda gerçekleştirilecek her türlü faaliyet izne tabi olmuştur. Doğa Koruma ve Milli Parklar Bölge Müdürlüğü tarafından verilecek izinler Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği'nin 10. Maddesi



kapsamında ve Uzun Yıllık Gelişme Planlarına göre verilmektedir. Yönetmeliğe göre 1 Mart – 30 Haziran tarihleri arasında en fazla iki ha büyüklüğünde iki yıl süreli olarak turba çıkarımına izin verilmektedir. Ekolojik olarak önemli sahalarda turba çıkarımına izin verilmemektedir (URL-5).

Turbalıklar sulak alan ve korunan alan olmalarının yanı sıra Maden Kanunu'nda IV. sınıf maden sınıfında yer almaktadır. Bu nedenle MAPEG'den 10 yıllık turba çıkarım ruhsatı ile Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığından Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliğine göre ÇED raporu alınması gerekmektedir.

Çalışma sahasında 2005 yılında ÇED Yönetmeliği'nin 17. Maddesine istinaden ÇED gerekli değerdir raporu, 2018 yılında ise kapasitenin 936 ha'a artırılma talebi nedeniyle ÇED raporu alınmıştır. 2012'de maden işletme ruhsatı; Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği kapsamında 2015 -2017 yılları arasında 2 ha turba çıkarım izni alınmıştır. 2021 yılına kadar sahada turba çıkarılmış olup, 2022 itibariyle turba çıkarım izni verilmemiştir (URL-5). Ancak bundan sonra turba çıkarımına izin verilip verilmeyeceği, aynı dönemde kaç kişinin bundan yararlanabileceği ve turbalıkların kaç hektarı için izin verileceği konuları halen belirsizdir.

Çalışma sahasının 2008 yılında tabiat parkı ve öncesinde sit alanı ilan edilmesi, 2014 yılında yönetmeliklerin (URL-5) ve uzun dönemli gelişme planlarının uygulanmaya çalışılması sahanın korunması açısından önemli adımlardır. Ancak sahanın sulak alan yönetim planının olmayışı, kurumlar arasındaki görev dağılımı, uygulama ve denetleme konusunda belirsizliklere ve karışıklıklara neden olmaktadır. Bu nedenle sahanın sulak alan yönetim planının hazırlanması önem taşımaktadır. Ancak, alınan önlemlerin arzulanan hedefe ulaşabilmesi için, yerel halkın konu hakkında bilgilendirilmesi ve koruma – kullanma bilinci içinde sisteme dâhil edilmesi gerekmektedir. Bu açıdan havzadaki turbalıkların korunması ile ilgili birtakım öneriler sunulmuştur:

- Türkiye'de yönetim planları olan sınırlı sayıda sulak alan vardır. Sürdürülebilir kullanımları açısından her bir sulak alan için yönetim planı hazırlanma ve uygulama çalışmalarının hızlandırılması gerekmektedir.
- Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğünün Parsel Sorgulama uygulamasında URL-6) Azaplı Gölü'nün batısı ve kuzeydoğusu ile Gölbaşı Gölü'nün güneybatısı sazlık alan olarak nitelendirilmiştir. Ancak arazi çalışmamız ve uydu görüntülerine göre bu alanların niteliği tarım alanı ve kavaklık şeklinde değişmiştir. Bu açıdan sistemin güncellenmesi gerekmektedir.
- Ulusal Sulak Alan Envanteri Yönetim Bilgi Sistemi sulak alanların biyolojik ve kimyasal özelliklerinin, kullanımlarının ve alansal dağılışlarının izlenmesi açısından önemli bir veri tabanıdır (URL-7). Ancak ayrı bir ekosistem olarak turbalıklar bu veri tabanında detaylı olarak belirlenmemiştir. Bu veri tabanında turbalıklara ilişkin sınırlar ayrıca eklenmelidir. Turbalıkların etkin olarak korunması için kayıt altına alınması; devamlılıklarını sağlayabilmek için bu sahaların arazi kullanım durumlarının takip edilmesi gerekmektedir.
- Turbalar paleocoğrafik koşulları aydınlatmada önemli kayıtlar olduklarından turbalıklardan alınacak karotlar gelecekte kullanılmak üzere karot bankasında saklanmalıdır.
- Çalışma sahasında sulu tarım ürünlerinin dikiminde artış yaşanmakta bu durum su kullanımın ve su kuyularının artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle su kuyularının açılmasına ve fazla

su kullanılmasına kısıtlama getirilmelidir. Bu amaçla ilgili kurumlarca yapılacak denetlemeler sıklaştırılmalıdır.

- Havza tabanındaki su seviye değişmelerinin izlenmesi amacıyla belirlenecek alanlara gözlem kuyuları açılmalıdır.
- Gölbaşı Göllerine dışarıdan aktarılan sular suyun kimyasal özelliklerini ve göl ekosistemini etkileyecektir. Bu nedenle oluşabilecek olumsuzlukların ayrıntılı bir şekilde incelenmesi gerekir.
- Sahada su ihtiyacı fazla olan kavak dikiminin yoğun olması da sulak alanların karlaşmasını hızlandırmaktadır. Bu nedenle kavak dikimi kontrol altına alınmalıdır.
- Havza tabanı ve çevresinde sulu tarım geçmişten günümüze artış göstermiştir. Turbalıkların sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından sahanın iklim koşulları ve su kaynakları dikkate alınarak tarımsal faaliyetler gerçekleştirilmelidir.
- Çeşitli sinek ve böceklerin konukçuları olan hurma tarımının artması zararlıları kendine çekmekte bu da daha fazla zirai ilaç kullanımına sebep olmaktadır. Su kirliliğinin önlenmesi ve turbalıklarda yaşayan canlıların zarar görmemesi açısından tarım alanlarında kullanılan zirai ilaçların kullanımının kontrol altına alınması gerekmektedir. Mümkünse havzadaki tarım, organik tarıma yönlendirilmelidir.
- Gölbaşı Gölleri Havzası'ndaki turbalıkların makro-mikro canlılar yönünden yeterince çalışılmadığı görülmüş olup turbalıkların ekosistem özelliklerinin detaylı çalışılması gereklidir.

### Notlar

<sup>1</sup> Bu çalışma ikinci yazarın danışmanlığında birinci yazar tarafından hazırlanan "Gölbaşı Havzası'nda (Adıyaman) Doğal Ortam Değişimleri ve Geleceğe Yönelik Projeksiyonlar" adlı doktora tezinden üretilmiştir.

<sup>2</sup> Arazi çalışmaları ve görüşmelere ilişkin Etik Kurul izni Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu'ndan 29.04.2022 tarihli 2022 308 sayılı kararla alınmıştır.

<sup>3</sup> 2020 yılı üzerindeki uydu görüntüsünden yararlanılarak çizilen alanın arazi kullanımı, 2022 yılındaki arazi çalışmaları, drone ile fotoğraf çekimlerine göre sınıflandırılmıştır.



# The Spatiotemporal Changes of the Gölbaşı Basin Peatlands, Adıyaman/ Türkiye<sup>1</sup>

Merve Sandıkçıoğlu<sup>\*a</sup>, Ali Uzun<sup>b</sup>

Submitted: 08.04.2023

Accepted: 23.06.2023

## EXTENDED ABSTRACT

### 1. Introduction

Peat is an organic material consisting of dead and decayed plant remnants in environments with high acidity and insufficient oxygen in water-saturated environments (Parish et al., 2008: 1; Tırlı, 2006: 24). Peats are utilized as fuel, heat and sound insulation, in agriculture, energy production, commercial forestry, balneology, and textiles (Çolak and Günay, 2011: 234; Fındıkgil, 1997: 17; URL - 1). Due to its broad usage areas, peat is widely extraction and traded worldwide. Peatlands, which is a separate ecosystem, have the functions of creating biodiversity and supporting the biodiversity of other ecosystems (Bragg and Lindsay, 2003). Peatlands are one of the sources of methane (CH<sub>4</sub>), and sinks of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) (Tırlı, 2006: 35).

Peatlands are mostly prominent in countries such as Russia, Canada, USA and Indonesia (Xu et al., 2018: 137). Considering the distribution areas in the world, peat areas in Turkey are limited covering an area of 253 km<sup>2</sup> (Çolak and Günay, 2011: 168).

Peatlands are under threat of extinction due to agriculture, peat extraction and forestry activities. As a matter of fact, 85% of the peatlands in Turkey have been degraded and the peatlands have decreased from 24,000 hectares to 3000 hectares (Hoş-Çebi and Korkmaz, 2015: 155). The Gölbaşı Basin peatlands also face similar problems.

Peatlands have been investigated in many aspects such as the spatial distribution, chemical and physical properties and restoration of peatlands (Kowalczyk-Juško et al., 2016; Li et al., 2018; Montanarella et al., 2006; O'Connell et al. 2014; Paleckiene et al., 2021; Parry et al., 2014). In Turkey, studies have been conducted on the physical and chemical properties of peatlands and their habitat in terms of evaluation, classification, changes in land use and paleovegetation characteristics (Aslan-Sungur et al., 2016; Çaycı et al., 2011; Dengiz et al., 2009; Evrendilek et al., 2011; Hoş-Çebi and Korkmaz, 2015; Kırmacı et al., 2019; Makarođlu et al., 2022; Öner, 2009; Payne et al., 2008).

The Gölbaşı Basin, located on the Eastern Anatolian Fault Zone (EAFZ), is an important area in terms of tectonic, morphological and vegetation. For this reason, the field has been the subject of

\* Corresponding Author: [mervesandikcioglu@gmail.com](mailto:mervesandikcioglu@gmail.com)

<sup>a</sup> Siirt University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Geography, Siirt/ Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-7029-6156>

<sup>b</sup> Ondokuz Mayıs University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Department of Geography, Samsun/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0003-3854-2780>

many studies in terms of paleovegetation, tectonic, morphological and vegetation characteristics (Gürbüz et al., 2007; İmamoğlu, 1993; Korkmaz et al., 2008; Tel and Eğilmez, 2015; van Zeist et al. 1970). On the other hand, the literature on the Gölbaşı Basin peatlands is extremely limited (Çolak and Günay, 2011; Gürbüz et al., 2007; van Zeist et al., 1970). This is the first detailed study on the spatiotemporal change of the Gölbaşı peatlands.

The aim of this study is to examine the spatiotemporal changes in the Gölbaşı Basin peatlands between 1973 and 2020. In this study, it was determined that the peatlands decreased from 1540,64 ha in 1973, to 897, 22 ha in 2020 and areal decrease has reached by 42% between these years. It was understood that 73% of this decrease occurred due to drainage and agricultural activity. Considering these data in the preparation of the watershed management plan is important in terms of the sustainability of peatlands.

The Gölbaşı Basin is located in the Middle Euphrates Section of the Southeastern Anatolia Region. The basin is adjacent to the Mediterranean Region from the west and the Eastern Anatolian Region from the north. Administratively, it is mostly within the borders of Gölbaşı district of Adıyaman province (Figure 1). There are Gölbaşı, Azaplı and İnekli (Çelik) lakes in the basin. A portion of 2,079.79 ha of the basin was declared as Gölbaşı Lakes Nature Park on 28.05.2008.

## **2. Methodology**

This study is largely based on field studies. In addition, geographic information systems and remote sensing techniques were also used in the study. Semi-structured interviews were conducted with local people. In addition, data obtained from reports, websites and institutions were also used. In the study, the average temperature and precipitation data of the Gölbaşı (Adıyaman) Meteorology station, at an altitude of 900 m, for the period 1986-2021 were used.

In order to determine the temporal and spatial changes of peatlands, Landsat 5 TM (Thematic Mapper) dated 05.08.1984, Landsat 7 ETM dated 09.08.2000 and Landsat 8 satellite imagery dated 08.24.2020, obtained from URL-2 site, were used. Before the satellite images were classified, geometric and atmospheric corrections were made. ArcGIS 10.3.1 software was used to analyze satellite images of the study area and to prepare all maps. In addition, field studies, orthophotos dated 1973, 1985, 1999, and 2020 obtained from the General Directorate of Mapping (HGM) and band combinations of satellite images were used to verify the data.

NDWI (Normalized Difference Water Index) analysis proposed by McFeeters (1996) and used to highlight water bodies was used to classify the images of the study area. The values used in the NDWI analysis are divided into three classes: lakes, peatlands and other areas. The raster data obtained after the NDWI analysis was converted to vector format. The classifications obtained were corrected by comparing them with field studies, orthophotos and satellite images, and spatial calculations were made. The land use conditions of the drained areas between 1973 and 2020 were classified using field studies, current drone images and the Google Earth Pro program.

## **3. Results**

The study area is a basin of tectonic origin developed in the EAFZ zone. The water of the basin is drained by the Aksu Stream, which is one of the branches of the Ceyhan River. In the basin, there are Gölbaşı, Azaplı and İnekli (Çelik) lakes and peatlands developed around them. The water of lakes and peatlands are provided by precipitation, springs, and streams. In addition, water was added to Gölbaşı Lake from Göksu Stream between 2005 and 2018 through a tunnel opened from the northeastern of the basin. In the study area, the long annual temperature average is 14.9 °C and the long annual precipitation average is 735 mm. The main plant species of peatlands are *Phragmites australis*, *Typha latifolia*, *Juncus inflexus*, *Nymphaea alba*, *Carex sp.* forms.

Drainage and subsequent pedogenesis process negatively affect the peat ecosystem (Dengiz et al., 2009: 1063). After 1990, drainage channels with a width of 10 m and above were opened by the State Hydraulic Works (DSİ) in order to drain the swamps and to provide transmission between the lakes in the basin (DSİ, 2015). For this reason, both the peat formation areas and the existing peatlands have been narrowed.

Among the reasons for the spatial changes of peatlands in the research area, human effects such as opening drainage channels, water transfer from outside the basin, use of water for agricultural purposes and peat extraction are highlighted. While the area of peatlands in the basin was 1540.64 ha in 1973, it decreased to 1320.98 ha in 1984, to 1107.99 ha in 2000 and to 897.22 ha in 2020 (Figure 2). The area decrease of the peatlands in the last 47 years has been 643.42 ha (41.76%). The narrowing is especially observed in the peat extraction area between Gölbaşı and Azaplı Lake, northeast of Azaplı Lake and north of İnekli Lake (Figure 3).

In the 47-year period between 1973 and 2020, the Gölbaşı lakes have narrowed 37.24 ha in total. The narrowing of the lake area has occurred through the formation of deltas and new peatland areas. There are large and small floating islands (peats) in İnekli Lake, which is relatively shallow in the basin. The total area of the floating islands is 4.02 ha (Figure 2). Floating islands have increased by 3.8 ha in 36 years (1984-2020).

A significant portion of the lands that have been dried at the bottom of the basin are used as orchards and poplars (Figure 4). This increased the need for irrigation water, which led to the withdrawal of water from lakes and canals, an increase in boreholes and a decrease in the groundwater level.

The Gölbaşı Basin peatlands have high plant diversity. In addition, these peatlands are rich in organic matter, and plant nutrients such as Ca and Mg (URL - 3). With these characteristics, the Gölbaşı Basin peatlands have been included in the extremely rich fen class (Sjörs, 1950 with reference to Parish et al., 2008). According to the hydrogenetic peat classification system (Joosten and Clarke, 2002; Parish et al., 2008), they can be included in the terrestrialisation peatlands class associated with groundwater.

Official records of peat extraction in the basin date back to the early 2000s. Peat extraction in the Gölbaşı Basin is carried out by an enterprise in Bağlarbaşı village and in the form of open pit mining. The workers of this enterprise are usually recruited from the surrounding villages and contribute to the economy of the local people. While the license area of the facility was 24.87 ha in

2018 and before, a capacity increase of 963.3 ha was planned in 2018 and an EIA (Environmental Impact Assessment) report was prepared (Deng Mühendislik, 2018).

The total peat extraction area from 2000 to 2020 in the study area is 56.63 ha. It is understood that the peat extraction rate of 27% in the diminish of the Gölbaşı Basin peatlands in 20 years. The narrowing due to drainage and other reasons has reached 73%. A lake was formed in the areas where peat was extracted. These areas have lost their first features, but a new habitat area emerged where birds swim and hunt.

In the study area, a crucial issue affecting occur the peatland and peat ecosystem are burned of reeds. Furthermore, the peatland ecosystem is affected by wastewater from the settlement in the surrounding.

#### **4. Discussion and Conclusions**

This paper is the first study that presents spatiotemporal change between 1973-2020 Peatlands of the Gölbaşı Basin. The Peatland decrease from 1540,64 ha in 1973, to 897, 22 ha in 2020 and areal narrowing has reached about 42% between these years. The areal decrease has occurred mostly in agricultural areas. However, 27% of areal decrease between 2000-2020 peat mining has been effective.

Turkey is not widespread in peat-forming and peat extraction is restricted. Therefore, an important portion of the demand is being imported and exported when necessary. It can be predicted that will be peat extraction for a while in Turkey. Therefore, absolute protection of a reasonable part of lake sediments and peatlands is of great importance for the future of ecosystems and scientific research.

Declaring the study area as a nature park and protected area, trying to implement the regulations (URL-5) and long-term development plans are important for the protection of the area. However, the lack of a wetland management plan for the site causes uncertainties and confusion in the distribution of duties, implementation and supervision among institutions. Therefore, it is important to prepare a wetland management plan for the basin. However, the local people should be informed about the issue and included in the system with the awareness of protection and use.

#### **References/Referanslar**

- Aslan-Sungur, G., Lee, X., Evrendilek, F., Karakaya, N. (2016). Large interannual variability in net ecosystem carbon dioxide exchange of a disturbed temperate peatland, *Science of the Total Environment*, 554, 192-202. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.02.153.
- Bragg, O., Lindsay, R. (2003). Strategy and action plan for mire and peatland conservation in Central Europe. The Netherlands: Wetlands International. [https://repository.uel.ac.uk/download/a15975c835ce7ba86d935b6d6fa17342094c74e76e68c0ce0ba9df4ca0c5de91/2925991/WI\\_CEPP\\_2003.pdf](https://repository.uel.ac.uk/download/a15975c835ce7ba86d935b6d6fa17342094c74e76e68c0ce0ba9df4ca0c5de91/2925991/WI_CEPP_2003.pdf) adresinden alınmıştır.
- Çaycı, G., Baran, A., Ozaytekin, H., Kutuk, C., Karaca, S., Çiçek, N. (2011). Morphology, chemical properties, and radiocarbon dating of eutrophic peat in Turkey, *Catena*, 85 (3), 215-220. Doi: 10.1016/j.catena.2011.01.005.
- Çolak, A. H., Günay, T. (2011). Gizemli Yaşam Alanları Olarak Turbalıklar (El kitabı) (Katkısı olan diğer yazarlar: H. Joosten, G. M. Steiner, S. Kırca, T. Minayeva, M. Succov, T. Timmermann, J. Paal, M. Pöstinger, A. Ertan, G. Özalp, S. Çoban). İstanbul: Rota Yayın Yapım Tanıtım.

- Deng Mühendislik (2018). Turba (torf) ocağı kapasite artışı, mobil kırma – eleme ve paketleme tesisi (Bağlarbaşı köyü, Gölbaşı, Adıyaman). 30.09.2022 tarihinde <http://eced.csb.gov.tr/ced/jsp/ek1/21250#> adresinden alınmıştır.
- Dengiz, O., Ozaytekin, H. H., Cayci, G., Baran, A. (2009). Characteristics, genesis and classification of a basin peat soil under negative human impact in Turkey, *Environmental geology*, 56 (6), 1057-1063. Doi: 10.1007/s00254-008-1206-3.
- Devlet Su İşleri (DSİ) (2015). Yayınlanmamış Ceyhan Havzası hidrojeolojik raporu. Kahramanmaraş.
- Evrendilek, F., Berberoglu, S., Karakaya, N., Cilek, A., Aslan, G., Güngör, K. (2011). Historical spatiotemporal analysis of land-use/land-cover changes and carbon budget in a temperate peatland (Turkey) using remotely sensed data, *Applied Geography*, 31(3), 1166-1172. Doi: 10.1016/j.apgeog.2011.03.007.
- Fındıklı, G. (1997). Turba yataklarının değerlendirilmesi ve Türkiye'de enerji üretiminde kullanma olanakları, *Bilimsel Madencilik Dergisi*, 16 (3), 10-21. <http://www.mining.org.tr/en/pub/issue/32625/362120> adresinden alınmıştır.
- Gürbüz M., Karabulut, M., Küçükönder, M. (2007). Gölbaşı Gölleri sulak alan ekosistemi yönetim planı. TÜBİTAK.
- Hoş-Çebi, F., Korkmaz, S. (2015). Organic geochemistry of Ağaçaşlı Yayla peat deposits, Köprübaşı/Trabzon, NE Turkey. *International Journal of coal geology*, 146, 155-165. Doi: 10.1016/j.coal.2015.05.007.
- İmamoğlu, M. Ş. (1993). Gölbaşı (Adıyaman) – Pazarcık – Narlı (K.Maraş) Arasındaki Sahada Doğu Anadolu Fayı'nın Neotektonik İncelenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, Ankara. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden alınmıştır.
- Joosten, H., Clarke, D. (2002). Wise use of mires and peatlands. Finland: International Mire Conservation Group and International Peat Society. <https://www.researchgate.net/profile/Hans-Joosten/publication/267227024peatlands/links/545718440cf2bccc490f3a8b/Wise-use-of-Wise-use-of-peatlands-peatlands.pdf> adresinden alınmıştır.
- Kahraman, İ. M., Güçlü, K. (2001). Erzurum ve çevresinde tespit edilen turba alanlarının bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılma olanaklarının araştırılması, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32 (2). <https://dergipark.org.tr/en/pub/ataunizfd/issue/2954/40915> adresinden alınmıştır.
- Karamanoğlu, K. (1961). Yüksek turbalıkların teşekkülü genel yayılma alanları, *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 67-77. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/174489> adresinden alınmıştır.
- Kırmacı, M. (2017, Temmuz). Sphagnum Peatlands of Turkey. The 3rd International Symposium on EuroAsian Biodiversity 5- 8 July 2017. Minsk – Belarus.
- Kırmacı, M., Semiz, A., Filiz, F., Çatak, U. (2019). Turkish blanket bogs and Sphagnum (Bryophyta) diversity of these blanket bogs, *Acta Biologica Turcica*, 32 (4), 211-219. <http://www.actabiologicturcica.com/index.php/abt/article/viewFile/835/832> adresinden alınmıştır.
- Korkmaz, H., Karabulut, M., Gürbüz, M. (2008). Water potential of the Gölbaşı Lakes and their sustainable management, *J. Int. Environmental Application & Science*, 3(5), 390-398. [https://www.researchgate.net/publication/269392464\\_Water\\_Potential\\_of\\_the\\_Golbasi\\_Lakes\\_and\\_Their\\_Sustainable\\_Management](https://www.researchgate.net/publication/269392464_Water_Potential_of_the_Golbasi_Lakes_and_Their_Sustainable_Management) adresinden alınmıştır.
- Kowalczyk-Juško, A., Onuch, J., Kościuk, B., Skowron, P., Chołody, M., Kosidło, A., Rawski, J. (2016). Environmental and practical aspects of the use of peat for agriculture and energy aims, *Journal of Ecological Engineering*, 17 (4), 138-142. Doi: 10.12911/2F22998993%2F65083.
- Li, C., Grayson, R., Holden, J., Li, P. (2018). Erosion in peatlands: Recent research progress and future directions, *Earth-Science Reviews*, 185, 870-886. Doi: 10.1016/j.earscirev.2018.08.005.
- Lindsay, R. (2016). Peatland (mire types): based on origin and behavior of water, peat genesis, landscape position, and climate, in: F. M. Milton, G. R. Prentice, R. Crawford and N. C. Davidson (Eds.), *The Wetland Book: II: Distribution, Description and Conservation*. Netherlands, Dordrecht: Springer 1-23. Doi: 10.1007/978-94-007-6173-5\_279-1.
- Loisel, J., Gallego-Sala, A. (2022). Ecological resilience of restored peatlands to climate change, *Communications Earth & Environment*, 3 (1), 1-8. Doi: 10.1038/s43247-022-00547-x.
- Makaroğlu, Ö., Küçükdemirci, M., Karlıoğlu, N., Acar, D., Gürel, A., Dağdeviren, R. Y., ... Çağatay, M. N. (2022). Holocene sedimentary history of South Danamandıra Lake: a peatland in west of İstanbul, Çatalca Peninsula, NW Turkey, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 31 (4), 410-423. Doi: 10.55730/1300-0985.1809.
- MAPEG (Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü) (2022). Maden üretim değerleri, 2018-2021. Endüstriyel hammaddeler üretimi (ton). 07.11.2022 tarihinde <https://www.mapeg.gov.tr/Custom/Madenistatistik> adresinden alınmıştır.

- McFeeters, S. K. (1996). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features, *International Journal of Remote Sensing*, 17 (7), 1425-1432. Doi: 10.1080/01431169608948714.
- Montanarella, L., Jones, R. J., Hiederer, R. (2006). The distribution of peatland in Europe, *Mires and Peat*, 1. [https://www.researchgate.net/profile/LucaMontanarella/publication/26841884\\_The\\_distribution\\_of\\_peatland\\_in\\_Europe/links/02e7e5228248a6b2ae000000/The-distribution-of-peatland-in-Europe.pdf?\\_sg%5B0%5D=started\\_experiment\\_milestone&origin=journalDetail](https://www.researchgate.net/profile/LucaMontanarella/publication/26841884_The_distribution_of_peatland_in_Europe/links/02e7e5228248a6b2ae000000/The-distribution-of-peatland-in-Europe.pdf?_sg%5B0%5D=started_experiment_milestone&origin=journalDetail) adresinden alınmıştır.
- Minayeva, T. Y., Sirin, A. A. (2012). Peatland biodiversity and climate change, *Biology Bulletin Reviews*, 2 (2), 164-175. Doi: 10.1134/S207908641202003X.
- O'connell, J., Connolly, J., Holden, N. M. (2014). A monitoring protocol for vegetation change on Irish peatland and heath, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 31, 130-142. Doi: 10.1016/j.jag.2014.03.006.
- Öner, Ş. (2009). Vegetation history and human activity in 2nd millennium AD in NW Turkey: pollen analysis of a peat bog. In A. B. Fennici (Ed.), *Finnish Zoological and Botanical Publishing Board*. Doi: 10.5735/085.046.0302.
- Paleckiene, R., Navikaite, R., Slinksiene, R. (2021). Peat as a raw material for plant nutrients and humic substances, *Sustainability*, 13 (11), 6354. Doi: 10.3390/su13116354.
- Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minayeva, T., Silvius, M. and Stringer, L. (2008). Assessment on peatlands, biodiversity and climate change: Main report. Kuala Lumpur, Wageningen: Global Environment Centre and Wetlands International. [https://www.researchgate.net/profile/Hans-Joosten/publication/284054686\\_Peatlands\\_and\\_carbon/links/56b1c80508ae56d7b06b29e3/Peatlands-and-carbon.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Hans-Joosten/publication/284054686_Peatlands_and_carbon/links/56b1c80508ae56d7b06b29e3/Peatlands-and-carbon.pdf) adresinden alınmıştır.
- Payne, R. J., Charman, D. J., Matthews, S., Eastwood, W. J. (2008). Testate amoebae as palaeohydrological proxies in sürmene ağaçbaşı yaylasi peatland (northeast Turkey), *Wetlands*, 28 (2), 311-323. Doi: 10.1672/07-42.1.
- Parry, L. E., Holden, J., Chapman, P. J. (2014). Restoration of blanket peatlands, *Journal of environmental management*, 133, 193-205. Doi: 10.1016/j.jenvman.2013.11.033.
- Sandıkçioğlu, M., Uzun, A. (2022). Gölbaşı Havzası Turbalıklarının Alansal ve Zamansal (1984 - 2020) Değişimi, Adıyaman/ Türkiye. III. International Siirt Scientific Research Congress 18-19 November 2022, *Bildiriler Kitabı* içinde (s. 817-825). Siirt.
- Sjörs, H. (1980). Peat on earth: multiple use or conservation? *Ambio*, 303-308. <https://www.jstor.org/stable/4312610>.
- Tarnocai, C. (2006). The effect of climate change on carbon in Canadian peatlands, *Global and planetary Change*, 53, 222-232. Doi: 10.1016/j.gloplacha.2006.03.012.
- Tel, A. Z., Eğilmez, Ç. (2015). Gölbaşı gölleri (Adıyaman/Türkiye) havzası vejetasyon tiplerinin floristik kompozisyonu ve ekolojik özellikleri üzerine bir araştırma, *ADYÜTAYAM*, (3) 1, 2-28. <https://dergipark.org.tr/en/pub/adyutayam/issue/61038/906390> adresinden alınmıştır.
- Tırlı, A. (2006). *Sulak Alanlar*. Ankara: Oran.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK, 2022a). Yıllık sanayi ürün istatistikleri, 2013-2021. 13.09.2022 tarihinde <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> adresinden alınmıştır.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK, 2022b). Dış ticaret istatistikleri ara malı ithalatı, 2013-2021. 13.09.2022 tarihinde <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> adresinden alınmıştır.
- Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği (TÜSİAD, 1998). 21. Yüzyıla girerken Türkiye'nin enerji stratejisinin değerlendirilmesi. 7.11.2022 tarihinde <https://tusiad.org.tr/tum/item/1846-21--yuzyila-girerken-T%C3%BCrkiye-nin-enerji%20stratejisinin%20de%4%9Ferlendirilmesi> adresinden alınmıştır.
- Trade Map (2022). 2703 – Peat, incl. Peat litter, whether or not agglomerated. 20.09.2022 tarihinde [https://www.trademap.org/Country\\_SelProductCountry\\_TS.aspx?nvpm=1%7c792%7c%7c%7c%7c2703%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c2%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1%7c1](https://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS.aspx?nvpm=1%7c792%7c%7c%7c%7c2703%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c2%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1%7c1) adresinden alınmıştır.
- Van Zeist, W., Timmers, R. W., Bottema, S. (1970). Studies of modern and Holocene pollen precipitation in southeastern Turkey, *Palaeohistoria*, 14, 19-39. file:///C:/Users/merve/Downloads/admin,+PH14\_03VanZeist\_etal%20(2).pdf adresinden alınmıştır.
- Xu, H. (2006). Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery, *International journal of remote sensing*, 27 (14), 3025-3033. Doi: 10.1080/01431160600589179.
- Xu, J., Morris, P. J., Liu, J., Holden, J. (2018). PEATMAP: Refining estimates of global peatland distribution based on a meta-analysis, *Catena*, 160, 134-140. Doi: 10.1016/j.catena.2017.09.010.



- URL-1. Torf nerelerde kullanılır. 12.09.2022 tarihinde [https://torftasas.com/19\\_20210217014210\\_Nerelerde-kullanilir](https://torftasas.com/19_20210217014210_Nerelerde-kullanilir) adresinden alınmıştır.
- URL-2. Earth Explorer. 13.09.2022 tarihinde <https://earthexplorer.usgs.gov/> adresinden alınmıştır.
- URL-3. Üretim sahalarımız (Torf ocakları) (Abant Torf). 17.09.2022 tarihinde <https://www.abanttorf.net/uretim.php> adresinden alınmıştır.
- URL-4.Çevre Kanunu. 12.09.2022 tarihinde <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=2872&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5> adresinden alınmıştır.
- URL-5. Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği kapsamında verilecek izinlere ilişkin 2022 uygulama esasları, 2022, EK-10. Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü 12.09.2022 tarihinde <https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Belgeler/KORUNAN%20ALANLAR%20%20C3%9CCRET%20TAR%20C4%B0FES%20Ek-10-2022%20Yili%20Sulak%20Alan%20Faaliyet%20Izinleri%20Uygulama%20Esaslari.pdf> adresinden alınmıştır.
- URL-6. Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü Parsel Sorgu Uygulaması. 10.12.2022 tarihinde <https://parselsorgu.tkgm.gov.tr/#ara/cografı/37.70249388530638/37.486124038696296> adresinden alınmıştır.
- URL-7. Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Sulak Alan Envanteri Yönetim Bilgi Sistemi. 14.11.2022 tarihinde <https://saybis.tarimorman.gov.tr/detay/6A004200310032007A00680058003700320045006F003D00> adresinden alınmıştır.



## Kızılırmak Deltası Kıyı Çizgisinin EPR ve LRR Yöntemleriyle 1984–2022 Periyodunda Değişim Analizi ve 2030 Yılı Tahmini

*Analysis of shoreline changes in Kızılırmak Delta using EPR and LRR methods for the period 1984–2022, and prediction for the year 2030*

Derya Öztürk<sup>\*a</sup>, Sibel Uzun<sup>b</sup>

### Makale Bilgisi

Araştırma Makalesi

DOI:

10.33688/aucbd.1310132

Makale Geçmişi:

Geliş: 05.06.2023

Kabul:12.07.2023

Anahtar Kelimeler:

Kıyı çizgisi değişimi

Kıyı erozyonu

Kıyı çizgisi tahmini

EPR

LRR

### Öz

Kıyı çizgisindeki değişimlerin belirlenmesi, değişimlerin nedenlerinin araştırılması ve gelecek tarihlere yönelik tahminler, kıyı yönetimi açısından büyük bir önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı Kızılırmak Deltasında 8 km uzunluğundaki bölgede 1984–2022 periyodunda gerçekleşen kıyı çizgisi değişimlerinin analizi ve 2030 yılı için kıyı çizgisinin konumunun tahmin edilmesidir. Çalışmada 1984, 1990, 1996, 2002, 2008, 2015 ve 2022 yıllarına ait Landsat-5 TM/Landsat-8 OLI/Landsat-9 OLI-2 uydü görüntüleri kullanılarak kıyı çizgileri belirlenmiş, EPR ve LRR yöntemleriyle yıllık kıyı çizgisi değişim oranları hesaplanmıştır. 1984–2022 periyodunda EPR yöntemiyle ortalama -7,0 m/yıl ve maksimum -16,2 m/yıl, LRR yöntemiyle ortalama -7,5 m/yıl ve maksimum -19,6 m/yıl erozyon hızı belirlenmiştir. Erozyonla kaybedilen alan 201,40 ha olup, 8 km kıyının EPR yöntemine göre % 57'si, LRR yöntemine göre % 50'si yüksek erozyon derecesi taşımaktadır. Çalışmanın sonuçları kıyı koruma yapılarının erozyonu tam olarak engelleyemediğini göstermiştir. Gerekli önlemlerin alınmaması durumunda 2030 yılına kadar -270,8 m'yi bulabilecek erozyon nedeniyle 51,48 ha alanın kaybolacağı öngörülmektedir.

### Article Info

Research Article

DOI:

10.33688/aucbd.1310132

Article History:

Received:05.06.2023

Accepted:12.07.2023

Keywords:

Shoreline change

Coastal erosion

Shoreline prediction

EPR

LRR

### Abstract

Determining shoreline changes, investigating the reasons for these changes, and making predictions for the future are of great importance for coastal management. The aim of this study is to analyze shoreline changes in an 8 km-long region of the Kızılırmak Delta during the period 1984–2022 and predict the shoreline for the year 2030. The shorelines were determined using Landsat-5 TM/Landsat-8 OLI/Landsat-9 OLI-2 satellite images of 1984, 1990, 1996, 2002, 2008, 2015 and 2022. Annual shoreline change rates were calculated using the EPR and LRR methods. For the period 1984–2022, EPR revealed an average erosion rate of -7.0 m/year, with a maximum erosion rate of -16.2 m/year. LRR showed an average erosion rate of -7.5 m/year, with a maximum erosion rate of -19.6 m/year. The total area lost due to erosion was 201.40 hectares, and 57% of the 8 km coast according to EPR and 50% according to LRR showed high degree of erosion. The results revealed that the coastal protection structures could not completely prevent the erosion. Without necessary precautions, it is predicted that an additional 51.48 hectares of area may be lost due to erosion by 2030, potentially reaching depths of -270.8 m.

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: dozturk@omu.edu.tr

<sup>a</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Samsun/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0002-0684-3127>

<sup>b</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Samsun/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0001-5814-7054>

## 1. Giriş

Kıyı çizgisi kara ve su arasındaki sınırdır. Kıyı çizgisinin konum değişimleri son yıllarda dünya çapında kıyı bölgelerini etkileyen önemli çevre sorunları arasında yer almaktadır (Dey ve Jena, 2021). Akarsularla sediman taşınımı, deniz seviyesindeki değişimler, kıyı akıntıları, rüzgâr, gelgit ve dalgalar gibi çeşitli faktörler kıyı çizgisinde kısa ve uzun vadeli değişimlere neden olur (Aladwani, 2022; Ankrah vd., 2022). Bu değişimler kıyı alanlarında ve ekosisteminde önemli değişimler yaratabildiğinden kıyıların doğal ortamı, insan yaşamı ve mülkiyeti için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır (Dey ve Jena, 2021). Bu nedenle kıyı çizgisi değişimlerinin takibi kıyı risk yönetimi ve planlamasında çok önemli bir rol oynar (Guerrera vd., 2021). Kıyılardaki erozyon ve birikimlerin kantitatif yöntemlerle belirlenmesi, kıyı çizgisi değişimlerinin izlenmesi, kıyı süreçlerinin anlaşılması ve kıyı yönetimi açısından büyük bir önem taşımaktadır (Aladwani, 2022; Dey ve Jena, 2021).

“Kıyı çizgisi” terimi 1800’lerde kullanılırken (Gulliver, 1899), “kıyı çizgisi değişimi” terimi 1960’larda ortaya çıkmıştır (Athearn ve Ronne, 1963). Birleşik terim olan “kıyı çizgisi değişim analizi” ise ilk olarak 1970’lerin sonlarında bilimsel makalelerde yer almaya başlamıştır (Ankrah vd., 2022; Tanner, 1978). Kıyı çizgisi değişim analizi, belirlenen periyotta bir dizi kıyı çizgisinden toplam değişim miktarları ve yıllık değişim oranlarının hesabına dayanmaktadır (Burningham ve Fernandez-Nunez, 2020; Dereli ve Tercan, 2020; Li vd., 2001). Kıyı çizgisi değişim analizi sürecinde kıyı çizgilerinin belirlenmesinde temel veri kaynakları; mevcut haritalar, yersel ölçmeler, Lidar, hava fotoğrafları ve uydu görüntüleridir (Aladwani, 2022; Ankrah vd., 2022; Li vd., 2001; Liu ve Trinder, 2018). Bu veri kaynaklarının her birinin güçlü ve zayıf yönleri bulunmaktadır. Bu nedenle kullanılacak veriler; verilerin mevcudiyeti, çalışma alanının büyüklüğü, veri edinim maliyeti ve süresi, verinin çalışma için yeterli doğruluk düzeyinde olması koşullarına bağlı olarak değişmektedir (Ankrah vd., 2022; Atkinson, 2001; Boak ve Turner, 2005). Haritalar için güncellik sorunu ve değişim belirleme çalışmaları için gerekli olan çoklu zamansal ölçeklerde haritaların elde edilmesindeki zorluklar önemli kısıtlardandır. Bununla birlikte, klasik yersel ölçmeler, özellikle geniş çalışma alanları söz konusu olduğunda çok yoğun iş gücü gerektiren, maliyetli ve zaman alıcı bir işlemdir (Aladwani, 2022). Yüksek çözünürlüklü hava fotoğrafları ve Lidar teknikleri ile topoğrafik ayrıntılar detaylı olarak elde edilebildiğinden kıyı çizgilerinin yüksek hassasiyetle tespit edilebilmesine karşın periyodik uçuşlar ve veri analizleri, kıyı çizgilerinin güncellenmesi için yüksek bir maliyet gerektirmektedir (Esmail vd., 2019). Uzaktan algılama ise kıyı çizgisi değişim analizi için geniş coğrafi ve zamansal kapsamı, özellikle su-kara arayüzünün iyi tanımlandığı kızılötesi spektral bantlara sahip çok bantlı uydu görüntüleri sağlama olanakları ile kıyı çizgisi değişimlerinin belirlenmesinde etkin bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır (Dutta vd., 2022; Nikolakopoulos vd., 2019). Ayrıca farkı çözünürlük düzeylerinde çok sayıda uydu görüntüsü alternatifi, ücretsiz ve açık veri özelliğindeki çeşitli uydu görüntülerine erişim olanakları, uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) entegrasyonu ile mekânsal analizlerin etkin olarak yürütülerek güvenilir ve tutarlı bilgi elde edilebilme olanakları, kıyı çizgisi konumunun değerlendirilmesi ve değişimlerin izlenmesinde uydu görüntülerinin kullanımını cazip kılmaktadır (Aladwani, 2022; Deepika vd., 2014; Esmail vd., 2019).

Kıyı çizgisi değişim analiz yöntemleri, kıyı çizgisindeki mekânsal değişimleri (konumsal değişim ve miktar) belirlemek için kullanılan matematiksel/istatistiksel yöntem ve yaklaşımları ifade

etmek için kullanılan geniş bir tanımlardır (Burningham ve Fernandez-Nunez, 2020). Kıyı çizgisi değişim analizinde SCE (Shoreline Change Envelope), NSM (Net Shoreline Movement), EPR (End Point Rate) ve LRR (Linear Regression Rate) yöntemleri araştırmacılar tarafından en yaygın kullanılan tekniklerdir (Awad ve El-Sayed, 2021; Bheeroo vd., 2016; Warnasuriya vd., 2018; Weerasingha ve Ratnayake, 2022; Zagórski vd., 2020). SCE ve NSM, incelenen periyottaki değişim miktarını, LRR ve EPR ise incelenen periyotta belirlenen bir zamansal ölçek için (örneğin yıllık, aylık vb.) değişim oranının hesaplanmasında kullanılır (Murray vd., 2023; Oyedotun, 2014). EPR hızlı ve hesaplamasının çok kolay olduğu bir yöntemdir. Diğer yandan LRR'nin tamamen kabul edilen istatistiksel konseptte dayalı olması nedeniyle daha güvenilir olduğu kabul görmektedir (Dey ve Jena, 2021). Bu istatistiksel algoritmalar ve kıyı çizgisi değişim analizindeki uygulamaları Thieler vd. (2009) ve Himmelstoss vd. (2018)'de ayrıntılı olarak tartışılmaktadır.

Kıyı çizgisi değişimini zamanın veya deniz seviyesinin bir fonksiyonu olarak tahmin etmek için çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Bu amaçla kullanılan bazı doğrusal olmayan yöntemler, yüksek dereceli polinom, üstel veya döngülü seriler gibi karmaşık matematiksel modellere dayalıdır (Li vd., 2001). Kıyı araştırmalarında gelecekteki bir tarih için kıyı çizgisini tahmin etmek için en yaygın kullanılan yöntem ise sabit bir değişim oranının ekstrapolasyonudur (Basheer Ahammed ve Pandey, 2022; Islam ve Crawford, 2022; Mukhopadhyay vd., 2012). Bu yöntemin popülaritesi temel olarak basitliğinden kaynaklanmaktadır. Herhangi bir ampirik teknikte olduğu gibi hidrodinamik parametreler, kıyı yapıları ve dip özellikleri ile ilgili herhangi bir bilgi veya teori gerektirmez (Esmail vd., 2019; Li vd., 2001). Bunun yerine, tüm temel süreçlerin kümülatif etkisinin konumsal değişimin geçmişinde yakalandığı varsayılır (Li vd., 2001). Bu bağlamda kıyı çizgisi değişim oranlarının belirlenmesinde kullanılan EPR ve LRR yöntemleri kıyı çizgisinde gelecekte oluşabilecek zamansal değişimlerin tahmininde de güvenilir ve basit bir yol olarak kabul edilmektedir (Ahammed ve Pandey, 2022; Aladwani, 2022; Basheer Islam ve Crawford, 2022; Fenster vd., 1993).

Delta ovaları, nehirlerin ağız kısımlarında alüvyonların birikmesi ile oluşmuş kıyı ovalarıdır (Yılmaz, 2005). Deltalar sedimantolojik açıdan oldukça aktif bölgeler olduğundan önemli kıyı çizgisi değişimlerine maruz kalmaktadır (Anthony, 2015; Köle ve Ataol, 2016). Türkiye'nin en geniş üçüncü büyük kıyı ovası olan Kızılırmak Deltası, yaklaşık olarak 78600 km<sup>2</sup> havza alanına sahip Kızılırmak Nehrinin getirdiği yüklü alüvyonlarla hızlı bir büyüme göstermiştir (Yılmaz, 2005; Turoğlu, 2010; Can ve Taş, 2012; Ataol ve Köle, 2016). Ancak son dönemlerde Kızılırmak üzerinde inşa edilen barajlar, kıyı ve deltayı besleyen akarsuların yataklarından kum ve çakıl alımı gibi nedenlerle Kızılırmak Deltasının sediman bütçesi açık vermeye başlamıştır. Başlangıçta deltanın büyümesi durmuş, daha sonra ise delta kıyı erozyonuyla alan kaybetmeye başlamıştır (Turoğlu, 2010; Zeybek vd., 2018). Yapılan çok sayıda araştırma (Ataol ve Köle, 2016; Ozturk vd., 2015; Sertel vd., 2008; Uzun, 2005; Yılmaz, 2005; Zeybek vd., 2011; Zeybek vd., 2018) özellikle deltaya yakın Altinkaya ve Derbent Barajlarının inşasının ardından son 30 yılda deltada yaşanan dramatik gerilemeye dikkat çekmişlerdir. Hay (1994) Kızılırmak Nehrinin üzerinde hiçbir baraj bulunmadığı dönemlerde (1959 yılına kadar) yıllık 23 milyon ton sediment taşınırken Hirfanlı Barajının inşasından sonra bu değer yıllık 18 milyon tona, Altinkaya ve Derbent Barajlarından sonra ise yıllık 0,46 milyon tona düştüğünü

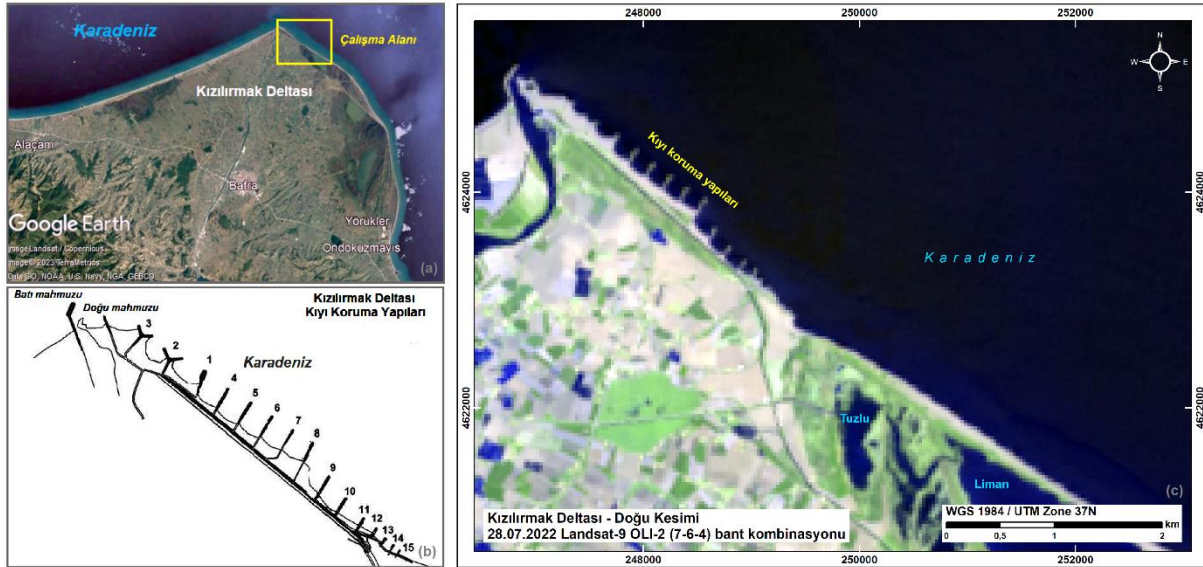
belirtmiştir. Zeybek vd. (2011) ise 2008 yılı itibarıyla taşınan sedimentin yıllık 0,30 milyon tona gerilediğini ifade etmiştir.

Kızılırmak Deltasında kıyı erozyonunu önlemek için çok sayıda kıyı yapısı inşa edilmiş ancak kıyı yapıları nedeniyle de doğal akıntı düzeni bozularak kıyı çizgisinde önemli değişimler gerçekleşmiştir (Zeybek vd., 2018). Deltadaki erozyon tehlikesi nedeniyle uzun yıllardır birçok bilimsel çalışmada kıyı çizgisindeki değişimler araştırılmıştır. İlk çalışmalar genel olarak hava fotoğrafları, haritalar, deltada yaşayan insanlarla yapılan görüşmeler ve arazi gözlemlerine dayalı olarak gerçekleştirilmiştir (Uzun, 2005; Yılmaz, 2005; Yüksek, 2008). Daha sonra uzaktan algılama teknolojisinin kullanımının yaygınlaşmasıyla uydu görüntülerinden uzun zaman periyotlarında meydana gelen değişimlerin araştırıldığı çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Sertel vd. (2008), 1987–2004 periyodu için uydu görüntülerinden ekrandan sayısallaştırma yöntemiyle kıyı çizgilerini elde ederek kıyı değişimlerini araştırmıştır. Turoğlu (2010), 1980 ve 2005 yılı uydu görüntülerini 1926 tarihli bir topoğrafik harita ile karşılaştırmıştır. Kuleli vd. (2011), 1989, 1999 ve 2009 yılı uydu görüntülerinden su indeksi algoritması ile kıyı çizgilerini belirleyerek EPR ve ağırlıklı LRR yöntemleriyle kıyı çizgisi değişimlerini hesaplamıştır. Ozturk vd. (2015) 1987–2011 periyodunda beş farklı tarih için uydu görüntülerinden bant oranlama ve histogram eşikleme algoritmalarıyla kıyı çizgilerini elde ederek SCE, EPR ve LRR yöntemleriyle kıyı çizgisi değişimlerini incelemiştir. Ozturk ve Sesli (2015) 1962–2013 periyodunda topoğrafik haritalardan sayısallaştırma ve uydu görüntülerinden su indeksleri yardımıyla kıyı çizgilerini belirleyerek NSM, SCE ve EPR yöntemleriyle değişimi araştırmışlardır. Ataol vd. (2017) 1951–2017 periyodunda topoğrafik haritalar, hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinden sayısallaştırma ile kıyı çizgilerini elde ederek NSM, EPR ve LRR yöntemleriyle kıyı çizgisi değişimlerini tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmaların ortak sonucu, Kızılırmak Deltası kıyı çizgisinde karaya doğru ciddi boyutta bir gerilemenin meydana geldiği ve bu gelişen kıyı erozyonundan en çok etkilenen bölgenin nehir ağzının doğusundaki kıyı şeridi olduğudur. Yapılan araştırmalarda gerçekleşen erozyon belirlenerek muhtemel tehlikelere işaret edilmesine karşın kıyı çizgisinin gelecek tarihteki olası konumu için kantitatif analizler gerçekleştirilmemiştir. Bununla birlikte literatürde kıyı çizgisi konumunun tahmini ile ilgili araştırmalar da sınırlıdır (Aladwani, 2022; Awad ve El-Sayed, 2021; Deepika vd., 2014; Kumar vd., 2010; Nandi vd., 2016).

Bu çalışmanın temel amacı, Kızılırmak Deltasının kıyı erozyonundan en fazla etkilenen doğu kesiminde (nehir ağzından itibaren yaklaşık 8 km) gelecekteki geliştirme faaliyetlerinde daha iyi yönetim planlamasının yapılabilmesi için uzaktan algılama, CBS ve istatistiksel tekniklerin uygulanmasıyla kantitatif olarak kıyı çizgisi değişimlerinin belirlenmesi ve kıyı çizgisinin gelecekteki olası konumunun tahmin edilmesidir. Bu amaçla çalışmada, 38 yıllık bir periyotta yedi tarihe (1984, 1990, 1996, 2002, 2008, 2015 ve 2022) ait Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır. 1984–2022 periyodundaki kıyı çizgisi değişimleri EPR ve LRR yöntemleriyle analiz edilmiş ve kıyı çizgisi değişimlerinin istatistiksel analizine dayalı olarak 2030 yılı için kıyı çizgisi konumunun tahmini yapılmıştır.

## 2. Çalışma Alanı

Kızılırmak Deltası (Şekil 1a), Türkiye'nin Karadeniz kıyılarında ve Orta Karadeniz Bölümünde yer almakta olup Samsun ilinin idari sınırları içerisinde bulunmaktadır. Deltada Samsun'un Ondokuzmayıs, Bafra ve Alaçam ilçe merkezleri yer alır. Doğuda Engiz Çayı, batıda Alaçam Deresi, güneyde Derbent Barajı ile sınırlanmakta ve Karadeniz'e 69 km kıyısı bulunmaktadır (Zeybek vd., 2018). Kızılırmak Nehrinin taşıdığı alüvyonlarla oluşan Kızılırmak Deltasının yüzölçümü 56000 ha'dır. Bu alanın 11000 ha kısmı sulak alandır (Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü, 2019; Zeybek vd., 2018). Deltanın özellikle doğu kıyılarında yer alan kıyı kordonları ve lagünler, delta üzerindeki en önemli morfolojik birimler arasındadır. Bu lagünler, kıyı kordonları vasıtasıyla denizden ayrılmıştır (Can ve Taş, 2012). Kızılırmak Deltasının doğal hayatı korumaya yönelik I., II. ve III. Derece Doğal Sit Alanı, Yaban Hayatı Geliştirme Sahası ve Ramsar Alanı statüleri bulunmaktadır (Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü, 2019). Çok sayıda nesli tehlike altında olan bitki ve hayvan türüne ev sahipliği yapan Kızılırmak Deltası, sulak alan ekosistemi ve biyolojik çeşitlilik açısından zengin olup doğal fiziki ortam özellikleri, verimli toprakları, coğrafi konumu ve ulaşım kolaylığı ile insan yaşamı için daima cazip imkânlar sunmuştur (Can ve Taş, 2012; Sirat vd., 2012; Turoğlu, 2010). Sulak alan çevresinde yaşayan insanların temel geçim kaynakları tarım, hayvancılık, balıkçılık ve saz üretimidir (Sirat vd., 2012; Turoğlu, 2010).



Şekil 1. Çalışma alanı.

Kızılırmak Deltası antropojenik baskıya maruz bir alandır. Deltayı besleyen Kızılırmak Nehri ve yan kolları üzerinde enerji, taşkın kontrolü ve sulama amacıyla 125 adet baraj ve gölet inşa edilmiştir. 1959 yılında işletmeye açılan Hirfanlı Barajı ve daha sonraki yıllarda inşa edilerek işletmeye açılan Altınkaya (1988), Kapulukaya (1989), Derbent (1990), Gelingüllü (1994), Yamula (2007), Obruk (2007), Bayramhacılı (2011) ve Boyabat (2012) barajları havzadaki baraj gölü hacmi en fazla olan önemli barajlardır. Barajlar nedeniyle Kızılırmak Deltasına ulaşan sediment büyük oranda azalmış (Ataol ve Köle, 2016; Yılmaz, 2005), kıyı akıntısı ve dalga erozyonunun etkisiyle nehrin ağız

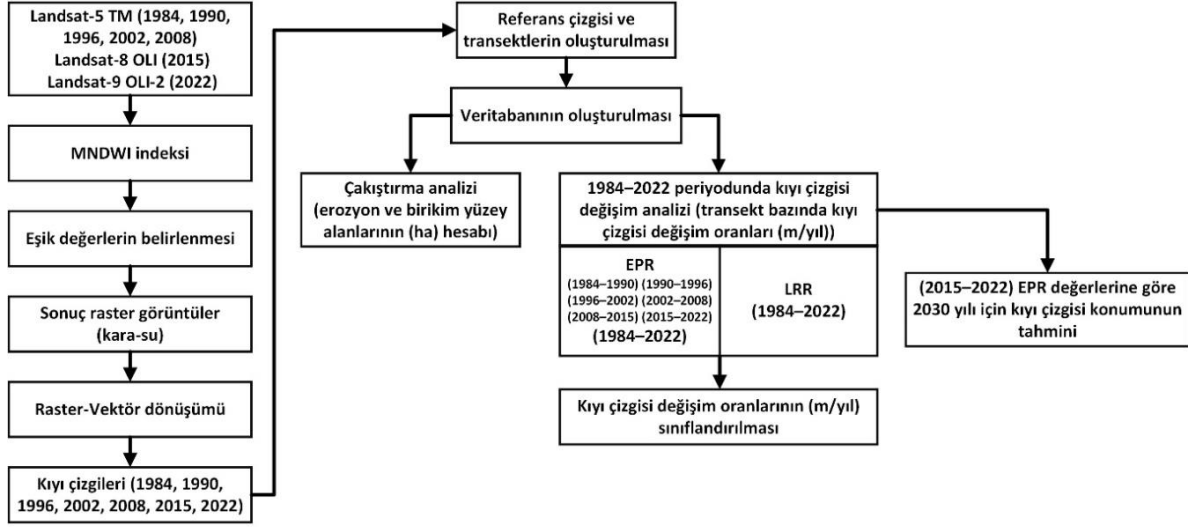
kısından itibaren deltada gerileme başlamıştır (Turoğlu, 2010; Yılmaz, 2005). Deltadaki gerileme, tarım alanlarını ve Devlet Su İşlerinin deltanın doğu kesiminde yer alan tarım alanlarındaki fazla suyu toplayarak denize tahliye etme amacıyla 1991–1992 yıllarında inşa ettiği kuşaklama kanalını da tehdit etmiştir (Ataol ve Köle, 2016; Yılmaz, 2005). Kuşaklama kanalının ağız kısmı tahrip olmuş, buradan içeriye deniz suyu girmeye başlamıştır. Kuşaklama kanalının işlevini kaybetme tehlikesi ile karşı karşıya kalınması ve deltanın gerilemesinden kaynaklanan diğer riskler nedeniyle kıyı erozyonunu önlemek için 1999 yılında mahmuz inşası (Şekil 1b) başlamıştır (Yılmaz, 2005). Mahmuz 1 (I şeklinde-düz) ve mahmuz 2 ve 3 (Y şeklinde) 1999'da tamamlanmıştır. 2002 yılında nehir ve denizin birleştiği yeri düzenlemek için Batı mahmuzunu (J şeklinde) ve Doğu mahmuzunu (I şeklinde) ve 1 nolu mahmuzunun doğusunda beş adet mahmuz (I şeklinde) yapılmıştır (Özdemir, 2010; Zeybek vd., 2011). Ancak yapılan mahmuzlar kendi bölgelerinde erozyonu azaltırken erozyonun daha doğuya taşınmasına neden olmuştur (Yüksek, 2008). Bu nedenle, 2010 yılında 8. mahmuzun doğusunda yedi adet daha mahmuz (I şeklinde) inşa edilmiştir (Ataol ve Köle, 2016). Kızılırmak Deltasının erozyondan en fazla etkilenen ve kıyı koruma yapılarının inşa edildiği bu bölümü de kapsayan nehir ağızından itibaren doğu yönünde yaklaşık 8 km kıyı bu çalışmanın araştırma alanını oluşturmaktadır (Şekil 1c).

### 3. Metodoloji

Kızılırmak Deltasında inceleme alanında, 1984–2022 periyodunda gerçekleşen kıyı çizgisi değişimlerinin analizleri ve 2030 yılı için kıyı çizgisi tahmininin gerçekleştirilmesinde Landsat-5 TM/Landsat-8 OLI/Landsat-9 OLI-2 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Uydu görüntülerinin tarihleri mümkün olduğunca eşit aralıklı periyotlar oluşturacak şekilde ve deltadaki kıyı koruma yapılarının inşa tarihleri dikkate alınarak belirlenmiştir. 1984–1990 ve 1990–1996 periyotlarındaki analizlerle Altınkaya ve Derbent barajlarının deltaya olan etkisi araştırılırken, 1996–2002 periyodundaki analizlerle kıyıda ilk aşamada inşa edilen üç adet mahmuzun, 2002–2008 periyodundaki analizlerde daha sonradan eklenen yedi adet mahmuzun (doğu ve batı mahmuzları ve 4–8 nolu mahmuzlar), 2008–2015 periyodunda son eklenen yedi adet mahmuzun delta kıyılarındaki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. 2015–2022 periyodunda tüm mahmuzların tamamlanmasından sonra gerçekleşen değişimler ve 1984–2022 periyodunda baraj ve mahmuzların deltada meydana getirdiği değişimlerin birleşik sonuçlarının incelenmesi hedeflenmiştir.

Uydu görüntülerinden kıyı çizgilerinin çıkarımında MNDWI (Modified Normalized Difference Water Index) su indeksi algoritması kullanılmış ve görüntülerde bilinen pikseller yardımıyla eşik değerler belirlenerek MNDWI indeks görüntüsü kara ve su olarak sınıflandırılmıştır. Sonuç raster görüntüler vektör forma dönüştürülerek analizlerde kullanılacak kıyı çizgileri elde edilmiştir. Kıyı çizgisi değişim analizleri için tüm kıyı çizgilerine yaklaşık paralel olacak bir referans çizgisi ve bu referans çizgisine dik olacak şekilde 50 m aralıklarla 153 adet transekt oluşturulmuştur. Transektlerin bütün kıyı çizgileri ile kesişim noktaları belirlenerek referans çizgisinden olan uzaklıklar veri tabanına kaydedilmiştir. Kıyı çizgisi değişim analizleri EPR ve LRR yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiş, kıyı çizgisi değişim oranları erozyon ve birikim derecesi açısından sınıflandırılmıştır. Kıyı çizgileri esas alınarak gerçekleştirilen çakıştırma (overlay) analizi ile erozyon ve birikim alanlarının yüzölçümleri hesaplanmıştır. 2015–2022 periyodunda EPR ile belirlenen kıyı

çizgisi değişim oranlarına göre 2030 yılı için kıyı çizgisinin konumunun tahmini yapılmıştır. Kıyı çizgilerinin çıkarımı, kıyı çizgisi değişimlerinin analizi ve tahmin çalışmaları ArcGIS 10.0 yazılımı kullanılarak CBS ortamında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın ana işlem adımları Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Çalışmanın ana işlem adımları.

### 3.1. Uydu Görüntüleri

Çalışma alanı için başlangıç ve bitişi 38 yıllık bir süreyi temsil eden 1984, 1990, 1996, 2002, 2008, 2015 ve 2022 olmak üzere yedi adet Collection 2 Level-2 Landsat uydu görüntüsü kullanılmıştır (Çizelge 1). Collection 2 Level-2 Landsat görüntüleri ücretsiz ve açık veri özeliğinde olup U.S. Geological Survey (USGS) Earth Explorer web sitesinden (USGS, 2023) indirilmiştir. Uydu görüntüleri bulut etkisi %15’ten az ve mevsimsel farklılıkları en aza indirmek için yaklaşık yakın aylarda olacak şekilde seçilmiştir. Görüntüler 30 m piksel boyutlu olup UTM projeksiyon sistemi ve WGS 84 datumundadır. Çalışmada kullanılan Collection 2 Level-2 görüntüleri analize hazır verilerdir. Radyometrik kalibrasyon ve atmosferik düzeltme işlemi USGS tarafından uygulanmıştır (USGS, 2022).

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan uydu görüntüleri.

Uydu	Sensör	Görüntü tarihi	Bulutluluk oranı
Landsat-5	TM	25.06.1984	% 0,00
Landsat-5	TM	25.05.1990	% 8,00
Landsat-5	TM	26.06.1996	% 5,00
Landsat-5	TM	29.07.2002	% 3,00
Landsat-5	TM	09.06.2008	% 4,00
Landsat-8	OLI	14.05.2015	% 3,59
Landsat-9	OLI-2	28.07.2022	% 10,83



### 3.2. Kıyı Çizgilerinin Belirlenmesi

Kara-su arayüzünün belirli bir andaki konumu olan kıyı çizgisi, kıyı erozyonu ve birikimlerin belirlenmesi için bir gösterge sağlayan oldukça dinamik bir özelliktir. Kıyı çizgisi basit tanımla ifade edilebilmesine karşın sürekli değişen dinamik özelliğinden dolayı belirlenmesi zordur (Esmail vd., 2019). Bir kıyı çizgisi üzerindeki her nokta, su yüzeyi seviyesinin tam olarak belirlenmesindeki zorluklardan ve diğer hata kaynaklarından dolayı bir dereceye kadar belirsizliğe sahiptir (Li vd., 2001). Buna karşın uydu görüntülerinden kolay ayırt edilebildiği için Yüksek Su Hattı (High Water Line-HWL) birçok araştırmada (Mahapatra vd., 2014; Nazeer vd., 2020; Roy vd., 2018) kara-su sınır çizgisinin temsil edilmesinde kullanılmıştır. Spektral su indeksleri işlem kolaylığı, hızlı ve etkin sonuç vermesi nedeniyle uydu görüntülerinden HWL'ye dayalı kıyı çizgilerinin çıkarımında yaygın olarak kullanılmaktadır (Awad ve El-Sayed, 2021; Wicaksono vd., 2019).

NDWI (Normalized Difference Water Index) indeksindeki yakın kızılötesi bant yerine orta kızılötesi bandın kullanılmasıyla oluşturulan MNDWI (Denklem 1) toprak ve yerleşim alanlarının suyla ayırımı geliştirdiği için özellikle toprak, kum ve yerleşim alanlarıyla sınır olan kıyı çizgilerinin çıkarımında doğruluğu artırmaktadır (Xu, 2006). Bu çalışmada incelenen alanda kum ve toprak alanları baskın olduğu için kıyı çizgilerinin çıkarımında MNDWI (Xu, 2006) kullanılmıştır. MNDWI indeks görüntülerinde bilinen pikseller yardımıyla belirlenen eşik değerler uygulanarak kara-su ayırımı yapılmıştır. Son aşamada kara ve su olmak üzere iki sınıflı raster görüntü verileri CBS ortamında vektör veriye dönüştürülerek çizgi veri tipinde kıyı çizgileri elde edilmiştir.

$$MNDWI = (Green - MIR)/(Green + MIR) \quad (1)$$

Denklem 1'de; Green yeşil bant ve MIR orta kızılötesi banttaki yansıtım değeridir.

### 3.3. Kıyı Çizgisi Değişim Oranlarının Belirlenmesi ve Sınıflandırılması

Kıyı çizgisi değişim oranları bir referans çizgisi oluşturulup bu referans çizgisi üzerinde belirli aralıklara göre dik olarak çizilen ve tüm kıyı çizgilerini kesen transektler kullanılarak hesaplanır. Transektlerin aralığının kısa olması, değişim oranının belirlenmesinde daha fazla ayrıntı vererek belirsizliği azaltabilir ancak daha fazla zaman alan bir işlemdir (Dey ve Jena, 2021). Bu çalışmada kullanılan uydu görüntüsünün çözünürlüğü de dikkate alınarak 50 m aralıklarla transektler oluşturulmuştur.

Her transekt için kıyı çizgisi değişim oranları EPR ve LRR yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir. EPR, iki farklı tarihteki kıyı çizgisi arasındaki uzaklığın geçen süreye bölünmesiyle hesaplanır (Denklem 2) (Song vd., 2021). EPR'nin başlıca avantajları, hesaplama kolaylığı ve yalnızca iki farklı tarihe ait kıyı çizgisinin hesaplama için minimum gereksinimi karşılamasıdır. En büyük dezavantajı ise, daha fazla verinin mevcut olduğu durumlarda ek bilgilerin göz ardı edilmesidir (Esmail vd., 2019).

$$EPR = \frac{(L_2 - L_1)}{(t_2 - t_1)} \quad (2)$$

Denklem 2'de;  $L_1$  ve  $L_2$  sırasıyla eski ve yeni kıyı çizgisinin referans çizgisine olan uzaklıkları,  $t_1$  ve  $t_2$  ise sırasıyla eski ve yeni tarihtir (Song vd., 2021). Kıyı çizgisi değişim oranı

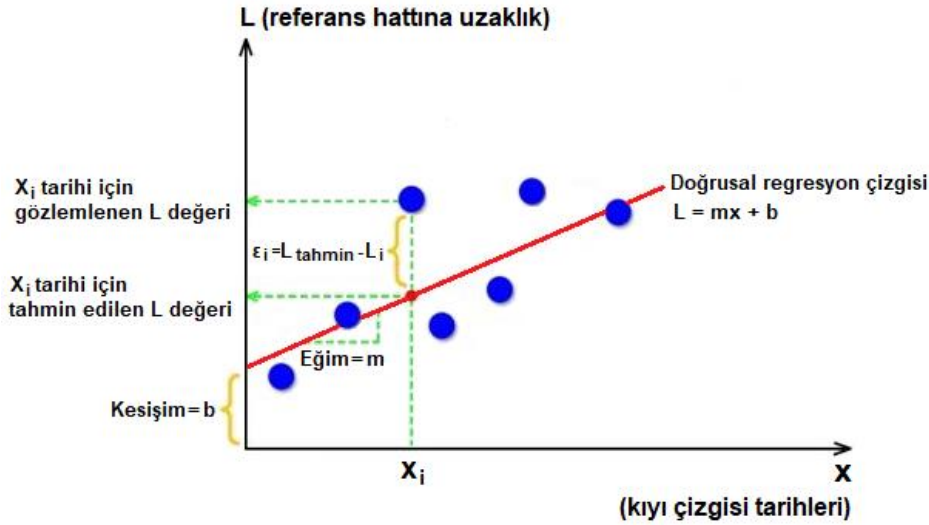
eğer referans çizgisi su tarafında ise “-EPR”, kara tarafında ise “EPR” değerine eşittir. Bu çalışma yıl bazlı gerçekleştirildiği için tarih olarak verilerin yıl değerleri kullanılmıştır.

LRR yönteminde ise değişim oranı, belirli bir transekt için tüm kıyı çizgisi noktalarına bir en küçük kareler regresyon çizgisi (Şekil 3) uydurarak belirlenebilir (Denklem 3) ( Baig vd., 2020; Dey ve Jena, 2021; Esmail vd., 2019; Song vd., 2021).

LRR yönteminde incelenen periyotta mevcut olan ve istenilen tüm tarihlerdeki kıyı çizgileri analize dâhil edilerek daha gerçekçi bir yaklaşım sağlanır (Li vd., 2001). Yöntemin kabul görmüş istatistiksel kavramlara dayalı olması, uygulama kolaylığı, incelenen zaman periyodundaki tüm zaman serisi verilerinin kullanılabilme olanağı ile rastgele hataların ve kısa vadeli (geçici) değişimlerin analiz sonucuna olan etkisinin azaltılması en önemli avantajlarıdır (Dolan vd., 1991; Ozturk vd., 2015).

$$L = mx + b \quad (3)$$

Denklem 3’te; L kıyı çizgisinin mekânsal konumunu (bir transektin referans çizgisinden itibaren kıyı çizgisini kestiği noktaya kadar olan uzaklık) ifade eden bağımlı bir değişken, x tarihi ifade eden bağımsız bir değişken, b kesişim noktası, m ise birim başı x değişimine karşılık gelen L değişimini (doğrusal regresyon oranı olarak belirlenen kıyı çizgisi değişim oranı) ifade eden eğimdir (Baig vd., 2020; Das vd., 2021; Elfadaly vd., 2022). Kıyı çizgisi değişim oranı eğer referans çizgisi su tarafında ise “-m”, kara tarafında ise “m” değerine eşittir.



Şekil 3. Doğrusal regresyon.

Kıyı çizgisi değişim oranları belirli aralıklara göre sınıflandırılarak erozyon ve birikim dereceleri yönünden ifade edilebilmektedir. Çalışmada EPR ve LRR yöntemleri kullanılarak hesaplanan kıyı çizgisi değişim oranları Chenthamil Selvan vd. (2016) ve Baral vd. (2018)’de kullanılan sınıflandırma (Çizelge 2) takip edilerek kategorilendirilmiştir.

**Çizelge 2.** Kıyı çizgisi değişimi sınıflandırması.

Kıyı çizgisi değişim oranı (m/yıl)	Sınıflandırma
< -5	Yüksek erozyon
-3,01 – (-5,00)	Orta erozyon
-0,51 – (-3,00)	Düşük erozyon
-0,50 – (-0,50)	Stabil
+0,51 – (+3,00)	Düşük birikim
+3,01 – (+5,00)	Orta birikim
> 5,00	Yüksek birikim

### 3.4. Kıyı Çizgisinin Gelecekteki Konumunun Tahmini

Kıyı çizgisinin gelecek bir tarihteki konumu Denklem 4'te belirtilen şekilde kıyı çizgisi değişim oranı (eğim), gözlemlenen ve tahmin edilen kıyı çizgisi arasındaki zaman aralığı ve model kesişim değeri kullanılarak tahmin edilir (Aladwani, 2022; Li vd., 2001). Bir çalışma alanındaki kıyı çizgisinin gelecekteki zamansal değişimlerini tahmin etmek için yaygın olarak transektler için elde edilen kıyı çizgisi değişim oranları kullanılmaktadır (Aladwani, 2022; Awad ve El-Sayed, 2021; Deepika vd., 2014; Kumar vd., 2010; Nandi vd., 2016).

$$\text{Gelecekteki kıyı çizgisi konumu} = \text{Değişim oranı} \times \text{Zaman aralığı} + \text{Kesişim} \quad (4)$$

Denklem 4'e göre her transekt için son tarihteki kıyı çizgisi konumuna aradan geçen sürede oluşabilecek değişim eklenerek tahmin zamanı için kıyı çizgisi konumu belirlenebilir.

LRR yöntemiyle elde edilen kıyı çizgisi değişim oranlarının gelecek bir tarih için ekstrapolasyonu yapılarak tahminde kullanılmasının ne derece belirsizlik taşıyabileceğinin değerlendirilmesinde (doğrusal regresyon modelinin tahmin doğruluğu) belirleme katsayısı ( $R^2$ ) hesaplanır (Denklem 5) (Barrett, 1974; Nandi vd., 2016).  $R^2$ , doğrusal regresyon modelinin uyum iyiliği hakkında bilgi sağlar ve bir belirsizlik ölçütü görevi görür (Kumar vd., 2010; Maiti ve Bhattacharya, 2009).  $R^2$ , 1,0 ila 0,0 arasında değişir; 1,0'a yakın değerler, regresyon çizgisinin bağımlı değişkendeki değişimin önemli bir bölümünü açıkladığını gösterirken, 0,0'a yakın değerler, çizginin bağımlı değişkendeki değişimin yalnızca küçük bir bölümünü açıkladığını ifade eder (Himmelstoss vd., 2018).

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y_{\text{ölçülen}} - y_{\text{tahmin}})^2}{\sum (y_{\text{ölçülen}} - y_{\text{ortalama}})^2} \quad (5)$$

Denklem 5'te;  $y_{\text{ölçülen}}$  bir kıyı çizgisi veri noktasının referans çizgisine olan uzaklığı,  $y_{\text{tahmin}}$  regresyon denklemine dayalı olarak tahmin edilen konumun referans çizgisine olan uzaklığı ve  $y_{\text{ortalama}}$  referans çizgisinden ölçülen kıyı çizgisi uzaklıklarının ortalamasıdır.

EPR yöntemiyle genel periyodun yanı sıra farklı ara periyotlar için de kıyı çizgisi değişim oranları hesaplandığından hangi periyottaki değişim oranlarına göre ekstrapolasyon yapılmasının daha gerçekçi olacağı belirlenmesinde Pearson korelasyon analizi kullanılmıştır. Pearson korelasyon

katsayısı ( $r$ ), iki değişken arasındaki doğrusal ilişkinin derecesini gösteren istatistiksel bir ölçüttür (Profillidis ve Botzoris, 2019; Xu, 2020). Korelasyon değeri  $-1,0$  ila  $+1,0$  arasında değişir.  $(-)$  değerler negatif doğrusal ilişkiyi,  $(+)$  değerler ise pozitif doğrusal ilişkiyi gösterir.  $0$  değeri iki veri arasında doğrusal bir ilişki bulunmadığını ifade ederken,  $0$ 'dan  $1$ 'e doğru değerlerin artması doğrusal ilişki düzeyinin artması şeklinde yorumlanır (Christmann ve Badgett, 2009).

$$r = \frac{\text{cov}(X,Y)}{\sigma_X \sigma_Y} \quad (6)$$

Denklem 6'da;  $\text{cov}(X, Y)$  X ve Y arasındaki kovaryans,  $\sigma_X$  X'in standart sapması ve  $\sigma_Y$  Y'nin standart sapmasıdır.

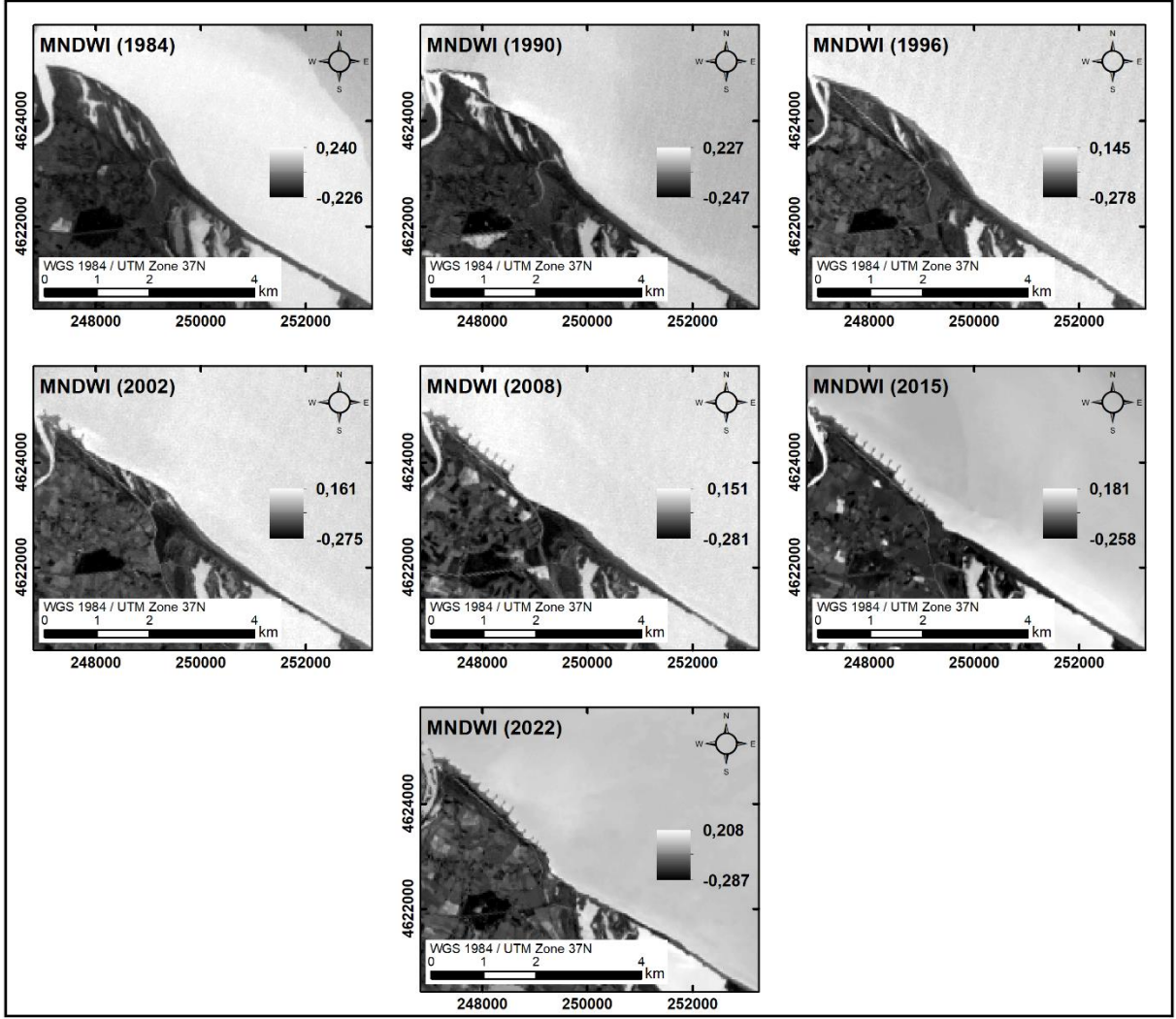
Kıyı süreçlerinin dinamik doğası nedeniyle, gelecekteki kıyı çizgisinin tahmini zor bir işlemdir (Islam ve Crawford, 2022). Çalışma alanının çok fazla antropojenik etkiye maruz kalması nedeniyle bu çalışmada 2022 yılından itibaren 8 yıllık bir periyotta 2030 yılı için tahmin yapılmıştır. 2030 yılı kıyı çizgisi konumunun EPR ile tahmini için farklı periyotlardaki kıyı çizgisi değişim oranları arasındaki korelasyonlar araştırılarak 2022–2030 periyodundaki değişimleri en iyi karakterize edebilecek periyot belirlenmiştir.

#### 4. Bulgular

Kızılırmak Deltasında 1984, 1990, 1996, 2002, 2008, 2015 ve 2022 yıllarına ait kıyı çizgilerinden yararlanılarak kıyı çizgisi değişim oranları (m/yıl) ve alan değişimleri (ha) belirlenmiş, 2030 yılı için kıyı çizgisinin konumunun tahmini yapılmıştır. Kıyı çizgisi değişim oranlarının yorumlanmasında negatif  $(-)$  değerler erozyonu (kara yönünde gerileme), pozitif  $(+)$  değerler ise birikimi (deniz yönünde ilerleme) göstermektedir.

##### 4.1. Uydu Görüntülerinden Kıyı Çizgilerinin Belirlenmesi

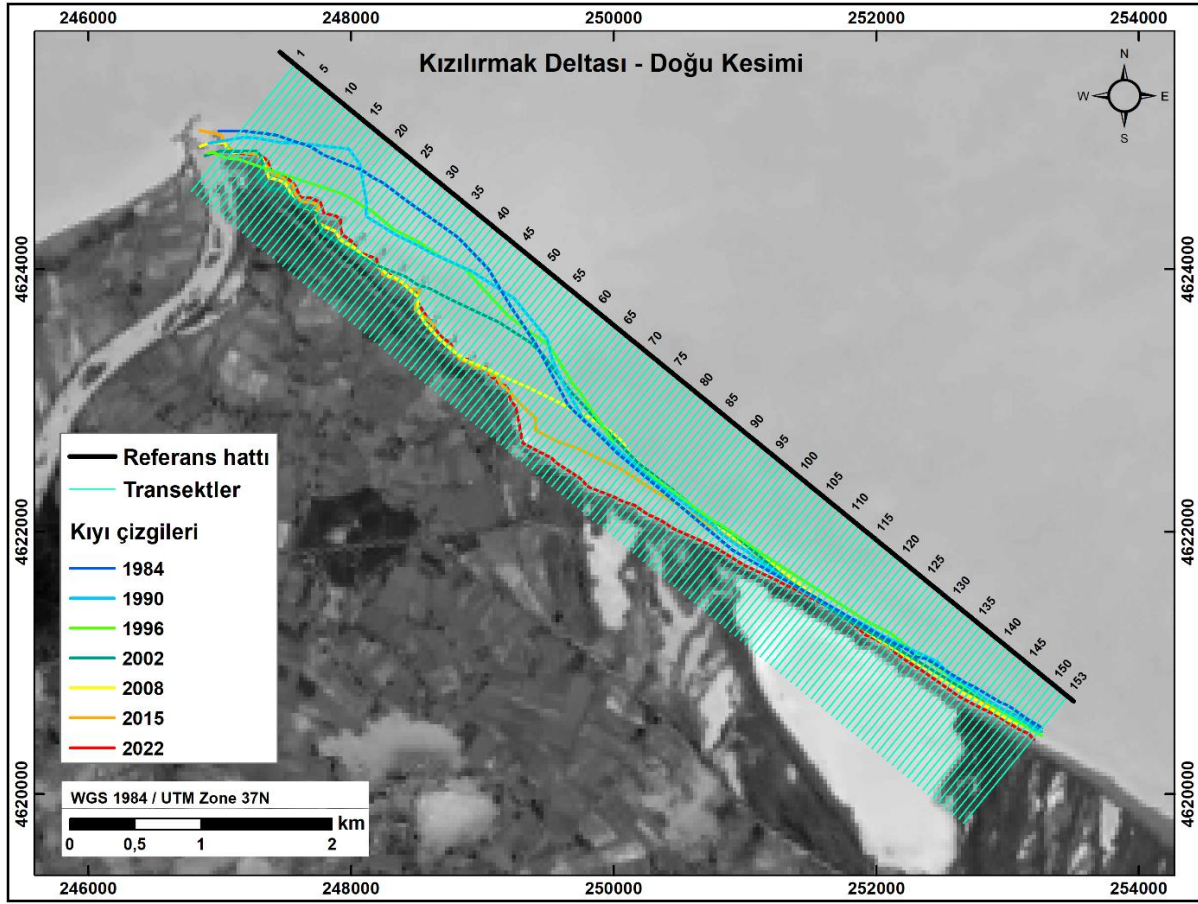
Kızılırmak Deltası kıyı çizgileri 1984, 1990, 1996, 2002, 2008, 2015 ve 2022 yıllarına ait Landsat-5 TM/Landsat-8 OLI/Landsat-9 OLI-2 görüntüleri kullanılarak belirlenmiştir. Görüntülerde MNDWI indeksi uygulanmış (Şekil 4) ve bilinen pikseller yardımıyla eşik değerler (Çizelge 3) belirlenerek kara ve su olmak üzere iki sınıflı görüntüler oluşturulmuştur. İki sınıflı görüntüler vektör veriye dönüştürülerek kıyı çizgileri elde edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 4. MNDWI indeks görüntüleri.

Çizelge 3. MNDWI indeks görüntülerinde kara-su ayrımı için eşik değerler.

Görüntü	Eşik değeri
25.06.1984 Landsat-5 TM	0,057
25.05.1990 Landsat-5 TM	0,062
26.06.1996 Landsat-5 TM	0,030
29.07.2002 Landsat-5 TM	0,023
09.06.2008 Landsat-5 TM	0,059
14.05.2015 Landsat-8 OLI	0,013
28.07.2022 Landsat-9 OLI-2	0,039



Şekil 5. Kıyı çizgileri ve transektler.

#### 4.2. Kıyı Çizgisi Değişim Analizi

Kıyı çizgisi değişimlerinin analizinde 153 adet transekt kullanılmış (Şekil 5), her transekte kıyı çizgisi değişim oranları (yıllık hareket miktarı (m/yıl) ve yönleri) elde edilmiştir. Farklı kısa periyotlu (1984–1990, 1990–1996, 1996–2002, 2002–2008, 2008–2015 ve 2015–2022) değişim aralıkları EPR ile analiz edilerek çalışma alanındaki kıyı erozyonunun farklı zaman aralıklarında hızlanma/yavaşlama durumları tespit edilmiştir. 1984’ten 2022’ye kadar gerçekleşen genel değişim ise hem EPR hem de LRR yöntemi ile belirlenmiştir. Çizelge 4, 5 ve 6’da TNo transekt numarasını, P1 1984–1990, P2 1990–1996, P3 1996–2002, P4 2002–2008, P5 2008–2015, P6 2015–2022 kısa periyotlarını ve Pg 1984–2022 genel periyodunu ifade etmektedir.

Çizelge 4’te 153 transekt için EPR ve LRR yöntemleriyle belirlenen kıyı çizgisi değişim oranları yer almaktadır. Çizelge 4 incelendiğinde, maksimum erozyon 1984–1990 periyodunda -47,0 m/yıl ile 24 nolu transekte, 1990–1996 periyodunda -60,0 m/yıl ile 15 nolu transekte, 1996–2002 periyodunda -57,3 m/yıl ile 24 nolu transekte, 2002–2008 periyodunda -63,0 m/yıl ile 50 nolu transekte, 2008–2015 periyodunda -39,8 m/yıl ile 68 nolu transekte ve 2015–2022 periyodunda -33,8 m/yıl ile 77 nolu transekte gerçekleşmiştir. 1984–2022 genel periyodu için ise maksimum erozyon

EPR yöntemine göre -16,2 m/yıl ile 43 nolu transekte, LRR yöntemine göre -19,6 m/yıl ile 44 nolu transekte gelişmiştir.

Çizelge 4. Farklı periyotlar için kıyı çizgisi değişim oranları.

TN	EPR							LRR	TN	EPR							LRR
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Pg	Pg		P1	P2	P3	P4	P5	P6	Pg	Pg
1	-13,1	-27,7	7,5	5,2	2,1	-6,8	-5,3	-3,8	38	-29,2	-0,6	-43,6	-16,7	-1,2	-0,5	-14,5	-15,5
2	-9,1	-34,1	10,5	-0,6	1,5	-1,9	-5,3	-4,5	39	-26,0	-0,7	-43,1	-30,6	-2,5	6,3	-15,1	-17,4
3	-8,5	-34,5	12,4	-1,1	-0,4	-1,3	-5,3	-4,6	40	-22,9	-0,8	-43,5	-36,1	1,0	3,8	-15,4	-17,9
4	-8,6	-35,4	15,6	0,3	-3,5	-1,1	-5,3	-4,4	41	-19,7	-1,8	-42,9	-41,3	4,2	1,2	-15,7	-18,4
5	-9,2	-37,1	17,3	-0,4	-2,7	-0,8	-5,3	-4,4	42	-16,9	-4,8	-40,0	-44,7	5,5	-0,9	-15,9	-18,7
6	-8,7	-38,7	11,2	0,8	-0,6	2,0	-5,4	-4,8	43	-15,0	-6,9	-36,7	-48,1	0,8	2,8	-16,2	-19,4
7	-7,2	-40,3	-2,9	8,2	0,8	3,9	-5,8	-5,7	44	-12,1	-9,1	-33,5	-51,0	-0,5	3,7	-16,1	-19,6
8	-3,3	-44,3	-15,7	12,2	3,9	1,7	-7,0	-7,4	45	-8,1	-11,2	-30,2	-53,7	-0,3	3,5	-15,7	-19,4
9	-0,3	-47,1	-20,2	9,2	6,3	2,5	-7,6	-8,5	46	-4,1	-13,4	-27,0	-57,0	1,3	3,1	-15,2	-19,1
10	1,7	-49,2	-24,6	15,0	4,5	2,2	-7,8	-8,8	47	0,0	-15,5	-23,8	-58,8	1,4	0,4	-15,2	-19,1
11	4,4	-51,4	-20,6	10,8	2,7	2,8	-7,9	-9,2	48	4,0	-17,7	-20,5	-60,7	-0,8	-1,2	-15,4	-19,4
12	9,0	-53,7	-21,0	6,0	5,1	2,0	-8,1	-9,8	49	8,1	-19,8	-17,3	-62,6	-2,9	2,1	-14,6	-19,1
13	13,5	-56,0	-24,8	3,3	5,2	3,4	-8,5	-10,9	50	10,2	-20,2	-14,2	-63,0	-1,8	3,0	-13,6	-18,1
14	16,2	-58,0	-29,3	0,5	5,6	2,9	-9,6	-12,4	51	11,0	-18,6	-13,2	-61,5	-2,7	1,1	-13,3	-17,6
15	18,8	-60,0	-33,8	-0,2	5,9	5,5	-9,8	-13,1	52	11,8	-16,5	-12,7	-59,9	-2,6	1,9	-12,3	-16,7
16	17,4	-57,9	-33,4	-0,7	7,5	5,3	-9,4	-12,7	53	12,8	-14,4	-12,2	-58,4	-0,8	1,2	-11,3	-15,5
17	12,4	-52,3	-34,5	0,3	8,3	3,8	-9,5	-12,2	54	13,7	-12,3	-11,7	-57,0	-3,8	-1,7	-11,6	-15,7
18	7,4	-46,6	-38,0	-0,4	-0,3	10,1	-10,4	-13,6	55	14,6	-10,2	-11,2	-56,3	-3,3	-2,0	-10,9	-14,9
19	-1,4	-37,8	-46,1	-0,3	-1,2	13,2	-11,3	-14,5	56	15,4	-8,1	-11,5	-54,1	-8,5	-1,9	-11,1	-15,1
20	-9,4	-28,6	-53,6	4,7	1,2	15,0	-10,7	-13,5	57	16,9	-5,9	-12,4	-51,1	-11,0	2,0	-10,0	-14,2
21	-17,3	-20,2	-56,9	9,5	0,9	14,1	-10,6	-12,7	58	15,0	-0,1	-13,7	-47,8	-13,8	-1,7	-10,2	-14,1
22	-26,1	-12,3	-56,5	9,8	0,0	8,2	-11,9	-13,1	59	12,1	3,9	-13,2	-43,4	-17,0	-5,8	-10,6	-13,8
23	-35,6	-2,8	-56,6	6,2	-1,7	6,2	-13,2	-13,8	60	9,7	6,8	-12,3	-39,3	-19,7	-5,6	-10,2	-13,1
24	-47,0	10,0	-57,3	4,8	-2,3	7,7	-13,1	-13,1	61	9,2	8,0	-11,4	-35,7	-21,9	-10,7	-10,7	-13,1
25	-46,2	8,7	-56,0	5,2	-2,1	5,9	-13,2	-13,1	62	8,6	9,2	-10,6	-31,4	-24,2	-16,2	-11,3	-13,1
26	-45,4	7,5	-54,7	4,6	-0,1	1,0	-13,7	-13,3	63	8,0	10,4	-9,9	-27,6	-26,1	-21,8	-11,8	-13,1
27	-44,6	6,3	-53,4	3,1	-1,6	2,5	-13,8	-13,6	64	7,7	11,3	-9,1	-23,5	-32,6	-23,0	-12,4	-13,5
28	-43,8	5,0	-52,2	2,0	-0,9	4,4	-13,4	-13,3	65	8,1	11,5	-8,3	-19,5	-39,4	-19,1	-12,1	-13,3
29	-43,2	4,8	-51,9	1,0	0,0	5,8	-13,0	-13,1	66	8,4	13,8	-8,6	-16,7	-39,3	-19,2	-11,3	-12,4
30	-42,3	5,3	-51,8	0,2	-0,8	2,5	-13,7	-13,6	67	6,4	14,2	-7,1	-13,8	-39,3	-19,3	-10,8	-11,6
31	-40,7	4,8	-50,8	-1,8	-1,0	0,5	-14,0	-14,0	68	4,0	14,7	-5,5	-10,5	-39,8	-19,3	-10,5	-10,9
32	-39,1	4,7	-50,1	-5,8	-2,0	3,1	-14,1	-14,4	69	1,5	15,1	-4,0	-7,1	-39,1	-19,9	-10,0	-10,0
33	-37,6	4,2	-49,0	-6,4	-1,6	1,3	-14,1	-14,4	70	1,3	13,6	-2,7	-4,6	-37,5	-23,4	-10,0	-9,6
34	-36,6	3,3	-47,0	-7,6	-0,7	-0,4	-14,1	-14,3	71	1,6	11,5	-1,5	-2,4	-35,5	-25,8	-9,8	-9,1
35	-35,5	2,4	-46,0	-9,3	0,2	-0,9	-14,1	-14,4	72	1,9	9,4	-0,2	-0,3	-34,5	-26,8	-9,6	-8,6
36	-34,2	1,2	-46,0	-10,3	1,5	-1,5	-14,1	-14,5	73	2,2	7,3	1,1	1,9	-33,6	-27,7	-9,3	-8,2
37	-32,4	-0,3	-45,1	-12,2	4,5	-3,8	-14,1	-14,4	74	2,6	5,0	2,7	3,2	-32,0	-28,6	-9,0	-7,8

Çizelge 4. Farklı periyotlar için kıyı çizgisi değişim oranları (Devam).

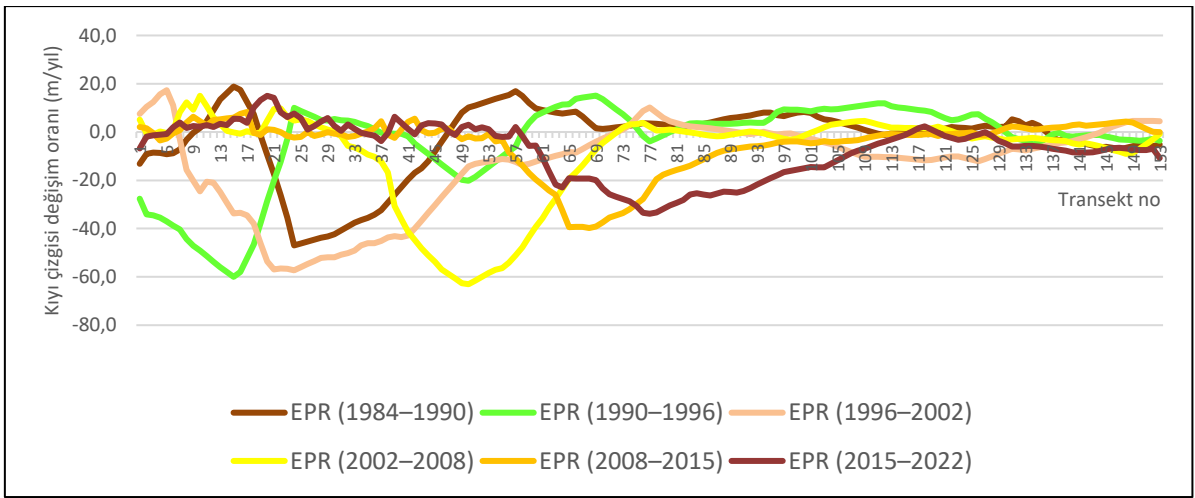
TN	EPR							LRR	TN	EPR							LRR
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Pg	Pg		P1	P2	P3	P4	P5	P6	Pg	Pg
75	3,0	1,8	5,7	3,3	-29,9	-30,6	-8,9	-7,4	115	-0,6	9,9	-10,9	1,7	-1,1	-1,2	-0,4	-0,6
76	3,7	-1,6	8,7	3,8	-27,8	-33,5	-9,0	-7,2	116	-0,6	9,5	-11,1	1,7	-1,2	0,1	-0,3	-0,6
77	3,6	-3,9	10,1	2,2	-23,7	-33,8	-8,7	-6,8	117	-0,6	9,2	-11,4	1,6	-1,3	1,5	-0,1	-0,6
78	3,3	-2,6	8,0	0,6	-19,5	-33,3	-8,3	-6,4	118	-0,6	8,8	-11,7	1,5	-1,0	2,3	-0,1	-0,5
79	3,1	-1,4	6,0	0,7	-17,7	-31,9	-7,8	-6,1	119	-0,4	8,3	-11,5	1,5	-0,8	1,0	-0,3	-0,7
80	2,9	-0,1	4,4	1,1	-16,6	-30,4	-7,3	-5,7	120	0,5	7,0	-11,0	2,2	-1,6	-0,4	-0,6	-0,9
81	2,7	1,2	3,6	0,6	-15,6	-29,4	-7,0	-5,5	121	1,4	5,8	-10,5	1,3	-1,0	-1,6	-0,8	-1,2
82	2,5	2,5	2,9	0,2	-14,8	-28,1	-6,6	-5,2	122	2,0	4,8	-10,1	0,3	-0,8	-2,4	-1,1	-1,4
83	2,3	3,6	2,3	-0,2	-14,0	-25,9	-6,1	-4,8	123	1,8	5,2	-10,1	-0,7	-0,6	-3,3	-1,3	-1,6
84	2,8	3,6	2,0	-0,6	-12,7	-25,3	-5,8	-4,5	124	1,6	6,2	-10,8	-1,7	-0,4	-2,8	-1,3	-1,7
85	3,4	3,5	1,8	-1,1	-11,3	-25,9	-5,6	-4,4	125	1,4	7,2	-11,4	-2,6	-0,2	-1,7	-1,2	-1,7
86	4,0	3,5	1,5	-1,5	-10,0	-26,3	-5,5	-4,3	126	2,0	7,4	-12,1	-2,1	-1,2	-0,9	-1,2	-1,8
87	4,6	3,4	1,2	-1,8	-8,6	-25,5	-5,1	-4,0	127	2,6	5,6	-11,2	-1,8	-1,4	-0,1	-1,0	-1,7
88	5,2	3,3	0,8	-1,6	-7,8	-24,8	-4,8	-3,7	128	2,2	4,0	-10,1	-2,3	-0,5	-1,7	-1,4	-1,9
89	5,7	3,4	0,4	-1,1	-7,2	-24,8	-4,6	-3,6	129	2,1	2,2	-9,0	-2,7	0,4	-3,6	-1,8	-2,2
90	6,1	3,6	0,0	-0,6	-6,8	-25,1	-4,5	-3,4	130	2,3	0,0	-8,0	-3,2	1,5	-4,7	-2,0	-2,3
91	6,4	3,8	-0,4	-0,2	-6,5	-24,5	-4,2	-3,2	131	5,2	-2,1	-6,9	-3,1	2,3	-5,9	-1,8	-2,1
92	6,9	3,9	-0,8	0,3	-6,1	-23,2	-3,8	-2,9	132	4,5	-2,9	-7,2	-2,9	2,1	-6,0	-2,1	-2,4
93	7,5	3,8	-0,4	-0,1	-5,9	-21,8	-3,4	-2,6	133	2,7	-3,6	-7,6	-2,6	1,5	-5,8	-2,5	-2,8
94	8,1	3,7	0,1	-0,6	-5,6	-20,4	-3,0	-2,3	134	3,8	-5,3	-7,0	-2,4	1,0	-5,7	-2,6	-2,9
95	8,1	5,5	-0,6	-1,3	-5,0	-19,2	-2,6	-2,1	135	2,6	-4,6	-6,4	-2,7	1,1	-6,0	-2,7	-2,9
96	6,9	8,3	-1,1	-2,1	-4,4	-17,9	-2,2	-1,7	136	0,2	-2,8	-5,8	-3,1	1,5	-6,5	-2,7	-2,7
97	6,6	9,3	-0,7	-2,8	-4,1	-16,6	-1,8	-1,4	137	-2,2	-1,0	-5,2	-3,4	1,8	-6,9	-2,8	-2,6
98	7,3	9,3	-0,6	-3,3	-3,8	-16,1	-1,7	-1,3	138	-3,4	-0,3	-4,6	-3,5	1,9	-7,3	-2,9	-2,5
99	8,1	9,2	-1,3	-2,6	-3,8	-15,5	-1,5	-1,2	139	-2,3	-1,7	-4,3	-3,7	2,2	-7,8	-2,9	-2,7
100	8,3	9,0	-2,1	-1,5	-4,3	-15,0	-1,4	-1,1	140	-2,7	-1,9	-3,7	-4,6	2,9	-8,4	-3,1	-2,7
101	7,9	8,6	-2,8	-0,4	-4,7	-14,5	-1,4	-1,2	141	-4,2	-1,6	-2,9	-5,2	3,2	-8,6	-3,2	-2,8
102	6,4	9,3	-3,5	0,8	-4,4	-14,7	-1,5	-1,1	142	-4,9	-1,3	-2,2	-4,7	2,6	-8,5	-3,2	-2,6
103	5,2	9,7	-4,2	1,9	-3,8	-14,6	-1,4	-0,9	143	-5,6	-1,3	-1,2	-5,3	2,8	-8,4	-3,1	-2,5
104	4,8	9,3	-5,0	3,0	-4,2	-13,1	-1,3	-0,8	144	-6,2	-1,2	-0,3	-5,8	3,2	-7,9	-3,0	-2,4
105	4,3	9,5	-6,1	3,4	-4,0	-11,7	-1,1	-0,8	145	-6,2	-1,8	1,0	-6,7	3,5	-7,3	-2,9	-2,3
106	3,5	9,9	-7,2	3,8	-3,8	-10,3	-1,0	-0,7	146	-6,5	-2,5	2,2	-7,5	3,8	-6,6	-2,8	-2,2
107	2,7	10,3	-8,3	4,1	-3,6	-8,8	-0,9	-0,7	147	-7,4	-3,0	3,2	-8,1	4,1	-6,5	-2,9	-2,2
108	1,8	10,7	-9,4	4,5	-3,3	-7,7	-0,8	-0,6	148	-6,6	-3,2	4,1	-9,1	4,4	-6,8	-2,8	-2,2
109	1,0	11,1	-10,3	4,6	-2,7	-7,0	-0,8	-0,6	149	-5,8	-3,4	4,6	-8,7	3,9	-7,1	-2,7	-2,1
110	0,1	11,4	-10,3	3,9	-2,1	-5,9	-0,7	-0,5	150	-5,1	-3,6	4,6	-6,9	2,6	-7,4	-2,6	-2,0
111	-0,8	11,8	-10,3	3,2	-1,5	-4,9	-0,5	-0,4	151	-5,1	-3,3	4,6	-5,1	1,4	-7,4	-2,5	-1,8
112	-1,3	11,9	-10,3	2,5	-1,0	-4,0	-0,5	-0,4	152	-5,8	-2,8	4,6	-3,1	0,1	-7,0	-2,4	-1,6
113	-0,5	10,7	-10,3	1,9	-0,8	-3,1	-0,5	-0,5	153	-5,2	-3,6	4,4	-0,9	0,0	-10,7	-2,8	-1,7
114	-0,6	10,2	-10,6	1,8	-0,9	-2,2	-0,4	-0,6									

Her bir transektteki kıyı çizgisi değişiminin farklı periyotlar için davranışının izlenmesi amacıyla Çizelge 4'te yer alan EPR kıyı çizgisi değişim oranları grafiksel olarak gösterilmiştir (Şekil 6). Şekil 6 incelendiğinde (sayısal değerler Çizelge 4'ten takip edilebilir) periyotlar ilerledikçe erozyonun kıyı boyunca doğu yönünde ilerlediği, 2008–2015 ve 2015–2022 periyotlarında

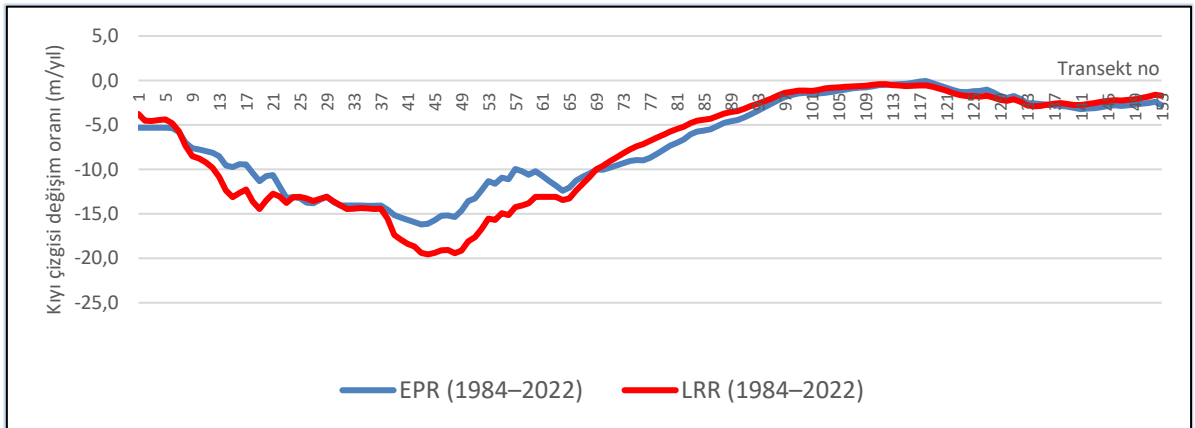


mahmuzların bulunduğu bölgede (59 nolu transekte kadar olan kısım) erozyonun azaldığı ve kıyının daha istikrarlı hale geldiği görülmektedir.

1984–2022 genel değerlendirme periyodunda EPR ve LRR sonuçları karşılaştırıldığında (Şekil 7) sonuçların benzer olduğu görülmektedir. EPR ve LRR arasındaki Pearson korelasyon katsayısı değeri 0,97 olarak hesaplanmıştır. Bu durum 1984–2022 periyodunda gerçekleşen toplam değişimin (sadece 1984 ve 2022 yılı dikkate alınarak) ara yıllardaki tüm değişimler dikkate alındığında gerçekleşen genel değişim eğilimiyle uyumlu olduğunu göstermektedir. Buna karşın 11–22 (Y şeklindeki 2 nolu mahmuz ve 5 nolu düz mahmuz arasındaki kısım) ve 38–66 nolu transekt bölümlerinde (8–15 nolu düz mahmuzların arası ve 15 nolu mahmuzdan itibaren yaklaşık 400 m uzunluğundaki kıyı) EPR ve LRR arasındaki farklar 1 m/yıl'dan daha fazladır.



Şekil 6. Farklı periyotlar için EPR sonuçlarının karşılaştırılması.



Şekil 7. 1984–2022 periyodunda EPR ve LRR sonuçlarının karşılaştırılması.

Tüm periyotlarda transektlerin bütüncül değerlendirmesi için hesaplanan kıyı çizgisi değişim oranlarının tanımlayıcı istatistik bilgileri Çizelge 5'te gösterilmiştir. 1984–1990 periyodunda 64 transekte ortalama -15,2 m/yıl, 1990–1996 periyodunda 73 transekte ortalama -16,5 m/yıl, 1996–

2002 periyodunda 120 transekte ortalama -18,8 m/yıl, 2002–2008 periyodunda 98 transekte ortalama -15,8 m/yıl, 2008–2015 periyodunda 103 transekte ortalama -9,1 m/yıl, 2015–2022 periyodunda 107 adet transekte ortalama -12,1 m/yıl erozyon gerçekleşmiştir. Tüm periyotlardaki maksimum erozyon oranlarının en yükseği 2002–2008 periyodunda -63,0 m/yıl değeri ile (50 nolu transekt) gerçekleşmiştir. Genel değişim oranları açısından 1984–2022 periyodu incelendiğinde ise hem EPR hem de LRR ile 153 transektin tamamında erozyon belirlenmiştir. Bu periyotta EPR yöntemine göre -7,0 m/yıl ortalama ve -16,2 m/yıl maksimum, LRR yöntemine göre -7,5 m/yıl ortalama ve -19,6 m/yıl maksimum erozyon gerçekleşmiştir.

Birikimler ele alındığında ise çalışma alanının düşük birikim değerleri ile karakterize olduğu görülmektedir. 1984–1990 periyodunda 89 transekte ortalama 6,0 m/yıl, 1990–1996 periyodunda 80 transekte ortalama 7,2 m/yıl, 1996–2002 periyodunda 33 transekte ortalama 5,2 m/yıl, 2002–2008 periyodunda 55 transekte ortalama 3,5 m/yıl, 2008–2015 periyodunda 50 transekte ortalama 2,7 m/yıl, 2015–2022 periyodunda 46 adet transekte ortalama 3,9 m/yıl birikim gerçekleşmiştir. Tüm periyotlardaki maksimum birikim oranlarının en yükseği 1984–1990 periyodunda 15 nolu transekte 18,8 m/yıl değeri ile gerçekleşmiştir. Genel değişim oranları açısından 1984–2022 periyodu incelendiğinde ise hem EPR hem de LRR ile hiçbir transekte birikim bulunmamaktadır.

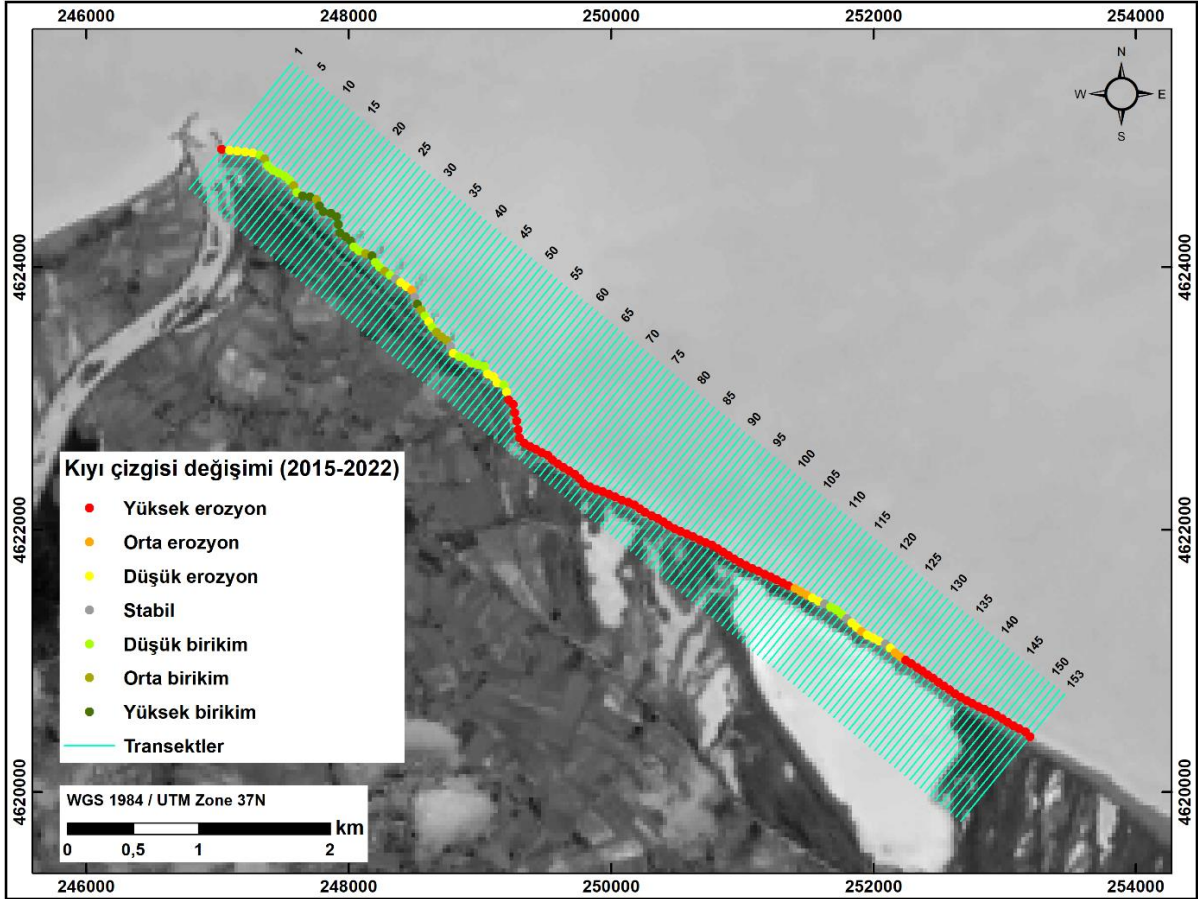
**Çizelge 5.** Kıyı çizgisi değişim oranı tanımlayıcı istatistik bilgileri.

	EPR							LRR
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Pg	Pg
Kıyı çizgisi değişim oranı <0 olan transekt sayısı	64	73	120	98	103	107	153	153
<0 olan transektler için ortalama (m/yıl)	-15,2	-16,5	-18,8	-15,8	-9,1	-12,1	-7,0	-7,5
<0 olan transektler için maksimum (m/yıl)	-47,0	-60,0	-57,3	-63,0	-39,8	-33,8	-16,2	-19,6
<0 olan transektler için minimum (m/yıl)	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,4
Kıyı çizgisi değişim oranı ≥0 olan transekt sayısı	89	80	33	55	50	46	-	-
≥0 olan transektler için ortalama (m/yıl)	6,0	7,2	5,2	3,5	2,7	3,9	-	-
≥0 olan transektler için maksimum (m/yıl)	18,8	15,1	17,3	15,0	8,3	15,0	-	-
≥0 olan transektler için minimum (m/yıl)	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	-	-
Tüm transektler için genel ortalama değişim oranı (m/yıl)	-2,8	-4,1	-13,6	-8,9	-5,2	-7,3	-7,0	-7,5

EPR ve LRR yöntemleri ile belirlenen kıyı çizgisi değişim oranları Çizelge 2’de yer alan kıyı çizgisi değişim sınıfları ölçeği kullanılarak erozyon ve birikim derecelerine sınıflandırılmıştır (Çizelge 6). Çizelge 6’ya göre çalışma alanının 1984–1990 periyodunda % 29, 1990–1996 periyodunda % 25, 1996–2002 periyodunda % 61, 2002–2008 periyodunda % 31, 2008–2015 periyodunda % 26 ve 2015–2022 periyodunda ise % 49’luk kesiminde yüksek erozyon belirlenmiştir. 1984–2022 periyodundaki genel değerlendirme açısından ise EPR yöntemine göre % 57, LRR yöntemine göre % 50’inde yüksek erozyon gerçekleşmiştir. Çalışmadaki son inceleme dönemi olan 2015–2022 periyodu için EPR yöntemiyle belirlenen kıyı çizgisi değişim oranlarının sınıflandırması 2022 yılı MNDWI indeks görüntüsü üzerinde 2022 yılı kıyı çizgisine işlenerek gösterilmiştir (Şekil 8). 2015–2022 periyodunda yüksek erozyon belirlenen bölgenin tamamı mahmuzların bittiği noktanın doğusunda kalmakta olup 59–110 ve 132–153 nolu transektlere karşılık gelmektedir.

Çizelge 6. Yıllık kıyı çizgisi değişim oranlarının sınıflandırılması.

Sınıflandırma	Transekt sayısı (yüzdesi)							LRR
	EPR							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Pg	
Yüksek erozyon	44 (% 29)	38 (% 25)	94 (% 61)	48 (% 31)	40 (% 26)	76 (% 49)	87 (% 57)	76 (% 50)
Orta erozyon	5 (% 3)	10 (% 6)	7 (% 5)	11 (% 7)	16 (% 11)	7 (% 5)	12 (% 8)	15 (% 10)
Düşük erozyon	12 (% 8)	21 (% 14)	14 (% 9)	30 (% 20)	40 (% 26)	20 (% 13)	46 (% 30)	60 (% 39)
Stabil	5 (% 3)	5 (% 3)	7 (% 5)	15 (% 10)	12 (% 8)	6 (% 4)	8 (% 5)	2 (% 1)
Düşük birikim	28 (% 18)	6 (% 4)	11 (% 7)	22 (% 14)	26 (% 17)	23 (% 15)	-	-
Orta birikim	16 (% 11)	21 (% 14)	9 (% 6)	16 (% 11)	11 (% 7)	9 (% 6)	-	-
Yüksek birikim	43 (% 28)	52 (% 34)	11 (% 7)	11 (% 7)	8 (% 5)	12 (% 8)	-	-



Şekil 8. 2015–2022 periyodunda EPR sonuçlarına göre kıyı çizgisi değişiminin sınıflandırması.

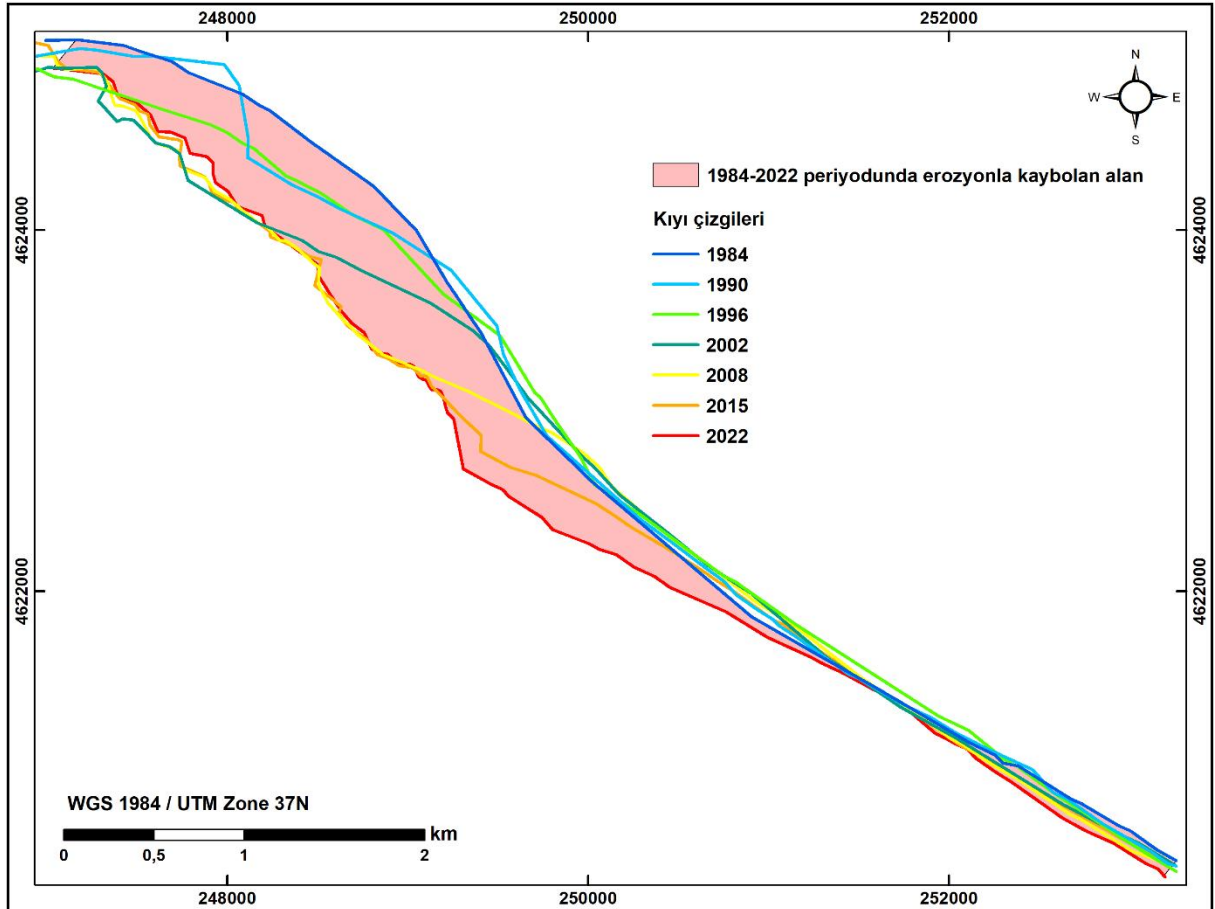
#### 4.3. Erozyon ve Birikim Yüzey Alanları

Erozyon ile kaybedilen veya birikim ile kazanılan alanların yüzey alanlarının belirlenmesi amacıyla ArcGIS programında “simetrik fark” aracı kullanılarak çakıştırma analizi yapılmıştır.

Çizelge 7’de 1984–1990, 1990–1996, 1996–2002, 2002–2008, 2008–2015, 2015–2022 ve 1984–2022 periyotları için yıllık ve tüm periyot kapsamında toplam erozyon ve birikim alanları gösterilmektedir. Yıllık erozyon bazında en yüksek erozyon 11,27 ha ile 1996–2002, en yüksek birikim ise 2,89 ha ile 1990–1996 periyodunda gerçekleşmiştir. Tüm periyotlarda erozyon miktarı birikimden fazla olup 1984–2022 genel periyodu için birikim bulunmamaktadır. 1984–2022 periyodunda gerçekleşen değişim Şekil 9’da gösterilmektedir. Şekil 9 incelendiğinde 2022’ye kadar erozyonla kaybedilen alanlarının nehir ağzından doğu istikametine doğru azaldığı ancak kıyı çizgileri takip edildiğinde erozyonun giderek daha doğuya doğru taşındığı görülmektedir.

Çizelge 7. Erozyon ve birikim alanları.

Periyot	Yıllık			Tüm periyot		
	Erozyon (ha)	Birikim (ha)	Net kayıp (ha)	Erozyon (ha)	Birikim (ha)	Net kayıp (ha)
1984–1990	4,81	2,69	2,12	28,86	16,14	12,72
1990–1996	5,95	2,89	3,06	35,70	17,34	18,36
1996–2002	11,27	0,84	10,43	67,62	5,04	62,58
2002–2008	7,77	0,94	6,83	46,62	5,64	40,98
2008–2015	4,70	0,70	4,00	32,90	4,90	28,00
2015–2022	6,45	0,90	5,55	45,15	6,30	38,85
1984–2022	5,30	0,00	5,30	201,40	0,00	201,40



Şekil 9. 1984–2022 periyodunda gerçekleşen erozyon ve birikim alanları.

#### 4.4. 2030 Yılı İçin Kıyı Çizgisi Konumunun Tahmini

2030 yılı için kıyı çizgisinin konumunun belirlenmesinde öncelikle ekstrapolasyonu yapılacak kıyı çizgisi değişim oranı belirlenmiştir. Bu amaçla EPR ve LRR yöntemlerinin tahmin performansları değerlendirilmiştir. 1984–2022 periyodunda LRR yönteminin tahmin doğruluğunun belirlenmesi için  $R^2$  değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 8). Maiti ve Bhattacharya (2009) ve Kumar vd. (2010) takip edilerek  $R^2 > 0,8$  eşik değeri kullanılmış, 153 transektin 116'sının (% 76)  $R^2$  değerinin 0,8 eşik değerinin altında olduğu ve model tahmininde belirsizlik taşıdığı görülmüştür. EPR ile hem kısa periyotlar (1984–1990, 1990–1996, 1996–2002, 2002–2008, 2008–2015, 2015–2022) hem de genel değişim periyodu için (1984–2022) değerlendirme yapıldığından tahminde kullanılacak kıyı çizgisi değişim oranına karar vermek için farklı yıllardaki kıyı çizgisi değişim oranları arasındaki korelasyon araştırılmıştır (Çizelge 9). Periyotlar arasındaki düşük korelasyon zayıf tahmin olarak değerlendirilerek (Deepika vd., 2014; Ratner, 2009) kullanılacak periyoda karar verilmiştir.

Çizelge 9 incelendiğinde birbirini takip eden periyotlar arasındaki korelasyon değerlerinin çok düşük olduğu görülmektedir. En yüksek korelasyonun 0,68 değeri ile 2008–2015 ile 2015–2022 periyodu arasında olduğu belirlenmiştir. Buna göre 2008–2015 periyodundaki kıyı çizgisi değişimleri ile 2015–2022 periyodundaki değişimlerin benzer dinamikler gösterdiği anlaşılmıştır.

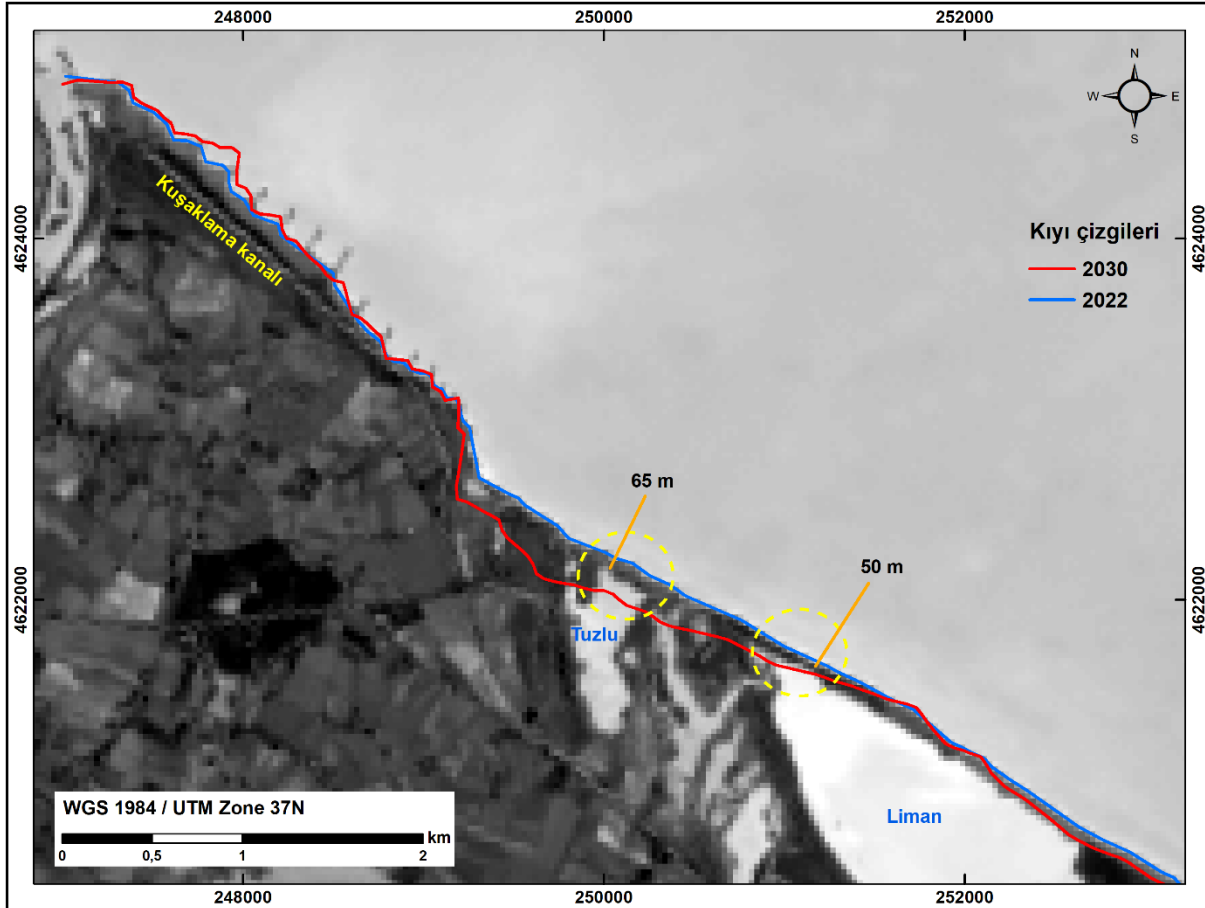
Çizelge 8. LRR için  $R^2$  değerleri.

TNo	$R^2$	TNo	$R^2$	TNo	$R^2$	TNo	$R^2$	TNo	$R^2$	TNo	$R^2$	TNo	$R^2$
1	0,38	21	0,61	41	0,86	61	0,77	81	0,45	101	0,09	121	0,40
2	0,44	22	0,66	42	0,87	62	0,75	82	0,44	102	0,08	122	0,52
3	0,45	23	0,71	43	0,88	63	0,73	83	0,43	103	0,06	123	0,56
4	0,43	24	0,68	44	0,88	64	0,71	84	0,42	104	0,06	124	0,55
5	0,39	25	0,69	45	0,88	65	0,68	85	0,41	105	0,06	125	0,51
6	0,41	26	0,71	46	0,87	66	0,64	86	0,40	106	0,06	126	0,50
7	0,41	27	0,73	47	0,87	67	0,62	87	0,39	107	0,06	127	0,52
8	0,46	28	0,72	48	0,87	68	0,60	88	0,37	108	0,07	128	0,65
9	0,49	29	0,70	49	0,86	69	0,56	89	0,35	109	0,06	129	0,75
10	0,48	30	0,74	50	0,84	70	0,55	90	0,33	110	0,05	130	0,80
11	0,53	31	0,78	51	0,84	71	0,53	91	0,31	111	0,04	131	0,71
12	0,55	32	0,79	52	0,83	72	0,51	92	0,28	112	0,05	132	0,78
13	0,58	33	0,81	53	0,81	73	0,49	93	0,25	113	0,08	133	0,86
14	0,62	34	0,82	54	0,82	74	0,48	94	0,23	114	0,11	134	0,86
15	0,61	35	0,82	55	0,80	75	0,46	95	0,19	115	0,12	135	0,88
16	0,60	36	0,83	56	0,81	76	0,43	96	0,14	116	0,12	136	0,91
17	0,61	37	0,83	57	0,78	77	0,44	97	0,10	117	0,11	137	0,91
18	0,68	38	0,87	58	0,78	78	0,45	98	0,09	118	0,10	138	0,90
19	0,69	39	0,87	59	0,78	79	0,46	99	0,08	119	0,17	139	0,90
20	0,63	40	0,86	60	0,77	80	0,45	100	0,08	120	0,28	140	0,89

Çizelge 9. Farklı periyotlardaki kıyı çizgisi değişimleri arasındaki korelasyon.

	1984–1990	1990–1996	1996–2002	2002–2008	2008–2015	2015–2022
1984–1990	1	-0,15	0,66	-0,17	-0,25	-0,38
1990–1996		1	0,14	0,02	-0,41	-0,46
1996–2002			1	0,12	-0,30	-0,66
2002–2008				1	0,06	-0,19
2008–2015					1	0,68
2015–2022						1

Bu çalışmada transektlerdeki kıyı çizgisi değişimlerinin farklı periyotlardaki karakteristikleri dikkate alındığında gelecekteki kıyı çizgisi konumunu en iyi karakterize edeceği belirlenen 2015–2022 periyodu için EPR yöntemiyle elde edilen kıyı çizgisi değişim oranlarının 2022 yılı kıyı çizgisi baz alınarak 8 yıla göre ekstrapolasyonu ile 2030 yılı için kıyı çizgisinin konumu belirlenmiştir (Şekil 10). Burada belirlenen kıyı çizgisi, mevcut koşulların aynı kalması durumunda gelecek için öngörülen konumu göstermektedir.



Şekil 10. 2030 yılında kıyı çizgisinin tahmin edilen konumu.

2030 yılı için belirlenen kıyı çizgisi konumuna göre 2022–2030 periyodunda mahmuzların doğu bölümünün erozyondan çok fazla etkilenileceği ve maksimum erozyonun 270,8 m'yi

bulabileceği, gerçekleşebilecek erozyon neticesinde 2022 itibarıyla sırasıyla 65 m ve 50 m kıyı kordonu kalmış Tuzlu ve Liman Lagünlerinin denizle birleşebileceği öngörülmüştür. 2022–2030 periyodunda “simetrik fark” aracı kullanılarak çakıştırma analizi yapılmış, erozyonla kaybedilecek alan 51,48 ha ve birikim 7,05 ha olarak hesaplanmıştır.

## 5. Tartışma

Kızılırmak Deltasında kıyı erozyonundan en çok etkilenen bölge olan nehir ağzının doğusunda yaklaşık 8 km’lik bölümde 1984–2022 periyodunda meydana gelen kıyı çizgisi değişimlerinin erozyon ve birikimler yönünden ele alınarak incelenmesinde ve 2030 yılı için kıyı çizgisinin olası konumunun tahmininde birçok araştırmada başarıyla uygulanan EPR ve LRR yöntemleri (Aladwani, 2022; Awad ve El-Sayed, 2021; Deepika vd., 2014; Esmail vd., 2019; Islam ve Crawford, 2022; Kumar vd., 2010; Li vd., 2001; Mukhopadhyay vd., 2012; Nandi vd., 2016) kullanılmıştır.

1984–2022 genel periyodunda EPR ve LRR yöntemleriyle gerçekleştirilen analiz sonuçlarına göre sırasıyla -7,0 m/yıl ve -7,5 m/yıl ortalama kıyı çizgisi değişim hızı belirlenmiştir (Çizelge 5). Maksimum erozyon oranı ise EPR ve LRR için sırasıyla -16,2 m/yıl ve -19,6 m/yıl’dır. Çalışmada EPR ve LRR sonuçlarının birbirine büyük ölçüde benzer olduğu görülmüş ve aralarındaki Pearson korelasyon katsayı değeri 0,97 olarak hesaplanmıştır. EPR ve LRR sonuçları arasındaki yüksek korelasyon, Ozturk vd. (2015), Esmail vd. (2019), Awad ve El-Sayed (2021) ve Aladwani (2022) tarafından da bildirilmiştir. İki yöntem arasındaki kısmi farklılığın nedeni LRR yönteminde 1984–2022 periyodunda kıyı çizgisi bulunan tüm tarihlerin (1984, 1990, 1996, 2002, 2008, 2015 ve 2022) dikkate alınırken EPR yönteminde yalnızca 1984 ve 2022 tarihli kıyı çizgisine göre değerlendirme yapılmasıyla açıklanabilir.

Kısa periyotlar için EPR yöntemiyle yapılan analizlerde Çizelge 5’e göre deltaya yakın Altınkaya ve Derbent barajlarının inşa edildiği dönemleri içine alan 1984–1990 periyodunda -2,8 m/yıl, 1990–1996 periyodunda -4,1 m/yıl ortalama kıyı çizgisi değişim hızı belirlenmiştir. Kıyıda ilk aşamada inşa edilen üç adet mahmuzun etkisinin araştırıldığı 1996–2002 periyodunda -13,6 m/yıl, daha sonradan eklenen yedi adet mahmuzun etkisinin araştırıldığı 2002–2008 periyodunda -8,9 m/yıl, en son eklenen yedi mahmuzun etkisinin araştırıldığı 2008–2015 periyodunda -5,2 m/yıl ortalama kıyı çizgisi değişim hızı görülürken tüm mahmuzların tamamlanmasından sonraki 2015–2022 periyodunda -7,3 m/yıl ortalama kıyı çizgisi değişim hızı belirlenmiştir. Çizelge 5 ve 6’ya göre 1984–1990 periyodunda kıyının % 29’unda yüksek erozyon yaşanırken maksimum erozyon -47,0 m/yıl’dır. 1990–1996 periyodunda maksimum -60,0 m/yıl ile kıyının % 25’i, 1996–2002 periyodunda maksimum -57,3 m/yıl ile kıyının % 61’i, 2002–2008 periyodunda maksimum -63,0 m/yıl ile kıyının % 31’i, 2008–2015 periyodunda maksimum -39,8 m/yıl ile kıyının % 26’sı, 2015–2022 periyodunda maksimum -33,8 m/yıl ile kıyının % 49’u yüksek erozyona maruz kalmıştır. 2015–2022 periyodundaki analiz sonucuna göre kıyı erozyonundan korunmaya en çok ihtiyaç duyulan alanının 59–110 ve 132–153 nolu transektler olduğu anlaşılmıştır. Çalışmanın bulguları Kızılırmak Deltasında daha önce yapılan araştırmalarla (Ataol vd., 2019; Ozturk vd., 2015; Ozturk ve Sesli, 2015) tutarlı olarak erozyonun farklı periyotlarda devamlılığını ortaya çıkarmıştır. Ozturk vd. (2015) 1987 ve 2011 arasında EPR ile yaptığı incelemede maksimum erozyonun -75,9 m/yıl ile 1998–2002 periyodunda gerçekleştiğini belirlerken

2002–2007 ve 2007–2011 periyotlarında azalma olsa da erozyonun etkili olarak sürdüğünü belirtmiştir. Ozturk ve Sesli (2015) EPR ile 1962–1974, 1974–1987 ve 1987–2013 periyotları için sırasıyla -17,5 m/yıl, -32,9 m/yıl ve -25,6 m/yıl değerleriyle erozyonun devamlılığına dikkat çekmiştir. Ataol vd. (2019) ise 1975–1990 periyodunda -32,0 m/yıl olan maksimum erozyonun, 1990–2004 periyodunda -27,0 m/yıl ve 2004–2017 periyodunda ise -33,7 m/yıl ile sürdüğünü göstermiştir. Çalışmamızda 2015–2022 periyodu için belirlenen maksimum -33,8 m/yıl ile erozyonun devam ettiği ve 2017 yılından sonra -169 m'ye ulaşan kıyı erozyonu yaşandığı anlaşılmıştır.

Çizelge 7'ye göre alan hesabıyla 1984–1990 periyodunda 28,86 ha, 1990–1996 periyodunda 35,70 ha, 1996–2002 periyodunda 67,62 ha, 2002–2008 periyodunda 46,62 ha, 2008–2015 periyodunda 32,90 ha, 2015–2022 periyodunda 45,15 ha alan erozyonla kaybedilmiştir. Erozyonun bu derece fazla olması Ataol ve Köle (2016) tarafından işaret edildiği gibi deltadaki bataklık alanların erozyonun şiddetli olmasında etkili olmasına bağlanabilir. Şekil 9 incelendiğinde periyotlar ilerledikçe erozyonun doğu yönüne taşındığı görülmektedir. Bu durum nehir ağzından itibaren inşa edilen her mahmuzun kendi bulunduğu bölgeyi korurken erozyonun doğu yönüne ötelenmesine sebep olduğunu kanıtlamaktadır. Bu konuda Kökpınar vd. (2000) nehir ağzından doğuya doğru yapılacak yeni mahmuzların uzunluklarının giderek kısaltılması gerekliliğine işaret ederken, Ataol ve Köle (2016) 2002 yılında inşa edilen mahmuzlarda bu durumun dikkate alınmadığına ve bu durumun erozyonun devamlılığına neden olduğuna dikkat çekmiştir. Yüksek (2008) erozyon bölgelerinde batıdan doğuya doğru kısılacak şekilde mahmuz sistem planı önermiş, Ataol ve Köle (2016) son yapılan yedi mahmuzun bu öneri doğrultusunda uzunluklarının kısılacak şekilde inşasıyla deltadaki kuşaklama kanalının korunmaya çalışıldığını belirtmiştir. Gerçekleştirdiğimiz çalışmada 1984–2022 periyodunda 201,40 ha alanın erozyonla kaybedildiği belirlenmiştir. Tuzlu ve Liman lagünlerinin güncel olarak sırasıyla sadece 65 m ve 50 m kıyı kordonu kalmıştır.

Kızılırmak Deltasında daha önce yapılan çalışmalardan farklı olarak gelecek bir tarih için kantitatif yaklaşımlarla kıyı çizgisinin konumunun tahmini yapılmıştır. Ayrıca çalışma alanında EPR ve LRR yöntemlerinin tahmin için potansiyelleri irdelenerek gelecekteki konumu en iyi modelleyebilecek yaklaşımın kullanılması benimsenmiştir. Yapılan değerlendirmede Nandi vd., (2016), Esmail vd. (2019), Awad ve El-Sayed (2021), Aladwani (2022)'ye benzer olarak çalışma alanında EPR yönteminin LRR yöntemine göre daha iyi tahmin performansı gösterdiği belirlenmiştir. LRR yönteminde analiz periyodunun uzun olması (38 yıl) ve yıllar içinde kademeli olarak inşa edilen mahmuzlar nedeniyle erozyonun sürekli olarak doğuya kayması nedeniyle kıyı çizgisi değişiminde sistematik bir durum oluşmaması belirsizliği artırmıştır. EPR yöntemi ise farklı periyotların değerlendirmeye alınabilme olanağı ile daha esnek bir çözüm sağlamıştır. Bu kapsamda model tahmininde belirsizlik gösteren LRR ile arasındaki yüksek korelasyon bulunan 1984–2022 genel periyodu EPR değerleri yerine kısa periyot EPR değerlerinin kullanılması gerekmiştir. 2015–2022 kısa periyodundan elde edilen değerlerle 2030 yılı için kıyı çizgisi tahmini (Şekil 10) kuşaklama kanalının korunduğunu ancak erozyonun doğu yönüne ilerleyerek mahmuzları takip eden kıyılarda yeni tehlikeler yarattığını göstermiştir. İnşa edilen mahmuzların sadece bulunduğu bölgede koruma sağlayıp erozyonu doğusuna taşıması nedeniyle önlem alınmadığı takdirde 2030 yılı tahminine göre kıyı çizgisinin 2022 yılındaki konumuna göre -270,8 m'yi bulabilecek ölçüde kara yönünde gerilemesi



ve 51,48 ha alanın kıyı erozyonu nedeniyle kaybedilmesi beklenmektedir. Bu durumda Tuzlu ve Liman lagünlerini denizden ayıran kıyı kordonunun erozyonla kaybolup lagünlerin denizle birleşme tehlikesi yüksektir. Ancak bu tahmin model bazlı olduğu için sonucun kesin olduğunu söyleyememekle birlikte gelecek için bir öngörü oluşturabiliriz.

Bu çalışmada ele alınan EPR ve LRR yöntemleri gelişmiş modellere ihtiyaç duyulmadan değerlendirme yapılabilmesi açısından oldukça önemlidir. Buna karşın özellikle kıyı çizgisinin gelecekteki konumun tahmini mevcut koşulların devam edeceği varsayımına dayanmakta olup olası antropojenik etkiler karşısında belirsizlik taşımaktadır. Çalışmamız açısından diğer önemli kısıt ise uydu görüntülerinin çözünürlüğü olmuştur. Uzaktan algılama geniş kapsama alanı ve zamansal veri sağlasa da yüksek çözünürlüklü veriler 2000’li yıllardan sonra edinilebildiğinden bu çalışmada olduğu gibi uzun periyotlar için zamansal değişimlerin belirlenmesinde en önemli sorun yüksek çözünürlüklü tarihsel verilerin varlığıdır. Landsat verileri ise orta çözünürlüklü görüntüler için en eski tarihli verileri kapsayan en büyük veri tabanını oluştur (Esmail vd., 2019). Bu çalışmada geniş zaman aralıklarında gerçekleşen değişimler araştırıldığından ve alanda belirgin değişimler yaşandığından Landsat-5 TM/Landsat-8 OLI/Landsat-9 OLI-2 uydu görüntüleri çalışma açısından yeterli çözünürlük sağlamıştır.

## 6. Sonuç ve Öneriler

Kıyı çizgisi değişimlerinin analizi ve gelecekteki değişimlerin tahmin modelleri kıyı alanlarının daha iyi anlaşılması, planlanması ve yönetilmesine yardımcı olabilir. Bu çalışmada barajlar ve kıyı koruma yapılarının inşası nedeniyle Kızılırmak Deltasında ciddi kıyı erozyonu probleminin yaşandığı 8 km uzunluğundaki bölgede uzaktan algılama, CBS ve istatistiksel yöntemler ile 1984–2022 periyodunda 38 yılda gerçekleşen değişimler belirlenmiş, 2030 yılı için kıyı çizgisi konumunun tahmini yapılmıştır. Çalışmada Landsat-5 TM/Landsat-8 OLI/Landsat-9 OLI-2 uydu görüntüleri kullanılmış, EPR ve LRR yöntemleriyle kıyı çizgisi değişimleri analiz edilmiştir. Analizler sonucunda 1984–2022 periyodunda EPR yöntemiyle -7,0 m/yıl, LRR yöntemiyle -7,5 m/yıl ortalama erozyon hızı belirlenmiştir. Maksimum erozyon hızı ise EPR ile -16,2 m/yıl, LRR ile -19,6 m/yıl olarak hesaplanmıştır. 1984–2022 periyodunda erozyon nedeniyle kaybedilen alan 201,40 ha’dır. Genel periyot 1984–1990, 1990–1996, 1996–2002, 2002–2008, 2008–2015 ve 2015–2022 periyotlarına bölünerek incelendiğinde barajların etkisiyle oluşan erozyonu durdurmak amacıyla inşa edilen mahmuzların bulunduğu bölgede etkili olurken, erozyonu daha doğusuna kaydırıldığı ve tam bir koruma sağlamadığını ortaya çıkarmıştır. EPR yöntemine göre maksimum erozyon 1984–1990 periyodunda -47,0 m/yıl, 1990–1996 periyodunda -60,0 m/yıl, 1996–2002 periyodunda -57,3 m/yıl, 2002–2008 periyodunda -63,0 m/yıl, 2008–2015 periyodunda -39,8 m/yıl ve 2015–2022 periyodunda -33,8 m/yıl olarak hesaplanmıştır. Çalışma alanı boyunca koruma ve tedbir gerektirecek alanları vurgulamak ve önceliklendirmek için transekt bazında erozyon/birikim dereceleri belirlenmiştir. İncelenen 8 km uzunluğundaki kıyının 1984–2022 periyodunda EPR yöntemine göre %57’si, LRR yöntemine göre %50’si yüksek erozyon derecesine sahiptir.

2015–2022 periyodunda EPR yöntemleriyle elde edilen kıyı çizgisi değişim oranlarının ekstrapolasyonu ile 2030 yılı kıyı çizgisi tahmini yapılmıştır. Gerekli önlemler alınmadığı takdirde

2030 yılına kadar -270,8 m'yi bulacak erozyon nedeniyle Tuzlu ve Liman lagünlerinin yok olma tehlikesi bulunmaktadır. Kıyı çizgisinin gelecekteki konumunun tahmini, kıyının erozyon nedeniyle önemli ölçüde zarar görebilecek kısımların belirlenmesinde ve yapay kıyı beslemesi gibi acil koruma sağlamak üzere alan yönetiminde rehber niteliğindedir. Bununla birlikte EPR yöntemiyle model bazlı yapılan tahmin, bir ön çalışma niteliğinde olduğundan daha sonra ileri bir aşama olarak bu tehlike alanlarında sayısal modeller uygulanabilir.

Sonuçlar, çalışma alanına özgü olmakla birlikte, kıyı çizgisi değişimlerinin belirlenerek kıyı çizgisi konumunun tahmininde izlenecek stratejiler hakkında bilgi sağlayabilir. Özellikle uzun periyotlar için, ücretsiz olarak erişilen orta çözünürlüklü Landsat görüntülerinden EPR ve LRR modelleri ile kıyı çizgisi değişimlerinin analizi ve gelecek tarihlerdeki olası senaryoların haritalandırılma potansiyelini ortaya çıkarması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda antropojenik etkilerin yüksek olduğu ve kıyı çizgisi değişimlerinin takibinin kritik olduğu alanlarda hızlı ve ekonomik olarak veri sağlayarak analizler gerçekleştirilebilir. Bununla birlikte, kısa periyotlar için ve kıyı çizgisi değişimlerinin fazla olmadığı çalışmalarda daha yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin kullanılması önerilir.



## Analysis of Shoreline Changes in Kızılırmak Delta Using EPR and LRR Methods for the Period 1984–2022, and Prediction for the Year 2030

Derya Öztürk\*<sup>a</sup>, Sibel Uzun<sup>b</sup>

Submitted: 05.06.2023

Accepted: 12.07.2023

### EXTENDED ABSTRACT

#### 1. Introduction

Monitoring shoreline changes is crucial in coastal risk management and planning (Guerrera et al., 2021). Shoreline change analysis involves calculating changes over a specific period based on a set of shorelines (Burningham and Fernandez-Nunez, 2020; Dereli and Tercan, 2020). End Point Rate (EPR) and Linear Regression Rate (LRR) methods are widely utilized techniques in shoreline change analysis (Awad and El-Sayed, 2021; Bheeroo et al., 2016; Warnasuriya et al., 2018; Weerasingha and Ratnayake, 2022; Zagórski et al., 2020). These methods can also be employed to predict future shorelines in coastal surveys (Aladwani, 2022; Basheer Ahammed and Pandey, 2022; Fenster et al., 1993; Islam and Crawford, 2022). The underlying approach involves extrapolating rates of change (Basheer Ahammed and Pandey, 2022; Islam and Crawford, 2022; Mukhopadhyay et al., 2012).

As deltas are highly active areas in terms of sedimentology, they undergo significant shoreline changes (Anthony, 2015; Köle and Ataol, 2016). The Kızılırmak Delta, the third largest coastal plain in Turkey, has formed over thousands of years through the deposition of alluvium carried by the Kızılırmak River (Ataol and Köle, 2016; Can and Taş, 2012; Turoğlu, 2010; Yılmaz, 2005). Recently, the sediment budget of the Kızılırmak Delta has experienced a deficit due to dam construction on the Kızılırmak River and the extraction of sand and gravel from the river beds. Initially, the delta's growth ceased, and subsequently, the delta started losing area due to coastal erosion (Turoğlu, 2010; Zeybek et al., 2018). Various coastal structures have been constructed in the Kızılırmak Delta to mitigate coastal erosion, but these structures have disrupted the flow pattern and caused significant changes in the shoreline (Zeybek et al., 2018).

This study aims to quantitatively determine the shoreline changes and predict the potential future position of the shoreline by employing remote sensing, Geographical Information System (GIS), and statistical techniques in order to facilitate better management planning for future development activities in the eastern part of the Kızılırmak Delta, which is most affected by coastal erosion (approximately 8 km-long from the river mouth).

\* **Corresponding Author:** dozturk@omu.edu.tr

<sup>a</sup> Ondokuz Mayıs University, Faculty of Engineering, Department of Geomatics Engineering, Samsun/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0002-0684-3127>

<sup>b</sup> Ondokuz Mayıs University, Faculty of Engineering, Department of Geomatics Engineering, Samsun/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0001-5814-7054>

## 2. Methodology

### 2.1. Data

Landsat-5 TM, Landsat-8 OLI, and Landsat-9 OLI-2 satellite images from 1984, 1990, 1996, 2002, 2008, 2015, and 2022 were utilized for the shoreline change analysis covering the period from 1984 to 2022, as well as for the prediction of 2030 in the Kızılırmak Delta.

### 2.2. Determining Shorelines

The Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI) (Equation 1) was employed to extract shorelines from the satellite images. The threshold values were determined using reference pixels in the images, and based on these threshold values, the MNDWI index image was classified into land and water. The resulting raster images were converted to vector format, and the shorelines (Figure 1) were obtained for further analysis.

$$MNDWI = (Green - MIR)/(Green + MIR) \quad (1)$$

In Equation 1; “Green” is the reflectance value in the green band and “MIR” in the mid-infrared band.

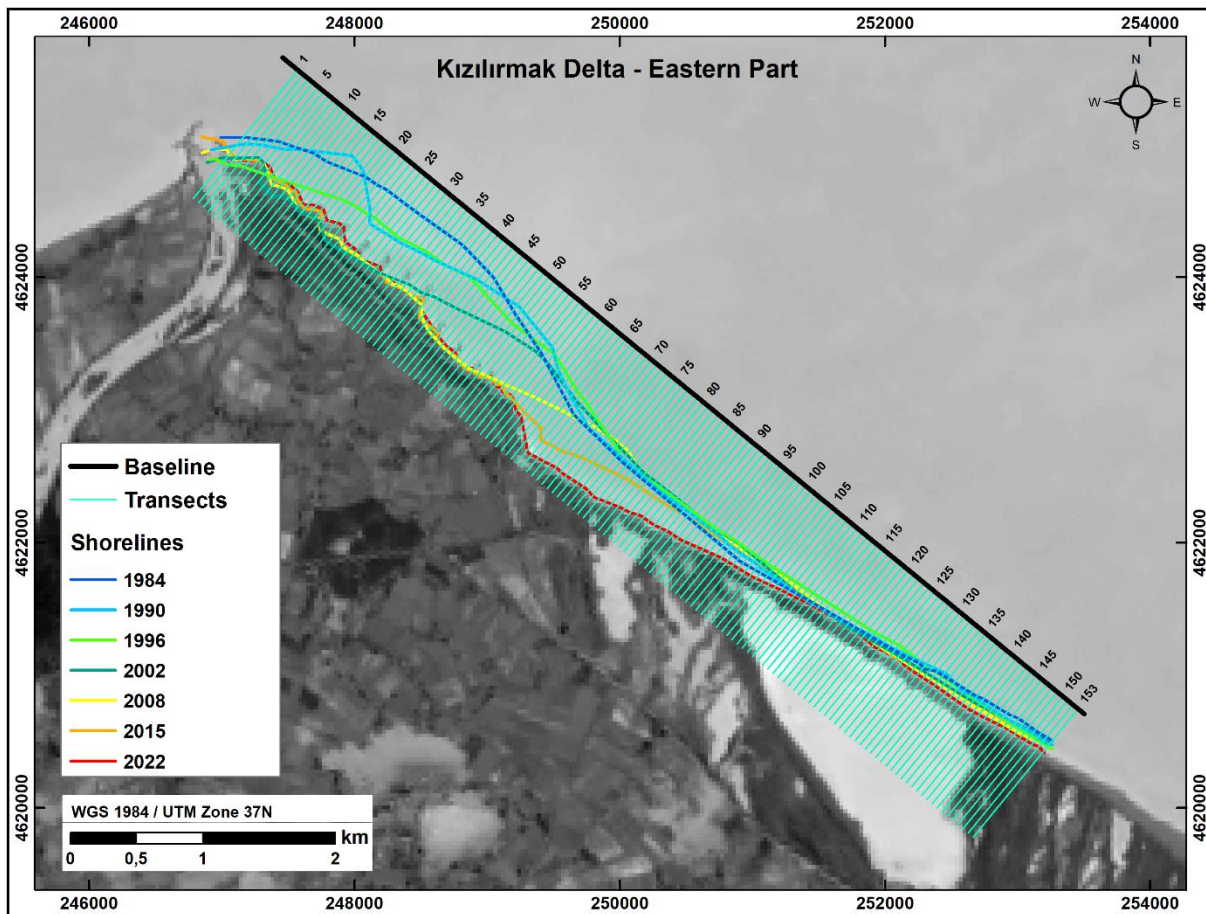


Figure 1. Shorelines and transects.

### 2.3. Shoreline Change Analysis

For shoreline change analyses, a baseline approximately parallel to all shorelines and 153 transects at 50 m intervals perpendicular to the baseline were created (Figure 1). The intersection points of the transects with all shorelines were determined, and the distances from the baseline were recorded in the database. Shoreline change analyses were conducted using the End Point Rate (EPR) and the Linear Regression Rate (LRR) methods. Shoreline change rates were classified into erosion and accretion degrees, following the scale in Chenthamil Selvan et al. (2016) and Baral et al. (2018). The surface areas of erosion and accretion were also calculated based on the shorelines using overlay analysis.

By analyzing the short-term changes (1984–1990, 1990–1996, 1996–2002, 2002–2008, 2008–2015, and 2015–2022) using the EPR method, the acceleration/deceleration conditions of coastal erosion during different periods were determined. The overall change from 1984 to 2022 was determined using both the EPR and LRR methods. The EPR is calculated by dividing the distance between the shorelines on two different dates by the time interval (Equation 2) (Song et al., 2021). In the LRR method, the rate of change is determined by fitting a least squares regression line to all shoreline points for a given transect (Equation 3) (Baig et al., 2020; Dey and Jena, 2021; Esmail et al., 2019; Song et al., 2021).

$$EPR = \frac{(L_2 - L_1)}{(t_2 - t_1)} \quad (2)$$

In Equation 2,  $L_1$  and  $L_2$  represent the distances of the old and new shorelines from the baseline, respectively, and  $t_1$  and  $t_2$  are the old and new dates, respectively (Song et al., 2021).

$$L = mx + b \quad (3)$$

In Equation 3,  $L$  is the dependent variable representing the spatial location of the shoreline (the distance from the baseline to the shoreline for a transect),  $x$  is the independent variable denoting the date,  $b$  is the intersection point, and  $m$  is the slope representing the change in  $L$  corresponding to the change in  $x$  per unit (shoreline change rate determined as linear regression rate) (Baig et al., 2020; Das et al., 2021; Elfadaly et al., 2022).

### 2.4. Shoreline Prediction

The position of the shoreline at a future date is predicted using the rate of shoreline change (slope), the time interval between the observed and the predicted shoreline, and the model intercept value as specified in Equation 4 (Aladwani, 2022; Awad and El-Sayed, 2021; Deepika et al., 2014; Kumar et al., 2010; Li et al., 2001; Nandi et al., 2016). In this study, the position of the shoreline for 2030 was predicted according to the EPR shoreline change rates in the 2015–2022 period.

$$\text{Future shoreline position} = \text{Rate of change} \times \text{Time interval} + \text{Intersection} \quad (4)$$

According to Equation 4, the shoreline position for the prediction date can be determined by adding the potential change that can occur over the elapsed time to the shoreline position at the latest date for each transect.

### 3. Results and Discussion

#### 3.1. Shoreline Changes

Short-term (P1:1984–1990, P2:1990–1996, P3:1996–2002, P4:2002–2008, P5:2008–2015, and P6:2015–2022) shoreline changes were analyzed using EPR. Maximum erosion was -47.0 m/year in transect 24 in 1984–1990, -60.0 m/year in transect 15 in 1990–1996, -57.3 m/year in transect 24 in 1996–2002, -63.0 m/year in transect 50 in 2002–2008, -39.8 m/year in transect 68 in 2008–2015, and -33.8 m/year in transect 77 in 2015–2022. For the whole period (Pg:1984–2022), maximum erosion developed in transect 43 with -16.2 m/year according to the EPR method, and in transect 44 with -19.6 m/year according to the LRR method. The primary statistical information from the EPR and LRR results is provided in Table 1. In Table 1, negative (-) values indicate erosion (regression towards the land direction) and positive (+) values indicate accretion (advance towards the sea).

**Table 1.** Summary of the statistical data of the shoreline change rate (m/year) based on the EPR and LRR methods.

	EPR							LRR
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Pg	Pg
The number of transects with a shoreline change rate <0	64	73	120	98	103	107	153	153
The average for transects with a shoreline change rate <0 (m/year)	-15,2	-16,5	-18,8	-15,8	-9,1	-12,1	-7,0	-7,5
The maximum for transects with a shoreline change rate <0 (m/year)	-47,0	-60,0	-57,3	-63,0	-39,8	-33,8	-16,2	-19,6
The minimum for transects with a shoreline change rate <0 (m/year)	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,4
The number of transects with a shoreline change rate ≥0	89	80	33	55	50	46	-	-
The average for transects with a shoreline change rate ≥0 (m/year)	6,0	7,2	5,2	3,5	2,7	3,9	-	-
The maximum for transects with a shoreline change rate ≥0 (m/year)	18,8	15,1	17,3	15,0	8,3	15,0	-	-
The minimum for transects with a shoreline change rate ≥0 (m/year)	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	-	-
The average change rate for all transects (m/year)	-2,8	-4,1	-13,6	-8,9	-5,2	-7,3	-7,0	-7,5

According to erosion and accretion degrees, there was a high erosion in 29% of the study area in 1984–1990, 25% in 1990–1996, 61% in 1996–2002, 31% in 2002–2008, % 26 in 2008–2015, and 49% in 2015–2022 period. Regarding the general evaluation in the 1984–2022 period, high erosion occurred in 57% according to the EPR method and 50% according to the LRR method.

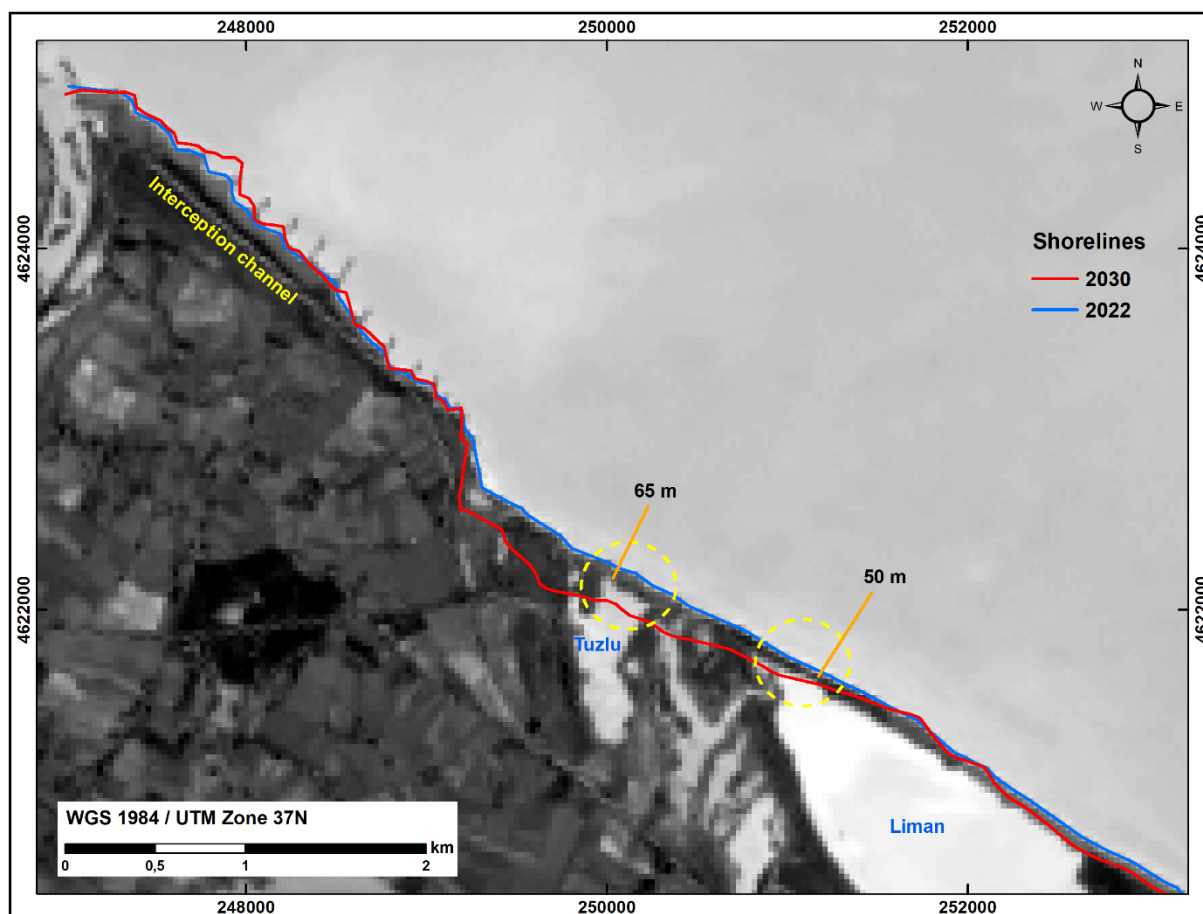
Based on the annual erosion, the highest erosion occurred with 11.27 hectares in 1996–2002, and the highest accretion with 2.89 hectares in 1990–1996.

#### 3.2. Prediction of Shoreline for 2030

In determining the shoreline position for 2030, the prediction performances of the EPR and LRR methods were initially evaluated. In this study, the shoreline change rates obtained by the EPR method for the 2015–2022 period were used to predict 2030.

The predicted shoreline for 2030 shows that the interception channel can be preserved, but erosion may move eastward, creating new hazards on the coasts ahead after the spurs. Since the spurs only provide protection in the region and carry erosion to the east, unless precautions are taken, it is expected that the shoreline can regress to -270.8 m compared to its position in 2022, and 51.48 hectares may be lost due to coastal erosion, according to the 2030 prediction. In such a case, there is a high risk that the barrier spits separating Tuzlu and Liman lagoons from the sea may be lost by erosion

and the lagoons may merge with the sea. However, since this prediction is model-based, we cannot say that the result is certain, but we can create a prediction for the future.



**Figure 2.** The predicted position of the shoreline for 2030.

The EPR and LRR methods discussed in this study are very important in making evaluations without the need for advanced models. However, it is essential to note that the prediction of the future location of the shoreline is based on the assumption that current conditions will continue, and it carries uncertainty in the face of possible anthropogenic effects.

#### 4. Conclusion

In the 8 km-long region where a serious coastal erosion problem is experienced in the Kızılırmak Delta, the changes in the 1984–2022 period were determined using remote sensing, GIS and statistical methods, and the shoreline location for 2030 was estimated. The analysis revealed an average erosion rate of  $-7.0$  m/year using the EPR method and  $-7.5$  m/year using the LRR method from 1984–2022. The maximum erosion rate was calculated as  $-16.2$  m/year using EPR and  $-19.6$  m/year using LRR. In the 1984–2022 period, 57% of the coast according to the EPR method and 50% according to the LRR method showed a high degree of erosion. The area lost due to erosion in the 1984–2022 period is 201.40 ha. When the overall period is divided into the periods of 1984–1990, 1990–1996, 1996–2002, 2002–2008, 2008–2015, and 2015–2022, it is observed that the spurs

constructed to halt erosion caused by the dams are effective in the region where they are located, but they also shift erosion further eastward and do not provide complete protection.

A shoreline prediction for the year 2030 was made by extrapolating the rates of shoreline changes obtained through EPR methods during the period of 2015–2022. If necessary precautions are not taken, there is a risk of the Tuzlu and Liman lagoons disappearing due to erosion, which could reach -270.8 m by the year 2030. The estimation of the future location of the shoreline serves as a guide in identifying parts of the shoreline that could be significantly damaged by erosion and in site management to provide immediate protection such as artificial beach nourishment. However, since the model-based estimation using the EPR method is a preliminary study, numerical models can be applied in these hazard areas as an advanced stage. While the results are site-specific, they can provide information on strategies to follow in estimating shoreline location by identifying shoreline changes.

### **Referanslar/ References**

- Aladwani, N. S. (2022). Shoreline change rate dynamics analysis and prediction of future positions using satellite imagery for the southern coast of Kuwait: A case study. *Oceanologia*, 64 (3), 417–432. doi: 10.1016/j.oceano.2022.02.002
- Ankrah, J., Monteiro, A., Madureira, H. (2022). Bibliometric analysis of data sources and tools for shoreline change analysis and detection. *Sustainability*, 14 (9), 4895. doi: 10.3390/su14094895
- Anthony, E. J. (2015). Deltas. In G. Masselink, R. Gehrels (Eds.), *Coastal Environments and Global Change*, 299–337. doi: 10.1002/9781119117261.ch13
- Ataol, M., Kale, M. M., Tekkanat, İ. S. (2019). Assessment of the changes in shoreline using digital shoreline analysis system: a case study of Kızılırmak Delta in northern Turkey from 1951 to 2017. *Environmental Earth Sciences*, 78, 1–9. doi: 10.1007/s12665-019-8591-7
- Ataol, M., Köle, M. (2016). Kızılırmak Deltası'nda 2000–2015 yılları arasında gözlenen kıyı erozyonu. GEOMED 2016 4th International Geography Symposium, Antalya, Turkey, 23–26 May 2016.
- Athearn, W. D., Ronne, F. C. (1963). Shoreline changes at Cape Hatteras: An aerial photographic study of a 17-year period. *Naval Research Reviews*, 6, 17–24.
- Atkinson, P. M. (2001). Super-resolution target mapping from softclassified remotely sensed imagery. Proceeding of the 6th International Conference on Geocomputation, University of Queensland, Brisbane, Australia, 24–26 September 2001.
- Awad, M., El-Sayed, H. M. (2021). The analysis of shoreline change dynamics and future predictions using automated spatial techniques: Case of El-Omayed on the Mediterranean coast of Egypt. *Ocean & Coastal Management*, 205, 105568. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2021.105568
- Baig, M. R. I., Ahmad, I. A., Shahfahad, Tayyab, M., Rahman, A. (2020). Analysis of shoreline changes in Vishakhapatnam coastal tract of Andhra Pradesh, India: an application of digital shoreline analysis system (DSAS). *Annals of GIS*, 26 (4), 361–376. doi: 10.1080/19475683.2020.1815839
- Baral, R., Pradhan, S., Samal, R. N., Mishra, S. K. (2018). Shoreline change analysis at Chilika Lagoon Coast, India using digital shoreline analysis system. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 46 (10), 1637–1644. doi: 10.1007/s12524-018-0818-7
- Barrett, J. P. (1974). The coefficient of determination—some limitations. *The American Statistician*, 28(1), 19–20. doi: 10.1080/00031305.1974.10479056
- Basheer Ahammed, K., Pandey, A. C. (2022). Assessment and prediction of shoreline change using multi-temporal satellite data and geostatistics: A case study on the eastern coast of India. *Journal of Water and Climate Change*, 13 (3), 1477–1493. doi: 10.2166/wcc.2022.270
- Bheeroo, R. A., Chandrasekar, N., Kaliraj, S., Magesh, N. (2016). Shoreline change rate and erosion risk assessment along the Trou Aux Biches–Mont Choisy beach on the northwest coast of Mauritius using GIS-DSAS technique. *Environmental Earth Sciences*, 75, 1–12. doi: 10.1007/s12665-016-5311-4
- Boak, E. H., Turner, I. L. (2005). Shoreline definition and detection: a review. *Journal of Coastal Research*, 21 (4), 688–703. doi: 10.2112/03-0071.1



- Burningham, H., Fernandez-Nunez, M. (2020). Shoreline change analysis. In *Sandy Beach Morphodynamics*, 439–460. Elsevier.
- Can, Ö., Taş, B. (2012). Ramsar alanı içinde yer alan Cernek Gölü ve sulak alanının (Kızılırmak Deltası, Samsun) ekolojik ve sosyo-ekonomik önemi. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 5 (2), 1–11.
- Chenthamil Selvan, S., Kankara, R., Markose, V. J., Rajan, B., Prabhu, K. (2016). Shoreline change and impacts of coastal protection structures on Puducherry, SE coast of India. *Natural Hazards*, 83, 293–308. doi: 10.1007/s11069-016-2332-y
- Christmann, E. P., Badgett, J. L. (2009). *Interpreting assessment data: Statistical techniques you can use*. NSTA Press.
- Das, S. K., Sajan, B., Ojha, C., Soren, S. (2021). Shoreline change behavior study of Jambudwip island of Indian Sundarban using DSAS model. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 24 (3), 961–970. doi: 10.1016/j.ejrs.2021.09.004
- Deepika, B., Avinash, K., Jayappa, K. (2014). Shoreline change rate estimation and its forecast: remote sensing, geographical information system and statistics-based approach. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 11, 395–416. doi:10.1007/s13762-013-0196-1
- Dereli, M. A., Tercan, E. (2020). Assessment of shoreline changes using historical satellite images and geospatial analysis along the Lake Salda in Turkey. *Earth Science Informatics*, 13 (3), 709–718. doi: 10.1007/s12145-020-00460-x
- Dey, M., Jena, B. (2021). A shoreline change detection (2012–2021) and forecasting using digital shoreline analysis system (DSAS) tool: a case study of Dahej Coast, Gulf of Khambhat, Gujarat, India. *Indonesian Journal of Geography*, 53 (2), 295–309. doi: 10.22146/ijg.56297
- Dolan, R., Fenster, M. S., Holme, S. J. (1991). Temporal analysis of shoreline recession and accretion. *Journal of Coastal Research*, 7 (3), 723–744.
- Dutta, D., Kumar, T., Jayaram, C., Akram, W. (2022). Shoreline change analysis of Hooghly Estuary using multi-temporal Landsat data and Digital Shoreline Analysis System. In *Geographic Information Systems and Applications in Coastal Studies*. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.103030
- Elfadaly, A., Abutaleb, K., Naguib, D. M., Lasaponara, R. (2022). Detecting the environmental risk on the archaeological sites using satellite imagery in Basilicata Region, Italy. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 25 (1), 181–193. doi: 10.1016/j.ejrs.2022.01.007
- Esmail, M., Mahmud, W. E., Fath, H. (2019). Assessment and prediction of shoreline change using multi-temporal satellite images and statistics: Case study of Damietta coast, Egypt. *Applied Ocean Research*, 82, 274–282. doi: 10.1016/j.apor.2018.11.009
- Fenster, M. S., Dolan, R., Elder, J. F. (1993). A new method for predicting shoreline positions from historical data. *Journal of Coastal Research*, 9 (1), 147–171. <https://www.jstor.org/stable/4298075> adresinden alınmıştır.
- Guerrera, F., Martín-Martín, M., Tramontana, M., Nimón, B., Essotina Kpémoua, K. (2021). Shoreline changes and coastal erosion: The case study of the coast of Togo (Bight of Benin, West Africa Margin). *Geosciences*, 11 (2), 40. doi: 10.3390/geosciences11020040
- Gulliver, F. P. (1899). Shoreline topography. In *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*, 34 (8), 151–258.
- Hay, B. J. (1994). Sediment and water discharge rates of Turkish Black Sea rivers before and after hydropower dam construction. *Environmental Geology*, 23 (4), 276–283. doi: 10.1007/BF00766743
- Himmelstoss, E. A., Henderson, R. E., Kratzmann, M. G., Farris, A. S. (2018). *Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 5.0 user guide: U.S. Geological Survey Open-File Report 2018–1179*.
- Islam, M. S., Crawford, T. W. (2022). Assessment of spatio-temporal empirical forecasting performance of future shoreline positions. *Remote Sensing*, 14 (24), 6364. doi: 10.3390/rs14246364
- Kokpınar, M., Guler, I., Darama, Y. (2000). Bafra Ovası Kızılırmak-Karadeniz birlesimindeki kıyı erozyonunun incelenmesi. *III. Ulusal Kıyı Muhendisliği Sempozyumu*, 507–524.
- Köle, M. M., Ataoğlu, M. (2016). Yeşilirmak Deltası'nda 2000–2016 yılları arasında gözlenen kıyı erozyonu. GEOMED 2016 4th International Geography Symposium, Antalya, Turkey, 23–26 May 2016.
- Kuleli, T., Guneroglu, A., Karsli, F., Dihkan, M. (2011). Automatic detection of shoreline change on coastal Ramsar wetlands of Turkey. *Ocean Engineering*, 38 (10), 1141–1149. doi: 10.1016/j.oceaneng.2011.05.006
- Kumar, A., Narayana, A., Jayappa, K. (2010). Shoreline changes and morphology of spits along southern Karnataka, west

- coast of India: A remote sensing and statistics-based approach. *Geomorphology*, 120 (3–4), 133–152. doi: 10.1016/j.geomorph.2010.02.023
- Li, R., Liu, J.-K., Felus, Y. (2001). Spatial modeling and analysis for shoreline change detection and coastal erosion monitoring. *Marine Geodesy*, 24 (1), 1–12. doi: 10.1080/01490410121502
- Liu, Q., Trinder, J. C. (2018). Sub-pixel technique for time series analysis of shoreline changes based on multispectral satellite imagery. In M. Marghany (Ed.), *Advanced Remote Sensing Technology for Synthetic Aperture Radar Applications, Tsunami Disasters, and Infrastructure*. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.81789
- Mahapatra, M., Ratheesh, R., Rajawat, A. (2014). Shoreline change analysis along the coast of South Gujarat, India, using digital shoreline analysis system. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 42, 869–876. doi: 10.1007/s12524-013-0334-8
- Maiti, S., Bhattacharya, A. K. (2009). Shoreline change analysis and its application to prediction: A remote sensing and statistics based approach. *Marine Geology*, 257 (1–4), 11–23. doi: 10.1016/j.margeo.2008.10.006
- Mukhopadhyay, A., Mukherjee, S., Mukherjee, S., Ghosh, S., Hazra, S., Mitra, D. (2012). Automatic shoreline detection and future prediction: A case study on Puri Coast, Bay of Bengal, India. *European Journal of Remote Sensing*, 45 (1), 201–213. doi: 10.5721/EuJRS20124519
- Murray, J., Adam, E., Woodborne, S., Miller, D., Xulu, S., Evans, M. (2023). Monitoring shoreline changes along the southwestern coast of South Africa from 1937 to 2020 using varied remote sensing data and approaches. *Remote Sensing*, 15 (2), 317. doi: 10.3390/rs15020317
- Nandi, S., Ghosh, M., Kundu, A., Dutta, D., Baksi, M. (2016). Shoreline shifting and its prediction using remote sensing and GIS techniques: a case study of Sagar Island, West Bengal (India). *Journal of Coastal Conservation*, 20, 61–80. doi: 10.1007/s11852-015-0418-4
- Nazeer, M., Waqas, M., Shahzad, M. I., Zia, I., Wu, W. (2020). Coastline vulnerability assessment through landsat and cubesats in a coastal mega city. *Remote Sensing*, 12 (5), 749. doi: 10.3390/rs12050749
- Nikolakopoulos, K., Kyriou, A., Koukouvelas, I., Zygouri, V., Apostolopoulos, D. (2019). Combination of aerial, satellite, and UAV photogrammetry for mapping the diachronic coastline evolution: the case of Lefkada Island. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8 (11), 489. doi: 10.3390/ijgi8110489
- Oyedotun, T. D. T. (2014). Shoreline geometry: DSAS as a tool for historical trend analysis. In *Geomorphological Techniques*, 3, 1–12.
- Ozturk, D., Beyazit, I., Kilic, F. (2015). Spatiotemporal analysis of shoreline changes of the Kızılırmak Delta. *Journal of Coastal Research*, 31 (6), 1389–1402. doi: 10.2112/JCOASTRES-D-14-00159.1
- Ozturk, D., Sesli, F. A. (2015). Shoreline change analysis of the Kızılırmak Lagoon Series. *Ocean & Coastal Management*, 118, 290–308. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2015.03.009
- Özdemir, S. (2010). *Kızılırmak Deltasında aktüel kıyı çizgisi değişiklikleri ve sonuçları* [Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü]. [https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=veR1mHu9yoWjwcVUjCEoPEIzvN6DuyGMCUiNQL-5wi4RbdEcVoMji9yu\\_jX6kg4k](https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=veR1mHu9yoWjwcVUjCEoPEIzvN6DuyGMCUiNQL-5wi4RbdEcVoMji9yu_jX6kg4k) adresinden alınmıştır.
- Profillidis, V., Botzoris, G. (2019). Statistical methods for transport demand modeling. In *Modeling of Transport Demand* (163–224). Elsevier. doi: 10.1016/B978-0-12-811513-8.00005-4
- Ratner, B. (2009). The correlation coefficient: Its values range between+ 1/– 1, or do they?. *Journal of Targeting, Measurement and Analysis for Marketing*, 17 (2), 139–142. doi: 10.1057/jt.2009.5
- Roy, S., Mahapatra, M., Chakraborty, A. (2018). Shoreline change detection along the coast of Odisha, India using digital shoreline analysis system. *Spatial Information Research*, 26, 563–571. doi: 10.1007/s41324-018-0199-6
- Sertel, E., Findik, N., Kaya, S., Seker, D. Z., Samsunlu, A. (2008). Assessment of landscape changes in the Kızılırmak Delta, Turkey, using remotely sensed data and GIS. *Environmental Engineering Science*, 25 (3), 353–362. doi: 10.1089/ees.2006.0149
- Sirat, A., Sezer, İ., Akay, H. (2012). Kızılırmak Deltası'nda organik çeltik tarımı. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2 (2), 76–92. <https://dergipark.org.tr/pub/gumusfenbil/issue/7481/98615> adresinden alınmıştır.
- Song, Y., Shen, Y., Xie, R., Li, J. (2021). A DSAS-based study of central shoreline change in Jiangsu over 45 years. *Anthropocene Coasts*, 4 (1), 115–128. doi: 10.1139/anc-2020-0001.
- Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü (2019). *Samsun Kızılırmak Deltası Doğal Sit Alanları Sulak Alan ve Kuş Cenneti: 2019–2023 Yönetim Planı*.

- Tanner, W. F. (1978). *Standards for measuring shoreline change*. Department of Geology, Florida State University, Tallahassee, FL, USA.
- Thieler, E. R., Himmelstoss, E. A., Zichichi, J. L., Ergul, A. (2009). *The Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0-an ArcGIS extension for calculating shoreline change: Geological Survey Open-File Report 2008-1278*.
- Turoğlu, H. (2010). Kızılırmak Deltası ve yakın çevresinin jeomorfolojik özellikleri ve insan yaşamındaki etkileri. *Anadolu Araştırmaları*, 19 (1), 99-111. <https://dergipark.org.tr/pub/iuanadolu/issue/1162/13625> adresinden alınmıştır.
- USGS (2022). *Landsat Collection 2 Level-2 Science Products*. <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-collection-2-level-2-science-products> adresinden alınmıştır.
- USGS (2023). *Earth Explorer*. <https://earthexplorer.usgs.gov/> adresinden alınmıştır.
- Uzun, A. (2005). Samsun İli kıyılarında antropojenik değişimler. TUQUA Türkiye Kuvaterner Sempozyumu V, İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, İstanbul, 02-05 Haziran 2005.
- Warnasuriya, T. W. S., Gunaalan, K., Gunasekara, S. S. (2018). Google earth: A new resource for shoreline change estimation—Case study from Jaffna Peninsula, Sri Lanka. *Marine Geodesy*, 41 (6), 546-580. doi: 10.1080/01490419.2018.1509160
- Weerasingha, W. A. D. B., Ratnayake, A. S. (2022). Coastal landform changes on the east coast of Sri Lanka using remote sensing and geographic information system (GIS) techniques. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 26, 100763. doi: 10.1016/j.rsase.2022.100763
- Wicaksono, A., Wicaksono, P., Khakhim, N., Farda, N. M., Marfai, M. A. (2019). Semi-automatic shoreline extraction using water index transformation on Landsat 8 OLI imagery in Jepara Regency. Sixth International Symposium on LAPAN-IPB Satellite.
- Xu, H. (2006). Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *International Journal of remote Sensing*, 27 (14), 3025-3033. doi: 10.1080/01431160600589179
- Xu, J. (2020). *Developments in management science in engineering 2018: perspectives from scientific journals*. Cambridge Scholars Publishing.
- Yılmaz, C. (2005). Kızılırmak Deltasında meydana gelen erozyonun coğrafi analizi. Türkiye Kuvaterner Sempozyumu, 2-5 Haziran 2005, İTÜ Avrasya Yer bilimleri Enstitüsü.
- Yüksek, Ö. (2008). Samsun'un batı kıyılarındaki erozyonların incelenmesi. Samsun Kent Sempozyumu Bildiriler Kitabı. TMMOB Samsun İl Koordinasyon Kurulu, Samsun.
- Zagórski, P., Jarosz, K., Superson, J. (2020). Integrated assessment of shoreline change along the Calypsostranda (Svalbard) from remote sensing, field survey and GIS. *Marine Geodesy*, 43 (5), 433-471. doi: 10.1080/01490419.2020.1715516
- Zeybek, H. İ., Bağcı, H. R., Bahadır, M. (2018). Kızılırmak Deltasında (Samsun) kıyı çizgisi değişimlerinin Bruun Kuralına göre değerlendirilmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11 (58), 308-317.
- Zeybek, H. İ., Uzun, A., Yılmaz, C., Özdemir, S. (2011). Kızılırmak Deltası'nda kıyı çizgisi değişikliklerinin sonuçları. Samsun Sempozyumu Samsun.



# Gündelik Yaşam Coğrafyalarında Mevsimlik Tarım İşçisi Kadınların “Yok-Yeri”: Şanlıurfa Örneğinde Bir İnceleme

*“Non-Lieu” of women seasonal agricultural workers in everyday life geographies: A study on the sample of Şanlıurfa*

Ayşegül Arslan \*a

## Makale Bilgisi

Araştırma Makalesi

DOI:

10.33688/aucbd.1257206

Makale Geçmişi:

Geliş: 27.02.2023

Kabul: 18.05.2023

Anahtar Kelimeler:

Toplumsal mekân

Gündelik yaşam

İktidar ilişkileri

Ataerkillik

Mevsimlik tarım işçiliği

## Öz

*Gündelik yaşam coğrafyalarında gündelik pratikleri ve toplumsal mekânı örgütleyen toplumsal ilişkiler sisteminin sürekliliği içinde kadınlar, farklı mekânsal dokularda benzer gündelik-mekânsal pratiklerini deneyimlemektedir. Toplumsal aktörlerin etkileşimleri gündelik-mekânsal pratikler aracılığıyla zamana ve mekâna için dinamiklere göre farklılaşır ya da aynılaşır. Bu çalışmada mevsimlik tarım işçisi kadınların gündelik-mekânsal pratiklerini, sürekli olarak ikamet ettikleri kentsel mekân ile çalışma alanları olan tarladaki iktidar ilişkileri bağlamında nasıl ve ne şekillerde deneyimlediklerini incelenmektedir. Bu analiz için Lefebvre'nin toplumsal mekân ile gündelik yaşam eleştirisine odaklanan teorisi ve Bourdieu'nün toplumsal aktörlerin pratiklerini toplumsal uzam içindeki konumları üzerinden değerlendiren sermaye, alan ve habitus kavramlarından yararlanılmıştır. Bu amaçla, Şanlıurfa kent merkezinde ağırlıklı olarak mevsimlik tarım işçilerinin yaşadığı üç mahallede mevsimlik tarım işçisi kadınlarla yarı yapılandırılmış ve derinlemesine görüşme teknikleri kullanılarak saha araştırması yapılmış, elde edilen bulgular nitel olarak analiz edilmiştir.*

## Article Info

Research Article

DOI:

10.33688/aucbd.1257206

Article History:

Received: 27.02.2023

Accepted: 18.05.2023

Keywords:

Space

Everyday life

Power relations

Patriarchy

Seasonal agricultural workers

## Abstract

*Everyday life practices are also experienced depending on the spatial continuity of the social relations system in this area. This continuity relationship causes social actors to experience similar daily life practices at different times and in different spatial textures. In the continuity of the social relations system that organizes daily practices and social space in everyday life geographies, women experience similar daily-spatial practices in different spatial textures. Therefore, the interactions of social actors differ or become the same according to the dynamics inherent in time and space. In this research, it is examined how and in what ways seasonal agricultural workers women experience their daily-spatial practices in the context of the urban space where they constantly reside and the power relations in the field, which is their working area. To analyze this framework, Lefebvre's theory focusing on the criticism of social space and everyday life, and Bourdieu's concepts of capital, field and habitus, which evaluate the practices of social actors through their positions in social space, were used. For this purpose, field research was conducted using semi-structured and in-depth interview techniques with seasonal agricultural workers in three neighbourhoods in the city centre of Şanlıurfa, where seasonal agricultural workers live, and the findings were analyzed qualitatively.*

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: aysegullarslan@gmail.com

<sup>a</sup> Firat Üniversitesi, Coğrafya Anabilim Dalı, Siyasi Coğrafya Bilim Dalı, 100/2000 YÖK Öncelikli Alan Doktora Bursiyeri, Elazığ/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0001-7985-9587>.

## 1. Giriş

Toplumsal aktörlerin gündelik-mekânsal deneyimleri, bir bütün olarak toplumsal yaşamın üretimini sağlayan iktidar ilişkilerinin etkisiyle hem yeniden üretilmekte hem de denetlenmektedir. Mekânın toplumsal ilişkilerin bir ürünü olması, toplumsal aktörlerin gündelik yaşamdaki maddi ve maddi olmayan mekânsal pratiklerini doğrudan ve dolaylı olarak yapılandırır. Dolayısıyla gündelik yaşam ilişkilerine toplumsal konumları üzerinden dâhil olan bütün toplumsal aktörlerin mekânı nasıl ve ne şekillerde kullanacakları büyük oranda kurguludur. Bu kurguyu büyük ölçüde toplumsal aktörlerin gündelik yaşam ile mekândaki toplumsal konumları içinde birbirleriyle olan etkileşimleri belirlemektedir.

Gündelik yaşam ilişkilerinin sürdüğü mekânsal yapılar, toplumsal grupların hem dünyayı temsil etme biçimlerini hem de kendilerini bu temsile göre düzenleyerek yeniden yapılandırmalarını sağlamaktadır. Bu bakımdan ‘her şeyin bir zamanı ve mekânı olduğu’ iddiası da zamanlara ve mekânlara toplumsal anlamlar yükleyerek toplumsal ilişkileri yansıtan bir reçeteye dönüşür (Bourdieu, 1977’den aktaran Harvey, 2014: 242). Böylece gündelik pratikler ile gündelik deneyimler, toplumsal ilişkiler sistemi içinde ‘zaman ve mekân’<sup>1</sup> tarafından yapılandırılmaktadır. Gündelik-mekânsal pratiklerin toplumsal yaşamdaki etkileri ancak içinde oluştukları iktidar ilişkileri üzerinden görülür. Kapitalist toplumsal ilişkiler gündelik-mekânsal pratiklere toplumsal sınıf ve toplumsal cinsiyet ilişkilerinin hiyerarşik yapısına dayalı anlamlar yükler.

Kadınların gündelik-mekânsal deneyimleri toplumsal hiyerarşiyi şekillendiren ataerkil iktidar ilişkilerinin eşitsiz yapısında gerçekleşmektedir. Lefebvre (2015a; 2015b) modern toplumlara yönelik yaptığı gündelik yaşam eleştirisinde, kadınların ataerkil kapitalist ilişkilerin ağırlığını gündelik yaşamdaki üretim ve emek gücünün yeniden üretim alanlarındaki ilişkiler sistemi üzerinden deneyimlediklerini belirtmektedir. Kadınların toplumsal yaşamdaki egemen ilişkilerin “bir günlük yansıması” olan gündelik yaşamda edindikleri/yaşadıkları deneyimler ve pratikler ataerkil kapitalist toplumsal ilişkiler sistemi içinde onların üretim ve yeniden üretim süreçlerinin sürekliliğini sağlamaya yönelik ‘sorumlulukları ve zorunlulukları’ üzerinden gerçekleşir. Her ne kadar bu süreklilik ilişkisi farklı mekânsal dokularda gerçekleşse de benzer toplumsal örgütlenme süreçlerinden geçen mekânsal dokularda, kadınların gündelik-mekânsal pratikleri benzerlik göstermektedir. Bu çerçevede, Türkiye’deki mevsimlik tarım işçisi kadınların üretim ve yeniden üretim alanlarındaki deneyimleri ve pratiklerinde kurucu bir unsur olarak ortaya çıkmaktadır.

Türkiye tarımında kadın emeği, hem pre-kapitalist üretim ve yeniden üretim ilişkilerinde yaygın olarak kullanılmış; hem de tarımsal kapitalizmin gelişmesi ve yaygınlaşması süreçlerinde (kısaca kırsal dönüşüm) kullanılmaktadır. Ataerkil toplumsal cinsiyet kalıpları içinde (ücretsiz aile işçisi olarak) gelişen pre-kapitalist tarımsal üretim ve yeniden üretim ilişkilerinin tarımsal kapitalizme eklenme süreçlerinde kadın emeğinin konumu ‘arz ve talep yönlü’ birtakım değişimler geçirmektedir. Arz yönlü değişimler, özellikle az topraklı ve topraksız köylülerin kırsal dönüşüm süreciyle toprağa bağlı geleneksel üretim ve yeniden üretim ilişkilerinden (ortakçılık, yarıcılık, kiracılık vb.) kopa(rı)rak mülksüzleş(tiril)melerini tetiklemiştir. Bu eğilimlere bağlı olarak kırdan koparak kente tutunmaya çalışan bu kitleler, özellikle mevsimlik tarım işlerinde yeniden işçileş(tiril)mektedir (Arslan ve Şengül,

2021). Kentsel yaşama ve kentsel işgücü piyasasına eklenemeyen ‘ne köylü ne de kentli kitleler’, daha önceden içinde buldukları pre-kapitalist toplumsal yapıyı (sınıfsal ve kültürel) kente taşıyarak yeniden üretmektedir. Dolayısıyla pre-kapitalist ataerkil üretim ve yeniden üretim ilişkileri, tarımsal kapitalizme uygun olarak evrilse de kadınların tarımsal emeği, hane içi emeğin uzantısı olarak değerlendirilmektedir.

Geleneksel ataerkil toplumsal cinsiyet düzenine bağlı olarak kadın emeğinin ‘emek yoğun, ucuz, kontrol edilebilir ve görünmez niteliği’ kapitalist tarımsal sermayenin bu emeğe talebini arttırmaktadır. Bu açıdan Türkiye tarımında kırsal dönüşümle ‘tarımın kadınsallaşması’ söz konusudur. “Tarımın feminizasyonu” (Abdelali-Martini vd., 2010; Lastarria-Cornhiel, 2006) olarak da adlandırılan bu süreçte kadınlar, hem ücretsiz aile işçisi olarak hem de ücretli tarım işçisi olarak yer almaktadır. Mevsimlik tarım işçisi kadınların gündelik yaşam coğrafyalarında bir eyleyici olarak konumları üretim ve yeniden üretim alanlarındaki pratikler üzerinden yapılandırılmıştır. Bu bağlamda mevsimlik tarım işçisi kadınların gündelik yaşam deneyimleri üretim alanlarını düzenleyen kapitalist üretim ilişkileri ile yeniden üretim alanı olan hane içindeki belirleyen ataerkil toplumsal cinsiyet ilişkilerinin uzlaşısına bağlıdır.

Gündelik yaşam coğrafyalarında toplumsal üretim ve yeniden üretim süreçleri homojen bir yapıda değildir ve gündelik-mekânsal pratikler aracılığıyla iktidar ilişkilerinin mekânsal üretim (yeniden) süreçlerine bağlıdır<sup>2</sup>. Böylece gündelik yaşamın her coğrafyasındaki her deneyim ve pratik, farklı iktidar ilişkilerinin toplumsal ve mekânsal kurgusuna dair ipuçları taşımaktadır. Bourdieu’nün (2006; 2016) vurguladığı gibi toplumsal bir uzam olan alanda, toplumsal sınıf ile toplumsal cinsiyet ilişkilerine dayalı farklılıklara ya da aynılıklara dayanan sermayenin (iktisadi, kültürel, sosyal ve simgesel sermaye) hacmi ve yapısı, gündelik yaşam ilişkilerinde toplumsal olarak inşa edilen yatınlıkları (habitus) farklılaştırır ya da aynılaştırır. Gündelik-mekânsal ilişkilerin karşılıklı etkileşime sahip habitus, tarihsel ve toplumsal nitelikte olan kurucu ilişkilerine bağlıdır. Gündelik yaşam deneyimlerini hane içindeki ve tarladaki üretim ve yeniden üretim faaliyetleri üzerinden benzeştiren yapı, ataerkil kapitalist toplumsal ilişkiler sisteminin bütünlüğünün mekânsal sürekliliği içinde gerçekleşmektedir. Gündelik yaşam coğrafyalarının bu yapısının ‘bir gün içinde farkında olunmadan yaşanması ve sorgulanmaması’ iktidar ilişkilerinin mekânsal sürekliliğini sağlamanın yoludur. Bu bağlamlardan hareketle bu araştırma iki ana hipoteze dayanmaktadır:

(1) Farklı mekânsal dokularda benzer toplumsal ilişkiler sistemi tarafından üretilen gündelik yaşam ilişkileri arasında bir süreklilik ilişkisi bulunmaktadır.

(2) Ataerkil kapitalist ilişkiler rejimindeki konumları, kadınların gündelik-mekânsal pratiklerini düzenler.

Yukarıda özetlendiği gibi bu araştırmanın dayandığı teorik iddialar, Şanlıurfa’da kentsel çeperde bulunan ve sakinlerinin yoğunlukla tarım işçiliği yaptığı üç mahallede yapılan saha araştırmasıyla incelenmiştir: Hayati Harrani, Osmanlı ve Sırrın mahalleleri... Araştırma sahası olarak bu mahallelerin seçilmesinde Şanlıurfa’nın kırsal dönüşüm sürecini kendi iç dinamikleriyle özgün şekilde deneyimlemesi ve Türkiye’de mevsimlik tarım işçiliği emek havuzunu dolduran kentlerin başında yer alması etkilidir. Üstelik Hayati Harrani, Osmanlı ve Sırrın mahalleleri geleneksel üretim ve

yeniden üretim ilişkilerinde çözülme ve yeniden yapılanma sürecinin gerçekleştiği kırsal dönüşüm etkisiyle kırdan mülksüzleş(tiril)erek koparak kent çeperine yığılan kentlileşme oranları oldukça düşük, sosyo-ekonomik dinamikleri kırdan kente taşıyarak yeniden üreten yoksul toplumsal kesimlerin yaşadıkları mahallelerdir. Her üç mahallede de mevsimlik tarım işçiliği, geniş yapılı ailelerin kentsel yoksulluğa karşı geliştirdikleri en temel geçim stratejisidir. Mevsimlik tarım işçiliğinin enformel ve hane içi emeğin bir uzantısı olması sonucunda kadın emeği yoğun olarak kullanılmaktadır.

Saha araştırmasının yapıldığı her üç mahallede mevsimlik tarım işçiliğinde kadın emeğinin yaygın olarak kullanılması, bu mahallelerde yaşayan kadınların gündelik yaşam ilişkileri üzerinde 'sıradanlaşan' ataerki kapitalist iktidar ilişkilerinin mekânsal sürekliliğine bağlı olarak gelişmektedir. Dolayısıyla mevsimlik tarım işçisi kadınların hem hane içindeki hem de tarladaki gündelik yaşam deneyimleri, ataerki yeniden üretim ilişkileri ile kapitalist tarımsal üretim ilişkilerinin pazarlığı altında gerçekleşmektedir. Bu araştırma, mevsimlik tarım işçisi kadınların gündelik yaşam deneyimleri üzerinden sıradanlaşan ataerki kapitalist iktidar ilişkilerinin hane içindeki ve tarladaki mekânsal sürekliliğini nasıl ve ne şekillerde yeniden üretildiğine odaklanmaktadır.

## 2. Farklı Mekânsal Dokularda Gündelik Yaşam İlişkilerinin Sürekliliği Üzerine Teorik Bir Tartışma

Geçmiş, şimdi ve gelecek zamanın izlerini taşıyarak toplumsal yapıyı yansıtan gündelik yaşam coğrafyaları, toplumsal mekânı ve zamanı yapılandırılan toplumsal ilişkiler sisteminin gündelik pratikler ve deneyimler üzerinden birbirine bağlandığı yerlerdir (Lefebvre, 2016a; Pred, 1984; Sack, 1997). Kendisini gündelik-mekânsal pratikler içine koyan ve edimsel bir nitelik taşıyan *toplumsal bir ürün olan mekân*<sup>3</sup> toplumsal aktörlerin eylemlerinden etkilenen ve onları etkileyen toplumsallığın gündelik yaşam içinde olduğu bir alandır (Harvey, 2016a; Lefebvre, 2016b; Lefebvre, 2017). Bu bakımdan toplumsal mekân ile gündelik yaşamı birbirlerini karşılıklı olarak biçimlendiren aynı zamanda da kendilerine içkin yapılarda olduğunu kavramak gerekir.

Mekânın homojen olmayan yapısı, egemen üretim tarzı içinde kendine özgü bir gerçeklik edinmesine bağlıdır. Bu homojen yapı, tahakküm ilişkilerinin üretim ve yeniden üretim süreçlerinde eşitsiz bir şekilde üretilmesine yol açar. Dolayısıyla iktidar ilişkileri *algılanan, tasarlanan ve yaşanan mekânlarda* süregiden gündelik yaşam ilişkileri çeşitli biçimlerde *homojenleşir, parçalanır ve hiyerarşikleşir* (Lefebvre, 2015c: 92-95; Lefebvre, 2016b: 26-27). Lefebvre (2016a), bu yapıda gündelik-mekânsal pratiklerin nasıl deneyimlendiğini açıklamak için de *üçlü şema (spatial triad)* sunar. Bu *üçlü şema* gündelik yaşamın sürekliliğine dayalı bir yapı olarak inşa edilen *mekânsal pratik (algılanan), mekân temsilleri (tasarlanan) ve temsil mekânları (yaşanan)*dır. Bu üçlü şema, toplumsal ilişkiler sisteminin hem toplumsal mekânı hem de bu mekânın gündelik deneyimler üzerinden (yeniden) üretimini sağlamaktadır. *Algılanan, tasarlanan ve yaşanan mekân*, gündelik-toplumsal yaşamın toplumsal ilişkiler bağlamında mekânsal olarak inşa edilme süreçlerini gösterir. Bu şemadan yola çıkarak bir bütün olarak toplumsal ilişkiler sisteminin bir günlük yansıması olan gündelik yaşamda edinilen/deneyimlenen pratikleri, gerçekleştikleri mekâna ve zamana içkin olarak benzeşmekte ve/veya farklılaşmaktadır.

Gündelik yaşam coğrafyalarını yapılandıran toplumsal ilişkiler sistemini belirli bir bütünlük içinde ele almanın yolu, gündelik yaşam ile mekân ilişkisinin sabit ve pasif yapıda olmadığını kavramaktan geçer. Mekânsal dokuların toplumsal yapılanması, üretim ve yeniden üretim süreçlerini sağlayan öğelerin bir araya gelişine bağlıdır. Bu bağlamda gündelik yaşam ile mekân ilişkiselliğinin ortak paydası her ikisinin de belirli bir toplumsal pratiğe işaret etmesidir. Mekânsal dokular, hem toplumsal yapıyı (yeniden) üreten toplumsal ilişkilerin taşıyıcısıdır hem de bu yapı üzerinde birtakım coğrafi etkilerde bulunan mekanizmaların sahibidir. Dolayısıyla gündelik yaşam ilişkilerinin mekânsal sürekliliğini coğrafi farklılıklar temeline oturan toplumsal farklılıklar üzerinden analiz etmek gereklidir. Yani, farklı mekânsal dokular arasında toplumsal yaşamın benzerliklerinin ve farklılıklarının dayanağı, iktidar ilişkilerinin gündelik-mekânsal pratikler üzerindeki sürekliliğine bağlıdır.

Toplumsal ilişkiler sisteminin *homojenleştirilmiş*, *parçalanmış* ve *hiyerarşikleştirilmiş* mekânsal yapısına ancak gündelik yaşam gizlendiğinde katlanılabilir çünkü gündelik yaşamın muğlaklığı ve sıradanlığı toplumsal ilişkiler sisteminin işleyişini adeta maskeler (Lefebvre, 2015c: 72). Böylece *algılanan*, *tasarlanan* ve *yaşanan mekân* içine yerleşen ataerkil kapitalist ilişkiler, kadınların gündelik yaşam pratiklerinin mekânsal sürekliliği içinde gizlenerek kendini (yeniden) yapılandırır. Gündelik yaşam ilişkileri farklı mekânsal dokularda üretim ilişkileri ve yeniden-üretim ilişkileri bağlamında *homojenleştirilmiş*, *parçalanmış* ve *hiyerarşikleştirilmiş bir şemaya* uygun şekilde belirli süreklilik ilişkisi aracılığıyla (yeniden) üretilir. Bu ilişki içinde ataerkil kapitalist toplumsal ilişkilerin sınırlarını belirleyen tek bir mekânsal doku yoktur. Başka bir deyişle ataerkil kapitalist ilişkiler içinde gündelik yaşam pratiklerine ilişkin deneyimler, belirli bir süreklilik ilişkisi içinde farklı mekânsal yapıların içine yerleşerek benzer şekillerde yeniden üretilir.

Bourdieu'nün (2006; 2017) *habitus*, *sermaye* ve *alan* kavramsal seti üzerinden ataerkil kapitalist ilişkilerin farklı mekânsal dokulardaki gündelik yaşam pratikleri üzerinden sürekliliğini değerlendirmek mümkündür. Farklı *alanlarda* toplumsal aktörlerin taşıdıkları *sermaye türleri* (toplumsal, kültürel, ekonomik ve simgesel) onların *yatkınlıklarını* (habitus) belirlemektedir. Böylece *alanın* gündelik ve toplumsal işleyişini düzenleyen kurallarla toplumsal aktörlerin üzerinde iktidar ilişkilerinin sürekliliği sağlanmaktadır (Bourdieu ve Wacquant, 2016). Bu yaklaşım bizlere gündelik yaşamda toplumsal aktörlerin konumunun *alan* yapısını oluşturan sermaye türlerini belirlediği *yatkınlıklarla* bağlantısını gösterir. Toplumsallaşmış öznellik olan *habitus*, gündelik yaşamda eyleyicilerin tüm pratiklerinin ve deneyimlerinin toplumsallığını vurgulamaktadır. *Alan*, *sermaye türlerinin* hem gömülü olduğu hem de dağıldığı toplumsallaşmış öznellik olan *habitusları* yapılandırır. Daha basit bir ifadeyle *alana* dağılmış *sermaye türleri habitusu* yapılandırır. Bu süreç, bir bakıma *alan* ile *habitus* arasındaki bir koşullanma ilişkisinin sonucudur (Bourdieu ve Wacquant, 2016: 111-118). Dolayısıyla gündelik yaşam pratikleri, toplumsal yaşamdaki iktidar ilişkilerinin içsel düzenliliklerinin somutlaştığı hatta bedenselleştiği *habitusların* bir ürünüdür.

*Bir günün hikâyesi* olan gündelik yaşam ilişkileri, her birey ve her toplum için gereklilik olsa da içeriği ve kapsamı bakımından her toplum ve her birey için aynı değildir. Yani, gündelik yaşam pratikleri zamanın ve mekânın ilişkisi bağlamında iktidar ilişkilerinin eşitsiz yapısının toplumsal dışavurumudur (Gardiner, 2016: 112-113; Lefebvre, 2016a; 2015: 37). Bu açıdan iktidar ilişkileri sadece toplumsal aktörlerin gündelik yaşamdaki ve mekândaki varlıklarını etkilemez. Aynı zamanda toplumsal



aktörleri bu ilişkiler üzerinden ayıran ve ayrıştıran dinamikleri de gündelik-mekânsal pratikler üzerinden açığa çıkarır. Dolayısıyla kadınların gündelik yaşamdaki toplumsal konumları, Bourdieu ve Wacquant'ın (2016: 132) şu tespitini yeniden hatırlatır: “Toplumsal düzenin yeniden üretimi mekanik bir üretim sürecinin mekanik bir ürünü değildir. Toplumsal düzenin yeniden üretimi ancak eyleycilerin pratikleri ve stratejilerine bağlıdır”. Başka bir ifadeyle eyleycilerin pratikleri ve deneyimleri de gündelik yaşamda toplumsal ilişkiler sisteminin mekânsal sürekliliğine bağlıdır. Bu süreklilik ilişkisinin farklı mekânsal dokulara nüfuzu da kadınların gündelik yaşamdaki pratiklerini ve deneyimleri üzerinden kendisini yeniden yapılandırmaktadır.

Bir coğrafyası olması bakımından ataerkil kapitalist ilişkilerin farklı mekânsal dokulardaki (hane içi ve tarla) süreklilik eğilimi, mevsimlik tarım işçisi kadınların gündelik-mekânsal deneyimlerinin bu mekânsal dokularda benzeşmesine neden olmaktadır. Her ne kadar farklı mekânsal dokulara sahip olsalar da hane içinin ve tarlanın cinsiyetçi yapısı özellikle kamusal alan-özel alan, iç-dış, üretim alanı-yeniden üretim alanları olarak deneyimlenen gündelik yaşam ilişkilerinde inşa edilmektedir. Kadınların gündelik yaşam ilişkilerinde deneyimledikleri pratikler, (aralarında diyalektik bir ilişki bulunan) kapitalist ilişkiler ile ataerkil ilişkilerin bir ürünü olarak ortaya çıkmaktadır. Ataerkil ilişkiler sistemi, cinsiyet kimlikleri üzerinden kadınlar ile erkekler arasında yaşam boyunca eşitsiz dinamikler üretirken, kapitalist toplumsal ilişkiler ise sermaye birikimi adına bu eşitsizlikleri de kapsayarak kadın emeğinin hem üretim hem de yeniden üretim alanlarında kontrolüne ve sömürülmesine neden olmaktadır (Aksu-Kocatürk, 2020: 716; McDowell, 1991). Kadınların gündelik yaşam coğrafyalarındaki her pratiğin ve her deneyimin çerçevesi, ataerkil kapitalist iktidar ilişkileri sisteminin sürekliliği mekânları bu bağlamda (yeniden) üretmesine bağlıdır. Bu bakış açısı bizlere farklı mekânsal dokularda<sup>4</sup> kendine özgü gerçeklik edinen gündelik yani toplumsal yeniden üretim süreçlerini ilgilendiren pratiklerin “süreklilik ilişkisi” üzerinden nasıl ve ne şekillerde üretildiğini göstermektedir.

Gündelik yaşam coğrafyalarında mevsimlik tarım işçisi kadınların pratikleri/edimleri ve deneyimleri, süreklilik ilişkisi içinde kırdan kente taşınarak (yeniden üretilen) benzer iktidar ilişkileri bağlamında deneyimlenmektedir. Bu süreçte ataerkil kapitalist iktidar ilişkilerinin kentteki mekânsal yapılanması hem kadın emeğinin görünmezliğini hem de kadınların mekânsal hareketliliği üzerinde kontrol mekanizmalarını geliştirmekte ve pekiştirmektedir. Kırdan kente taşınarak yeniden üretilen bu iktidar ilişkileri, mevsimlik tarım işçisi kadınların gündelik yaşam ilişkilerinin farklı mekânsal dokularda benzer iktidar ilişkileri tarafından şekillendiğini gösterir. Dolayısıyla gündelik yaşam ilişkileri her ne kadar farklı mekânsal dokularda gerçekleşse de süreklilik ilişkisi üzerinden toplumsal aktörlerin ya da eyleycilerin gündelik-mekânsal pratiklerini ve deneyimlerini büyük ölçüde yapılandırır. Böylece Lefebvre'in (2016b: 245) de vurguladığı üzere mekânın toplumsal kontrolü, gündelik hayatın teklifsizliğini reddetmeyen bir biçimde mekânı kullananların üzerine çöker.

### **3. Saha Araştırması Hakkında**

Saha araştırmasının yapıldığı Hayati Harrani, Osmanlı ve Sırrın mahalleleri<sup>5</sup>, ağırlıklı olarak kırdan kente göç eden kırsal dönüşüm öncesinde az topraklı ve topraksız köylülerin yerleşmeleri sonucunda kurulmuştur. Bu mahallelerin temel geçim stratejileri, yöre içinde ve yöre dışında gezici veya geçici mevsimlik tarım işçiliğidir. Mevsimlik tarım işçiliği örüntülerinde emek-yoğun olarak kullanılan kadın emeği, bu süreçte hane içi emeğin uzantısı olarak ücretsiz aile işçisi statüsündedir. Saha araştırması kapsamında toplam 57 kişi ile (42'si yarı yapılandırılmış ve 15'i derinlemesine görüşme teknikleri kullanılarak) görüşülmüştür.

Saha araştırmasında mevsimlik tarım işçisi kadınların hane içindeki gündelik yaşam deneyimlerini analiz etmek için yarı yapılandırılmış görüşmeler ile derinlemesine görüşmeler yapılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler, genelde mahallelerin yarı-kamusal<sup>6</sup> ve kamusal mekânlarında; derinlemesine görüşmeler ise kaynak kişilerin hanelerinde yapılmıştır. İki aşamada gerçekleştirilen saha araştırmasının ilk aşamasında mahallelere yönelik ön bilgiler anahtar kişi (key person) olan mahalle muhtarlarından ve mahallelerde uzun yıllardır yaşayan kişilerden elde edilmiştir. İkinci aşamada ise kaynak kişilere anahtar kişilerden yola çıkarak kartopu nitel araştırma örnekleme tekniği ile ulaşılmıştır. Saha araştırmasında ulaşılan kaynak kişilerin de birincil ilişki ağlarına dayanan aracılıklarıyla diğer kişilere ulaşılarak bir ağ oluşturulmuştur. Mevsimlik tarım işçisi kadınların tarladaki gündelik yaşam ilişkilerinin analizi için elde edilen bulgular, hem mevsimlik tarım işçisi kadınlarla yapılan görüşmelerdeki gündelik yaşam anlatılarından hem de ikincil verilere dayanılarak elde edilmiştir<sup>7</sup>. Saha araştırmasının Hayati Harrani Mahallesi ve Osmanlı Mahallesi ayağı, mahalle dışına (yöre dışı) yapılan gezici ve geçici mevsimlik tarım işçiliği hareketliliğinin yoğunlaştığı tarihlerde gerçekleştirilmiştir. Sırrın Mahallesi'ndeki saha araştırması ise hem mahalle dışı gezici ve geçici mevsimlik tarım işçiliği hareketliliğinin yoğunlaştığı hem de mahallenin yarı-kamusal ve kamusal mekânlarında emek yoğun olarak isot toplama, temizleme, kurutma ve öğütme işlemlerinin yapıldığı dönemde yapılmıştır<sup>8</sup>.

Hayati Harrani ve Osmanlı mahalleleri merkez ilçe Eyyübiye'ye bağlıdır. Bu mahalleler, kentin güneydoğu çeperinde konumlanmıştır. Her iki mahalle de geleneksel üretim ve emek ilişkilerinin çözülmesiyle Güneydoğulu az topraklı ve topraksız küçük köylülerin kırdan koparak kente yöneldikleri 1980'li yıllarda kurulan gecekondu alanlarıdır. Hayati Harrani Mahallesi ve Osmanlı Mahallesi sakinleri ağırlıklı olarak Şanlıurfa kırsalından (özellikle Akçakale, Harran ve Siverek) göç edenlerden oluşmaktadır. Saha araştırmasında kırdan mülksüzleş(tiril)erek kopa(rıla)n ve kentlere göç ederek yeniden işçileş(tiril)en<sup>9</sup> bu yoksul kitlelerin deneyimleri için birinci ve ikinci kuşaktaki kişilerle görüşülmüştür. Kırsal toplumsal yapının kente taşınarak yeniden üretildiğinin gözlemlendiği bu mahallelerdeki gündelik-mekânsal pratikler birincil ilişki ağlarına (aşiret, akrabalık, aynı etnik köken) dayalıdır. Kentsel yaşama uyum kapasiteleri oldukça düşük olan bu mahallelerdeki gündelik yaşam ilişkileri kırdan kente göçten önceki gündelik yaşam ilişkilerine benzemektedir. Bu bağlamda bu mahallelerde yaşayan kadınların gündelik-mekânsal hareketliliklerinin sınırlı, kentsel yaşama uyum kapasitelerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Hayati Harrani Mahallesi ve Osmanlı Mahallesi'ne kırdan göçerek yerleşenlerin büyük bölümü geçmişte ortakçılık yapmıştır<sup>10</sup>. Kırsal dönüşümle topraktan koparak kente yönelen bu kitleler, kentsel işgücü piyasasına eklenememişlerdir. Bu nedenle geniş

yapılı bu ailelerin kentsel yoksullukla mücadele etme stratejilerinin başında yöre dışı ve yöre içinde mevsimlik tarım işçiliği gelmektedir.

1960'lı yıllardan önce köy statüsünde olan, kırdan koparak kente akan yoksul köylülerin yığıldığı Sırrın Mahallesi'nde de en temel geçim stratejisi mevsimlik tarım işçiliğidir. Bu mahallede mevsimlik tarım işçiliği yapmanın yolu hem yöre içinde hem yöre dışında yapılan gezici ve geçici tarımsal işlerde çalışmaktan hem de mahalledeki kamusal ve yarı-kamusal mekânlarda yapılan isot üretiminin çeşitli aşamalarında yer almaktan geçmektedir. Bu açıdan diğer iki mahalleye kıyasla Sırrın Mahallesi'ndeki yoksul ailelerin tarım işçiliğiyle geçinme olanakları daha çeşitlidir. Bu çeşitliliğin gündelik-mekânsal pratikler üzerindeki etkisini inceleyebilmek için hem yöre dışında ve yöre içinde tarım işçiliği yapan kadınlarla hem de mahallenin kamusal ve yarı-kamusal mekânlarında tarım işçisi olarak çalışan kadınlarla görüşülmüştür. Sırrın Mahallesi'ndeki tarım işçiliği örüntülerinin çeşitli olması ve bu süreçlerde yarı-kamusal ve kamusal mekânların kullanılması kadınların gündelik-mekânsal pratiklerinin diğer iki mahalleye kıyasla 'esnek bir yapıda' deneyimlenmektedir. Hayati Harrani ve Osmanlı mahallelerine kıyasla görece daha çeşitli etnik ve mezhep kimliklerin yaşadığı toplumsal yapıya sahip olan Sırrın Mahallesi'nde özellikle mahalle içindeki tarımsal üretime farklı sınıfsal konumlardaki kadınlar dâhil olmaktadır. Sırrın Mahallesi'ndeki tarım işçiliği başta yoksul ailelerin temel geçim stratejisi olsa da orta gelirli aileler için de ek gelir kapısıdır. Bu ek gelir kapısında da yoğun olarak kadınlar çalışmaktadır. Sırrın Mahallesi'ndeki kadınlar hane içindeki yeniden üretim faaliyetlerini yönelik sorumluluklarını 'aksatmadan' hanelerinin kapı önlerindeki ya da mahalleye yakın tarlalardaki tarımsal üretim ilişkilerine katılmaktadır.

Hayati Harrani, Osmanlı ve Sırrın mahallelerinde yaşayan kadınların gündelik-mekânsal pratikleri yılın belli dönemlerinde yoğunlaşan tarımsal işgücü hareketliliği içinde üretim ve yeniden üretim alanların kesin olarak ayrılmadığı hatta iç içe geçtiği geçici yerleşim mekânları olan tarlalar ile sürekli yerleşim alanları olan kentler arasında dokunmaktadır. Mevsimlik tarım işçisi kadınların farklı mekânsal dokulardaki gündelik yaşam pratikleri içinde süregiden ataerkil kapitalist ilişkiler benzer habitus mekanizmaları<sup>11</sup> (yatkinlik sistemleri) oluşturur. Bu habituslarda iktidar ilişkileri ile gündelik yaşam pratikleri arasında bir döngü kurularak kadınların toplumsal konumları keskin niteliklerle donanmaktadır. Gündelik yaşam coğrafyalarında zamana ve mekâna içkin olan iktidar ilişkileri kendini gündelik olanın adeta sıradan ve alışılan yapısının bir parçası olarak dayatır. Böylece kadınların gündelik yaşamdaki davranış kalıpları, eylemleri ve mekânsal hareketliliklerinin derinliklerine işleyen iktidar ilişkileri tarafından yönlendirilmektedir.

Geniş ve geleneksel yapılı ailelerin temel geçinme stratejisi olan mevsimlik tarım işçiliğinde kadın emeği yoğun olarak kullanılmaktadır. Mevsimlik tarım işçisi kadınlar ucuz, kontrol edilebilir ve emek yoğun biçimde 'ücretsiz işçi' kategorisinde hem hane içinde hem de hane dışı tarımsal işlerde çalışmaktadır. Böylece ataerkil kapitalist ilişkiler sisteminin sürekliliği farklı mekânsal dokulardaki kentte ve tarladaki benzer gündelik-mekânsal pratikler üzerinden yeniden ve yeniden üretilmekte, gündelik-mekânsal ilişkilerde kadın emeğinin görünmez niteliği pekişmektedir. Tarımda kadın işgücünü pekiştiren iki önemli etken vardır: İlki, ataerkil denetim mekanizmaları nedeniyle kadınların kentteki mekânsal hareketliliklerinin sınırlı oluşudur. İkincisi de bu ataerkil denetim mekanizmaları ile kapitalist tarımsal üretim ve emek ilişkilerinin uzlaşısıyla kadın işgücünün görünmezliği giderek artar (Çınar,

2016: 191). Her ne kadar kapitalizmin yaygınlaşmasıyla gündelik yaşam ilişkilerinde üretim ve yeniden üretim faaliyetleri ayrılrsa da bu ayrım tarımda çalışan kadınların gündelik yaşam ilişkilerinde görülmemektedir.

Mevsimlik tarım işçisi kadınların gündelik yaşam ilişkileri üretim ve yeniden üretim faaliyetleri hane içi ve hane dışı ayrımı olmayan bir yapı içinde süregitmektedir. Mevsimlik tarım işçisi kadınların hem üretim hem de yeniden üretim alanlarındaki sosyo-ekonomik konumları Bourdieu'nün (2006; 2017) vurguladığı gibi toplumsal uzam olan alanda sahip oldukları sermaye türlerinin yapısının niteliğine ve niceliğine bağlıdır. Saha araştırmasının yapıldığı her üç mahallede de mevsimlik tarım işçisi kadınların emekleri kendi rızaları dışında bir değer biçilerek alınır ve satılır. Mevsimlik tarım işçisi kadınların tarımsal üretimde yer alma süreçleri ile bu süreçlerdeki karar alma mekanizmalarındaki konumları çoğunlukla ailedeki erkek üyeler tarafından belirlenir. Buna karşın tarımsal üretimin çeşitli basamaklarında yer alan kadınların kentsel mekânda tarım işçiliği dışındaki diğer istihdam alanlarına katılma olasılıkları oldukça düşüktür. Ailenin bir çalışma birimi olduğu mevsimlik tarım işçiliğinde buna alternatif olan tarım dışı iş olanakları ataerkil denetim mekanizmalarının işlemesi önünde bir engel olarak görülür.

Hane içinde kadın emeğinin aileleri tarafından yoğun ve yaygın olarak kullanılmasında aile fertlerinin kentsel işgücü piyasasına eklemlenememesi sonucunda ortaya çıkan kronik işsizlik ve bunun sonucunda ortaya çıkan kronik yoksulluk etkilidir. Kronik hatta yapısal olarak yoksul olan ailelerde kadınların istihdama katılımı doğal, otomatik bir süreç olarak gerçekleşmektedir (Çınar, 2021). Hane halkının etkinlikleri toplumsal altyapılarına bağlıdır. Bu toplumsal altyapılar da emek gücünün yeniden üretimine, sermayenin ve gelirlerin dolaşımından etkilenen emek piyasalarına göre şekillenir (Harvey, 2016b: 338). Bu emek piyasalarının mekânsal kurgusu da hane halkının emek gücünün niteliğine, değerine ve karakterine dayalıdır. Bu bağlamda mevsimlik tarım işçiliğinde kadın emeği hem ataerkil geniş aile yapılarının yoksullukla mücadele etmesi hem de kapitalist tarımsal yapılarının ucuz ve kontrol edilebilir emek talebi için adeta ipotek edilen emektir. Dolayısıyla mevsimlik tarım işçisi kadınların kentsel mekânda ve tarladaki gündelik yaşam ilişkileri, gündelik yaşamın ve mekânın ataerkil kapitalist ilişkilerin sürekliliği içinde üretilen homojen, parçalı ve hiyerarşik yapısında deneyimlenir. Mevsimlik tarım işçisi kadınların üretim ve yeniden üretim alanlarındaki gündelik-mekânsal pratikleri, ataerkil kapitalist toplumsal yapıların birbiri içine geçtiği süreklilik ilişkisi içinde deneyimlenmektedir. Bu süreklilik ilişkisinin farklı mekânsal dokulardaki gündelik-mekânsal pratikler içinde kurgulanması, mevsimlik tarım işçisi kadınların gündelik yaşam içindeki toplumsal konumlarının benzer süreçlerle içselleş(tiril)mesine neden olarak adeta doxa etkisi yaratmaktadır.

#### **4. Bulgular ve Tartışma: Mevsimlik Tarım İşçisi Kadınların Hane İçindeki ve Tarladaki Gündelik Yaşam Deneyimlerinin Analizi**

Saha araştırmasının yapıldığı Hayati Harrani, Osmanlı ve Sırrın mahallelerindeki kadınların gündelik yaşam coğrafyalarındaki toplumsal konumları, ataerkil kapitalist toplumsal ilişkiler sisteminin pazarlığıyla belirlenmektedir. Kent çeperinde yer alan bu mahallelerde yaşayan kadınların bu farklı mekânsal dokulardaki benzer toplumsal konumları, kırdan kente taşınan yoksulluk (toplumsal sınıf ilişkileri) ile ataerkil toplumsal cinsiyet ilişkilerine bağlı olarak üretilir. Bu yapıda mevsimlik tarım işçisi

kadınların, gündelik yaşamdaki pratikleri ve deneyimleri kes(k)in bir yapıda tanımlanmıştır. Şanlıurfa kent çeperinde kırdan kente göç sonucunda oluşan bu mahallelerde, kadınların gündelik yaşam deneyimlerinin ve tarımsal işgücü piyasalarında mevsimlik tarım işçisi olarak yer alma süreçleri hane içindeki ataerkil toplumsal cinsiyet ilişkileri ve tarladaki ataerkil kapitalist üretim ve yeniden üretim ilişkilerinin uzlaşısına bağlıdır.

Her üç mahalledeki kadınlar, gündelik yaşam pratiklerini hane içinde ve tarlada yaptıkları mevsimlik tarım işçiliğinde ataerkil kapitalist toplumsal ilişkilerin sürekliliğine bağlı olarak deneyimlemektedir. Böylece ataerkil kapitalist ilişkilerin sürekliliği, farklı mekânsal dokulardaki hane içi ve tarladaki gündelik yaşam pratikleri üzerinden yeniden üretilmektedir. Üstelik kent çeperindeki bu mahallelerin kentsel yoksullukla mücadele etme ve kente tutunma stratejilerinde ilk sırada mevsimlik tarım işçiliği gelmektedir. Bunun en temel nedeni mevsimlik tarım işçiliğinde çalışma biriminin aile kurumunun olması, kadın emeğinin hane içi ücretsiz emeğin bir uzantısı olarak görülmesine neden olmaktadır. Böylece mevsimlik tarım işçisi kadınların gündelik yaşam ilişkilerinde emek güçlerinin görünmezliği pekişmektedir. Ataerkil kapitalist sistemin mevsimlik tarım işçisi kadınların hane içindeki ve tarladaki gündelik yaşam pratikleri ve deneyimleri üzerinden süreklilik ilişkisi bağlamında nasıl örgütlendiğini analiz etmek için üç nirengi noktası belirlenmiştir: Gündelik yaşamın işleyişi açısından kadınların toplumsal hiyerarşide konumları, gündelik yaşamın zorunlu işlevlerinin üretimindeki sorumlulukları ve kadınların gündelik yaşamdaki mekânsal hareketlilikleri. Böylece bu nirengi noktaları üzerinden saha araştırmasının yapıldığı mahallelerde mevsimlik tarım işçisi kadınların hane içindeki ve tarladaki gündelik-mekânsal deneyimlerini belirleyen toplumsal ilişkiler sisteminin bu farklı mekânsal dokularda süreklilik ilişkisi üzerinden nasıl taşınarak yeniden üretildiği analiz edilmiştir.

#### 4.1. Mevsimlik Tarım İşçisi Kadınların Hane İçindeki Gündelik Yaşam Deneyimleri

Her üç mahalledeki ataerkil denetim mekanizmaları “aynı aşiretten olma, aynı köyden gelme ve aynı etnik kökende olmaya” işaret eden birincil ilişki ağlarıyla örülmektedir. Bu birincil ilişki ağlarının ağırlığı özellikle genç ve bekâr kadınlar üzerinde daha yoğundur. Fakat bu ataerkil denetim mekanizmalarının yapısı ve şiddeti her üç mahallede benzeşse de aynı değildir. Hayati Harrani ve Osmanlı mahallelerinde bu yapının şiddeti gündelik yaşam ilişkilerinde daha homojen ve katı yapıda deneyimlenirken, Sırrın Mahallesi’nin etnik (Arap, Kürt ve Türk) ve mezhepsel (Alevi ve Sünni) çeşitliliğe bağlı heterojen yapısında görece daha esnek bir yapıda deneyimlenmektedir.

Hayati Harrani ve Osmanlı mahallelerinde kadınların yaşları fark etmeksizin hanedeki erkek üyelerin yanında konuşmaması, konuşmalarına onların aracılığıyla ya da onların izniyle başlamaları ataerkil toplumsal denetim mekanizmalarının gündelik yaşam ilişkilerinde homojenleştiğini gösterir. Kadınların gündelik yaşamdaki toplumsal konumlarını işaret eden bir diğer örnek ise her üç mahallede berdel, başlık parası ve çok eşlilik gibi toplumsal olguların varlığıdır. Kadınların toplumsal konumları gündelik yaşam ilişkileri üzerinden yeniden üretilerek hem maddi hem de sembolik olan kültürel sermayenin bir tahakküm aracı olarak işlenmesini ve aktarımını (Bourdieu, 2017) sağlamaktadır. Böylece toplumsal olarak inşa edilen hiyerarşik cinsiyet mimarisine dayalı bu yapı, kendini habitusun koşulları içinde kemikleşerek varlığını sürekli olarak yeniden üretmektedir. Dolayısıyla aynı sınıfsal habitusa (mevsimlik tarım işçiliği habitusu) sahip bireylerden oluşan bu geniş yapıda aileler içinde kadınların

üretim ve yeniden üretim alanlarındaki habitusları (yatkınlıkları) ataerkil kapitalist ilişkilerin sürekliliğini sağlamak üzerine yapılandırılmıştır.

Hayati Harrani, Osmanlı ve Sırrın mahallelerinde sosyo-ekonomik yapıdaki değişim sürecinin yavaş olması sonucunda kadınların ataerkil denetim mekanizmalarının sarmaladığı habitus koşulları da gündelik-mekânsal ilişkilerde değişime karşı dirençlidir. Saha araştırması boyunca kaynak kişilerin evlilik kararları üzerinde ya da gündelik yaşam ilişkilerindeki herhangi karar alma sürecine katılımında pasif tavır sergilemeleri bu yapının sürekliliğini ve değişime ne kadar dirençli olduğunu göstermektedir. Örtülü ya da açık zorlama biçimi olarak ortaya çıkan sembolik tahakküm, genç kadınların akraba evliliklerine ya da berdel nikâhına yönlendirilmeleri üzerinden eril tahakkümün varlığını pekiştirmektedir.

*“Bu sene kadınlar pahalı. Geçen sene ağabeyimi 27.000 TL’ye evlendirdik. Şimdi bayağı pahalılaştım başlık parası”* (H10, 20, Bekâr).

*“Görücü usulü evlendirildim. Evlendiğimde babamgil bayağı başlık parası aldı. Buralarda başlık parasız evlilik olmaz ki”* (H18, 24, Evli).

Hayati Harrani, Osmanlı ve Sırrın mahallelerindeki kadınların gündelik yaşamda hane içi yeniden üretim faaliyetlerine ilişkin sorumlulukları sadece cinsiyetçi işbölümüne göre farklılaşmamaktadır. Bu farklılık kadınlar arasında yaşa dayalı hiyerarşiye de bağlıdır. Dolayısıyla kadınların kentsel gündelik yaşam pratikleri çok katmanlı bir yapıda deneyimlenmektedir. Bu yapının ilk katmanında kayınbaba/baba, koca, hane içinde yaşları fark etmeksizin kayınlar/erkek kardeşler ve erkek çocuklar yer alır. İkinci katmanda ise kaynana/anne, ailedeki evli kadınlar, bekâr kadınlar ve kız çocukları yer alır. Özellikle çok daha geniş aile yapılarının bulunduğu Hayati Harrani ve Osmanlı mahallelerindeki gündelik yaşam ilişkileri hem yaş hem de ataerkil toplumsal cinsiyet ilişkileriyle hiyerarşikleşmektedir.

*“Ailede en çok kayınbabamın sözü geçer. Onun sözü üstüne söz olmaz. Ondan sonra da kaynanamın sözü geçer. Diyelim ki kendi evimize bir şey alacağımızda önce kayınbabama sonra da kaynanama söyleriz. Onlardan izinsiz bir şey yapamaz eşim. Onlara danışır, onlar kabul ederlerse o eşyayı ya alırız ya da almazız”* (O17, 26, Evli).

*“Mesela ben yeni evliyim, bir yıl oldu evleneli. Ama haftanın bir günü annelere gitmeme izin veriyor kaynanam. Gittiğim zaman da ona haber vermezsem asla olmaz. İlla bir sorun çıkar”* (H12, 19, Evli).

Cinsiyetçi işbölümü, gündelik yaşam deneyimlerinin toplumsal cinsiyet eşitsizliklerine göre farklılaşmasına neden olur. Gündelik yaşam pratiklerinin cinsiyetçi iş bölümü uyarınca üretim ve yeniden üretim faaliyetlerine göre parçalanması (Lefebvre, 2015c; Lefebvre, 2016b), cinsiyet kimliklerine biçilen toplumsal rollerin de sürekliliğini sağlar. Kadınların gündelik yaşamdaki toplumsal konumları ile yatkınlıklarının uyumu, gündelik yaşam içinde gizlenen iktidar ilişkilerinin dayattığı zorunluluklarla görülür (Bourdieu, 2017: 171-172). Dolayısıyla kentsel mekândaki gündelik yaşam ilişkilerinin aksamadan işlemesi, kadınların yeniden üretim süreçlerindeki toplumsal konumlarının ataerkil toplumsal cinsiyet ilişkilerinin katı yapısına bağlıdır. Böylece Bourdieu ve Wacquant’ın (2016:

126) vurguladığı üzere tarihin bir ürünü olan habitus mekanizmaları, mevsimlik tarım işçisi kadınların deneyimleri ve pratikleri üzerinden gündelik yaşam coğrafyalarında yatkinliklerini (habituslarını) pekiştirerek yeni deneyimler edinmelerine neden olmaktadır. Kadınların bu habitus mekanizmaları içinde yeniden üretim alanıyla özdeşleşerek hane içi emeklerine daha düşük toplumsal değer atfedilmektedir.

*“Annelik yapmak, kadının en temel görevidir. Kadınlar çocuklarının derslerini, yemeklerini, sağlığını her şeylerini düşünmek zorundadır. Hem biz niye bu kadar isot işine girelim. Her şey onlar için”* (S13, 29, Evli).

*“8 kişi yaşıyoruz bu evde. Bu evin tüm işlerini ben tek başıma yaparım. Çok kolaydır buradaki işler (günlük ev işlerini kast ediyor). Buradaki işin zorluğu nedir ki, tarladaki işlerin yanında. Bir kere burada her şey var. Su var, çamaşır makinesi var, cereyan var. Ama tarla işi öyle mi?”* (H14, 47, Evli).

Davidoff’a (2012: 47) göre kadınların gündelik yaşamın zorunlu işlevlerine yönelik sorumlulukları toplumsal olarak kurgulanmaktadır. Kadınların hane içindeki yeniden üretim faaliyetleriyle özdeşleşmesi toplumsal kurgu olan “kadınlık” rolünün parçasıdır. Gündelik yaşamın zorunlu işlevlerinin sürekliliğini sağlamak olan hane içi işlerin yükümlülüğü kültürel olarak belirlenmiştir. Kadınların kentteki gündelik yaşamın zorunlu işlevlerine yönelik sorumluluklarının diğer yönü de yöre dışına tarım işçiliğinde, tarlada hane içi tüketime yönelik hazırlıklar yapmaktır. Yukarıda da vurgulandığı üzere gündelik yaşam ilişkilerinin üretim ve yeniden üretim faaliyetleri bağlamında parçalanması ve bu faaliyetlerin toplumsal cinsiyet eşitsizliklerinin farklı mekânsal dokulardaki gündelik yaşam ilişkilerini benzer şekillerde nasıl sistematik olarak ürettiğini gösterir. Dolayısıyla kadınların ‘bir günü’ gündelik yaşamdaki yeniden üretim faaliyetlerinin kesintisiz bir biçimde sürdürmelerine bağlıdır. Öte yandan Hayati Harrani, Osmanlı ve Sırrın mahallelerindeki kadınların gündelik mekânsal hareketlilikleri bağlamında kentsel kamusal alanlara katılım süreçleri ile kentsel işgücü piyasasına (mevsimlik tarım işçiliği dışında) katılma olasılıkları oldukça düşüktür. Her üç mahallede de gündelik yaşam ilişkilerinde geleneksel ve katı biçimde örgütlenen ataerkil toplumsal cinsiyet ilişkileri, kadınların edilgen konumlarını adeta pekiştirmektedir.

*“Tarla olmasa da başka bir sigortalı bir işte çalışsam... Ama babam kabul etmiyor. Etse, sigortalı bir iş bulurum. Tek kalacağım (işe tek gitmeyi kast ediyor) diye izin vermiyor. Tarlada tüm aile birlikteyiz ya. Ama tarlada çok yoruluyoruz, üstümüz başımız kirleniyor. Buradaki işler (kentteki) öyle mi sigortalı iş, yani temiz iş”* (H11, 21, Bekâr).

Gündelik yaşam mekânlarının yani algılanan mekânın toplumsal cinsiyet ilişkilerine göre parçalanması, kadınların özel alan ile erkeklerin ise kamusal alanla özdeşleşmesi bağlamında mekânları hiyerarşikleştirir. Kent çeperindeki gecekondu mahallelerinde geleneksel toplumsal cinsiyet ilişkileri egemendir. Homojen bir toplumsal yapıda olan bu mahallelerde kentli yaşam bilincini yansıtmayan birincil ilişki ağlarıyla ataerkil toplumsal ilişkiler sürekli olarak yeniden üretilmektedir. Diğer yandan yoksul hatta yoksulluk sınırı altında yaşayan kitleleri barındıran bu mahallelerde yaşayan kadınların, genellikle tüketime odaklı kentsel kamusal alanlara katılımları oldukça düşüktür (Cantek vd., 2014; Erman, 2014). Hayati Harrani, Osmanlı ve Sırrın mahalle sakinlerinin kentsel mekândaki sosyal donatı

olanaklarına erişimleri oldukça düşüktür. Dolayısıyla saha araştırmasının yapıldığı her üç mahalledeki kadınların özel alana sıkışmaları kaçınılmazdır. Yani, kırdan kente taşınan ataerkil ilişkiler ile kentsel yoksulluğun iç içe geçmesi gündelik yaşamda kadınların hane dışında sosyalleşmelerini engellemektedir. Kadınların gündelik yaşamdaki boş zaman alanları da bu nedenle hane içiyle sınırlanmaktadır.

Hayati Harrani, Osmanlı ve Sırrın mahalleleri arasında toplumsal sınıf ilişkileri bakımından benzerlikler olsa da Sırrın Mahallesi ile diğer iki mahalle arasında ataerkil kültürel normların görece farklılaştığı görülmektedir. Ağırlıklı olarak kendilerini Arap ve Kürt etnik kimliğine sahip ve Sünni mezhebine ait olarak tanımlayan görece homojen kültürel yapıya sahip Hayati Harrani ve Osmanlı mahallelerindeki kadınlar için bu ağlar daha sıkıdır. Bu bağlamda her üç mahallede kadınların kentsel kamusal alanlara katılım süreçleri, bu alanları kullanım biçimleri ve kullanım süreleri etnik kimlik ve dini inanç farklılıkların toplumsal cinsiyet ilişkileri üzerindeki etkilerini göstermektedir. Gündelik yaşamda kadınların mekânsal hareketliliklerini sınırlayan ve denetleyen ataerkil toplumsal denetim mekanizmalarının şiddeti genç bekâr ve genç evli kadınlar üzerinde daha yoğundur. Hayati Harrani ve Osmanlı mahallelerinde kadınlar için kamusal alanların sınırları kes(k)in şekilde belirgindir. Bu mahallelerde yaşayan kadınların kentsel kamusal alanlara katılımları ancak aile reisi olan erkek ile ailedeki diğer erkeklerin izniyle ya da eşlik etmesiyle mümkündür.

*“Bazen evde çok bunalıyoruz. Dışarıda komşular oturuyor bazen ama babam pek izin vermiyor dışarıda oturmamıza. “Ortam uygun değil” diyor. Bazen annemle parka gidiyoruz. O da her zaman değil. Annem izin verirse bazen arkadaşlarımız bize gelir, otururuz. Onun dışında pek dışarı çıkmayız”* (O6, 18, Bekâr).

*“İhtiyaç duymuyorum Hayati Harrani'nin dışına çıkmaya. Çarşıya da bir işim olunca annemle, abimle ve kız kardeşimle gidiyorum. Tek başıma asla çıkmam bizim Araplarda bekâr kızlar asla tek çıkamaz (dışarı). Hatta beni şimdi tek başıma bıraksalar da çıkmam. Öyle alıştırmışlar çünkü. Öyle gördüm bugüne kadar tersini yapamam ki”* (H11, 21, Bekâr).

Ataerkil toplumsal düzen, gündelik yaşam coğrafyalarının zamansal ve mekânsal olarak inşası üzerinden hem toplumsal cinsiyet kimlikleri arasındaki işbölümünde hem de bedenler ile zihinler arasında işleyen bilişsel yapılar arasında kurulan uyum sayesinde gündelik yaşam ilişkilerinde sıradan kabul edilir (Bourdieu ve Wacquant, 2016: 86-87, 171). Başka bir ifadeyle gündelik yaşamın sıradanlığı içine gizlenmiş bu hiyerarşik yapı, doxa yaratarak en iyi şekilde kadınlar üzerinde uygulanmaktadır. Fakat bu doxa yapısı içinde kadınların gündelik yaşam ilişkilerinin sürdüğü her alanın özgül yapısını tanımlayan kurallar üzerinde benzer olan fakat aynı olmayan iktidar dinamikleri yaratmaktadır. Bu bağlamda Sırrın Mahallesi'ndeki mevsimlik tarım işçisi kadınların tarımsal işgücü piyasalarında yer almaları ve kentsel kamusal alanlara katılımları diğer iki mahalleye göre farklılaşmaktadır. Bu farklılığın temel nedeni, Sırrın Mahallesi'nin etnik ve mezhepsel açıdan Hayati Harrani ve Osmanlı mahallerine kıyasla heterojen yapıda olmasıdır. Örneğin, Sırrın Mahallesi'nde farklı etnik ve kültürel yapıya sahip mevsimlik tarım işçisi kadınlar içinde Kürt veya Arap etnik kimliğindeki mevsimlik tarım işçisi kadınların kamusal ve yarı-kamusal mekânları kullanımları daha kısıtlıdır. Dolayısıyla bu kadınların



mahalledeki kamusal ve yarı-kamusal mekânlardaki tarım işçiliği örüntülerine katılımları oldukça düşüktür. Kadınlar ancak aile reisinin iznini ve onayını alarak üretim alanlarında (mahalleye yakın tarlalardaki tanıdıkların çadırlarında) tarımsal üretim faaliyetlerine katılmaktadır. Kamusal ve yarı-kamusal mekânlardaki, mekânsal hareketlilikleri görece daha yoğun ve olağan olan Alevi kimliğine sahip kadınlar ise mevsimlik tarım işçiliğini kamusal ve yarı-kamusal mekânlar ile özel mekânlar arasındaki geçirgenlik ilişkisi içinde deneyimlemektedir.

*“Eşim çok kıskançtır. O izin verirse bir yere gidebilirim. Baktım, o evden çıktı; ben de evden çıkarım”* (S12, 54, Evli).

*“Kapı önünde isot temizliyoruz. Bir şeye ihtiyacımız olduğunda eve rahat gidip geliyoruz. Hem de yazın geceler uzun ya gece geç saatlere kadar komşularla oturup işi bitiriyoruz. Çocuklarımız da gözümüzün önünde oluyor. Sokakta dolanıyorlar, oynuyorlar komşu çocuklarıyla. E herkes birbirini tanıyor nasıl olsa”* (S11, 37, Evli).

Hayati Harrani, Osmanlı ve Sırrın mahallelerindeki kadınların sermayelerinin hacmi ve yapısının zayıflığı kentte mevsimlik tarım işçiliği dışındaki çalışma ilişkilerine katılma olanaklarını büyük oranda daraltmaktadır. Bu sınırlılık, ataerkil toplumsal ilişkiler ile Şanlıurfa’daki kentsel işgücü piyasasının çepere yığılmış bu işgücü fazlasını emecek altyapıdan yoksun olmasının sonucudur. Bu da bu mahallelerde yaşayan kadınları, genellikle ataerkil denetim mekanizmaları içindeki mevsimlik tarım işçiliğinde çalışmaya yöneltmektedir. Özellikle yöre dışında mevsimlik tarım işçiliği yaptıktan sonra kente dönen kadınların birçoğu yöre içinde de mevsimlik tarım işçiliği yapmaktadır. Bu süreçte Hayati Harrani ve Osmanlı mahallelerindeki kadınlar, yöre dışından kente döndükleri sonbahar aylarında aileleriyle bu kez kentte tarımsal üretimin yoğun olarak yapıldığı ilçelerine tarım işçiliği yapmak üzere harekete geçmektedir. Sırrın Mahallesi’nde yöre dışı tarım işçiliğinden dönen kadınlar ise mahallenin kamusal ve yarı-kamusal mekânlarında isot temizleme vb. işlerde çalışmaktadır. Bu enformel işlerde çalışan kadınların kentsel mekândaki tarımsal emekleri ve ücretleri de ailelerin ataerkil yapısına bağlı olarak erkeklerin kontrolündedir.

Tarla işini daha güzel daha iyi olarak görüyorlar galiba. Sonuçta babamın gözünün önündeyiz, tüm aile beraber çalışıyoruz ya. Diyor ki “başka işte çalışsanız gözüm arkada kalır.” Biliyorsunuz yani Araplarda pek hoş karşılanmaz böyle şeyler (H12, 19, Evli)

Urfa’ya döndüğümüzde (eylül-ekim aylarında) bir hafta falan ancak evimizde kalıyoruz. İşe (yöre dışına) götürdüğümüz halıları, eşyaları yıkıyoruz. Evimizin temizliğini yapıyoruz, ekmeğimizi yapıyoruz sonra yine işe gidiyoruz (Harran’da pamuk toplama işine). Tanıdıklarımızın (önceden tarlalarında çalıştıkları kişiler) tarlasında çalışıyoruz. Yine oraya da çadırlarımızı götürüyoruz. Bir buçuk aya yakın da orada kalıyoruz. Bir buçuk ayın sonunda anca eve gelebiliyoruz. Ta ki nisan ayında yeniden işe gidene kadar evimizde kalıyoruz. (H10, 20, Bekâr)

Yukarıda ele alındığı üzere Hayati Harrani, Osmanlı ve Sırrın mahallelerinde kentsel mekândaki gündelik mekânsal hareketlilikleri ve emek güçleri üzerindeki kontrolü kendilerinde olan işlerde çalışma olanakları oldukça düşüktür. Kadınların kentsel toplumsal yaşamlarının birçok alanını belirleyen bu hiyerarşik yapının temeli, toplumsal sınıf ve toplumsal cinsiyet ilişkileri dinamiklerine bağlıdır. Bu ilişkilerin sürekli olarak kentsel mekândan tarlaya taşınmasıyla kadınların tarımsal emeklerinin hane içi

ücretsiz emeğin bir uzantısı olarak görülmektedir. Kadınların bu emek karşılığında aldıkları ücretler de hane bütçesine katkı olarak değerlendirilmektedir. Son tahlilde kadınların toplumsal konumları alandaki sermaye türlerinin dağılımlarına bağlı olan konumlarına, alanı algılayışlarına ve alanın içinde durdukları noktadan alana bakışlarına doğrudan bağlı olarak şekillenmektedir.

#### 4.2. Mevsimlik Tarım İşçisi Kadınların Tarladaki Gündelik Yaşam Deneyimleri

Mevsimlik tarım işçisi kadınların tarladaki gündelik yaşam deneyimleri üretim ve yeniden üretim faaliyetlerinin iç içe geçtiği bir yapıda dokunmaktadır. Üretim ve yeniden üretim alanlarındaki bu mekik kadın emeği ataerkil toplumsal ilişkiler ile kapitalist üretim ilişkilerinin kesiştiği noktadadır. Mevsimlik tarım işçiliğinde kadın emeğinin yoğun olarak kullanılması ataerkil yapıya sahip ailenin çalışma birimi olması ile işverenlerin kâr ve emek yoğun odaklı üretim ilişkilerinin sonucudur. Hane içindeki ataerkil toplumsal cinsiyet ilişkileri, bir yandan erkeklerin kadınlar üzerindeki iktidar ilişkilerinin sistematik olarak işlemesine yol açarken, bu ilişkiler sistemi tarlaya sürekli olarak taşınarak yeniden üretilmektedir. Böylece hem toplumsal sınıf hem de ataerkil toplumsal cinsiyet ilişkileri mevsimlik tarım işçiliği emeği üzerinden kurumsal bir nitelik kazanmaktadır. Böylece tarladaki kapitalist üretim ilişkileri tarafından “ucuz ve güvencesiz” olarak nitelendirilen kadın emeğinin bu yönü ataerkil toplumsal cinsiyet dinamiklerini kuvvetlendirmekte aynı zamanda bu dinamiklerden etkilenmektedir. Bu çerçevede toplumsal olarak inşa edilen gündelik yaşam ilişkilerinde kadınlık pratikleri geleneksel ataerkil ilişkileri tamamlayan hatta kuvvetlendiren tarımsal ucuz, güvencesiz, esnek ve kontrol edilebilir olarak emek biçimi olarak değerlendirilmektedir.

Mevsimlik tarım işçisi kadınların tarladaki mekânsal dokuda deneyimledikleri bu süreklilik ilişkisi kentsel mekân ile tarla arasında taşınan sermayenin hacminin eşdeğerliliğini gösterir. Böylece mevsimlik tarım işçisi kadınların tarlaya taşınan sermaye hacimleri gündelik yaşam ilişkilerindeki toplumsal konumları ile habitusları arasındaki bağ üzerinden görünür<sup>12</sup>. Dolayısıyla mevsimlik tarım işçisi kadınların tarladaki gündelik yaşam deneyimleri tarlada üretim ve yeniden üretim faaliyetlerinin iç içe geçtiği gündelik mekânsal yapıda bu faaliyetlerin sürekliliğini sağlamak üzere sürmektedir. Mevsimlik tarım işçisi kadınlar gündelik yaşam coğrafyası olan tarladaki pratiklerini “üretim (çalışma) ilişkileri ve yeniden üretim ilişkileri” olarak deneyimlenmektedir. Mevsimlik tarım işçiliğinde kadınların emeği yaygın ve yoğun olarak kullanılsa da tarladaki çalışma ilişkilerinde kadınların emeği ailedeki diğer erkek üyeler ile işveren ya da elçi/dayıbaşı/çavuş<sup>13</sup> arasında sözlü olarak kurulan sözleşmeye dayalı olarak alınır ve satılır. Tarladaki bu çalışma ilişkileri ataerkil toplumsal denetim mekanizmalarıyla birleşince mevsimlik tarım işçileri arasındaki toplumsal cinsiyet ilişkilerine dayalı hiyerarşik yapı ortaya çıkar. Tarladaki çok katmanlı çalışma ilişkilerinde erkek işçiler-elçiler-işverenler arasındaki bu hiyerarşik yapıda medeni durumları ne olursa olsun mevsimlik tarım işçisi kadınların yerleri yoktur. Mevsimlik tarım işçisi kadınların tarladaki bu yok-yerleri Çınar’a (2016: 159) göre hem tarımsal kapitalist üretim ilişkileri için kadın işgücünün ucuzlatılmasının hem de ataerkil toplumsal yapı üzerinde bu işgücünün sürekli kontrol edilmesinin doğal bir sonucudur.

*“Elçiysen önce gidiyorsun iş ayarlıyorsun. İşverenle görüşüyorsun sonra anlaşma olursa (işveren) elçiye işini verir. Sonra mahallede işçi toparlıyoruz. Aile reisiyle görüşüyoruz. Aile reisi diyor, “benim 5-10 tane çalışacak kişim var. Onları çalıştıracam.” Bize uyarırsa*

*ona da uyarsa iş kabul edilir. Biz bu sürede kadın işçilerle hiç görüşmüyoruz. Aile reisiyle işi hallediyoruz” (H6, Erkek Elçi, Yaşını Tam Olarak Bilmiyor, Evli).*

*“Elçi gelip büyük oğlumla görüşür. Aynı elçiyle üç senedir Aksaray’a gidiyoruz. Mesela ağa<sup>14</sup> tarlada işimizi beğenmezse gelir, elçiye söyler. Elçi de gelir oğluma söyler. O da bize işi daha düzgün yapın der” (O16, 46, Boşanmış).*

Gündelik yaşamın tarladaki işleyişinde kadınların emek güçleri üzerindeki kontrolleri, toplumsal konumları ve karar alma süreçlerine katılımları hiyerarşikleşme faktörlerini, cinsiyetçi işbölümü parçalanmış faktörleri ve ataerkil kapitalist dinamiklerin kadınların gündelik yaşam ilişkilerinde sıradanlaşması ise homojenleştirici faktörleri işaret eder. Bu yapıda gündelik yaşam ilişkilerinde kadın işçiler erkek işçilere göre emek yoğunudur. Saha araştırmasında mevsimlik tarım işçisi kadınların aile reisi erkek işçilerin tarladaki işlerini “başımızda dururlar”, “iş nasıl yapacağımızı söylerler” gibi ifadeleri de tarladaki üretim ilişkilerinin ağırlığının kadınların üzerinde olduğunu gösterir. Diğer taraftan erkek işçi (genellikle aile reisi)-elçi-işveren arasında kurulan ataerkil kapitalist çalışma ağları kadın emeği üzerindeki baskı mekanizmalarının şiddetini artırır. Üstelik mevsimlik tarım işçiliğindeki çalışma ilişkilerinin enformel oluşu, bu ilişkilerde kadın emeğinin kendi rızası dışında alınıp satılması gibi etkenler ataerkil kapitalist iktidar ilişkileri içinde belirlenir. Hayati Harrani ve Osmanlı mahallelerindeki “eril tahakküm” ilişkilerinde erkek aile reisleri bir yandan tarım işçiliği yapmak üzere bütün aile adına mekânsal hareketliliğe karar vermekte; işveren ile işçi arasında sözlü olarak kurulan çalışma ilişkilerinde karar verici olarak yer almaktadır. Diğer taraftan ise mevsimlik tarım işçiliği yapan kadınların emek güçlerini onların rızasını almaksızın almak-satmak konusunda adeta ‘sınırsız bir yetkiye’ sahiptir.

*“Eşim küçüklükten beri (tarlada) bir iş yapmadığı için tarlada pek çalışmıyor. Başımızda duruyor, biz de çalışıyoruz” (H16, 36, Evli).*

*(Tarlada) “Babam, ağabeyim mola verin deyince veriyoruz. Çalışmaya başlayın deyince başlıyoruz” (O18, 16).*

Tarladaki ataerkil toplumsal cinsiyet ilişkileri ile kapitalist üretim ilişkilerinin ortaklığı, mevsimlik tarım işçisi kadınların gündelik yaşam ilişkilerinde yönlendirilmiş, yapılanmış ve yapılandırıcı yatkinlikler sistemini açığa çıkarır. Kadınların bu yatkinlikler sistemine uyumları da toplumsal tahakküm ilişkilerinin bedenselleşmesinin bir sonucudur. Bu süreç -diğer iki mahalleye kıyasla- Sırrın Mahallesi’nde mahalle içinde ve yöre dışında kurulan üretim ve çalışma ilişkilerinde farklı örüntülerde görülür. Kadınların yöre dışındaki tarım işçiliğinde çalışma ilişkileri erkek işçi (aile reisi)-elçi(çavuş)-işveren arasında belirlenirken; mahalle içindeki tarım işçiliği örüntülerindeki çalışma ilişkileri baş faal<sup>15</sup> -aile reisi-mevsimlik tarım işçisi kadınlar hiyerarşisinde kurulmaktadır. Fakat bazı kaynak kişilerin ifadelerinden yola çıkarak özellikle Alevi mevsimlik tarım işçisi kadınların baş faal ile kurulan çalışma ilişkilerinde bu hiyerarşinin esnek bir yapıda fakat ataerkil toplumsal cinsiyet çizdiği ‘sınırlılıklarla’ gerçekleştiği görülmektedir. Dolayısıyla bu kadınların mahalle içindeki kamusal ve yarı-kamusal mekânlarda yapılan tarım işçiliği örüntülerine katılımları’ daha yoğunken, Arap ve Kürt mevsimlik tarım işçisi kadınların ancak ‘tanıdık, komşu ya da akraba olan kişilerin çadırlarında aile reisinin izni ve onayıyla çalıştıkları görülmektedir.

*“Kocam başka çadırda çalışmama izin vermiyor. Buranın sahiplerini tanıdığı için izin verdi. Eşimden habersiz zaten bir şey yapamam” (S1, 37, Evli).*

*“Bu isot çadırının çavuşu (işverenin ablası) mahalledeki kadınlara mesaj atıyor. Diyor ki isot geldi çalışmak isteyen gelsin. Öyle haberimiz olur da gideriz isot çadırına” (S5, 40, Evli).*

Sırrın Mahallesi’nde mahalle sınırları içinde mevsimlik tarım işçiliği yapan kadınların gündelik yaşam pratiklerinde aile kurumunun merkezde olduğu ataerkil denetim mekanizmaları görece daha sıkıdır. Bu denetim mekanizmaları mahalle sınırlarındaki tarım işçiliği örüntülerinde çalışan mevsimlik tarım işçisi kadınların gündelik-mekânsal deneyimlerine birincil ilişki ağlarının eklemesiyle işlemektedir. Bunun temel nedeni mahalledeki mekânların homojen yapıda olması, tarım işçiliğinde yer alma süreçlerinde de aile dışındaki diğer birincil ilişki ağlarının etkisidir. Bu bakımdan yöre içinde ya da yöre dışındaki tarım işçiliği çalışma ilişkilerinde kadınların bu toplumsal ağların dışına çıkmaları sınırlanır. Böylece Hayati Harrani, Osmanlı ve Sırrın mahallelerindeki mevsimlik tarım işçisi kadınlar, hem hane içindeki hem de tarladaki gündelik yaşam ilişkilerini ataerkil kapitalist ilişkiler sisteminin mekânsal sürekliliği içinde deneyimlemektedir.

Her üç mahalledeki kadınlar için tarladaki gündelik-mekânsal ilişkilerini ataerkil kapitalist toplumsal ilişkiler belirler. Bu bağlamda tarladaki bu ataerkil kapitalist ilişkiler sadece üretim faaliyetleri üzerinden üretilmez, yeniden üretim faaliyetleri üzerinden de kendini sürekli olarak yeniden üretir. Bu yapının sürekliliği mevsimlik tarım işçisi kadınların gündelik yaşam ilişkileri üzerinden sağlanır. Mevsimlik tarım işçisi kadınlar, bir günlük zamanın yarısından fazlasını hatta yeri geldiğinde tamamını tarladaki üretim ve yeniden üretim faaliyetlerine ayırmaktadır. Başka bir yönüyle mevsimlik tarım işçisi kadınların tarladaki emek örüntülerinin niteliği hem hane içi (çadır<sup>6</sup>) yeniden üretim faaliyetlerinde hem de hane dışındaki tarımsal üretim ilişkilerinde karşılıksız emektir. Mevsimlik tarım işçisi kadınların bir günlük zamanları tarladaki işlere göre organize edilmektedir. Bu organizasyon tarlaya gitmeden önce, tarlada ve tarladan döndükleri zamana göre ayrılmaktadır.

*“İşten gelmişsin zaten çok yorgunsun. İçinden bir bardak kaldırmak bile gelmez ama mecbursun. Çocuklara bakacaksın, yemek yapacaksın. Genellikle bizde erkekler kadınların hâlinde hiç anlamaz. Sanki onların yanında hiç çalışmamışsın. Yorgun olduğunda ne yaptın derler. Sonra kalkın suyu ısıtın, temiz kıyafetler getirin derler. Yani seni asla anlamazlar. Bizim Arap erkeklerinin çoğu kadını anlamazlar. Onların kadın dedikleri nedir? Kadın, hem tarlada çalışacak hem de evin işini bitirecek!” (O4, 20, Evli).*

Tarladaki cinsiyetçi işbölümünde erkekler tarımsal işlerin bir kısmını yaparken, kadınlar ise hem tarımsal işlerin hem de gündelik yaşam ilişkilerinin sürekliliği için gerekli tüm faaliyetleri üstlenmektedir. Gündelik yaşam coğrafyalarına keskin biçimde kurgulanan toplumsal cinsiyet ilişkileri bağlamında kadınların emeği ‘mekik emek’tir. Bu süreçte mevsimlik tarım işçisi kadınların gündelik yaşam deneyimleri tarlaya gitmeden önce hane içinde üretime katılamayacak durumdaki çocukların ve yaşlıların bakımı, yaşam ünitesinin günlük temizliği, molalarda tüketilecek erzakları hazırlama; tarlada hazırlanan yiyeceklerin sunma; tarladan döndükten sonra da hane içi gündelik temizliğin yapılması, odun toplama ve su taşıma gibi pratiklerden oluşmaktadır.

*“Mesela işten dönünce çadırda benim işim yarın tarlada yiyeceğimiz yemeği hazırlamak. 14 yaşındaki kardeşimin işi çadırı süpürmek. Annemin işi yemek yapmak. Çok yoruluyoruz diyoruz ki bir yerde yığılalım dinlenelim”* (O7, 19, Evli).

*“Sabah işe gidersin. Akşam geldiğinde de önce çadırı süpürürsün. Ekmek sularsın. Ekmek yoksa hamur yaparsın. Hamuru beklettiğinde, yemek yaparsın. Sonra hızlıca yarının sepetini (ertesi gün tarlada yenilecek yiyecekler) hazırlarsın. Çamaşırların varsa çamaşırlarını yıkadıktan sonra ekmek yapmaya girersin. Ekmek bitince etrafı toparlar, yatarsın. Olur, gece saat 12. Sonra da yatarsın. Ha bir de sabah 5’te kalkıp tekrar işe gideceksin. İşe gitmeden önce yatakları toplar da gidersin. Böyle işte...”* (O4, 20, Evli).

Mevsimlik tarım işçisi kadınların tarladaki gündelik yaşamları, sürekli yerleşim yerleri olan kentsel mekândan tarlaya taşınan değişime ve dönüşüme dirençli hane içi ataerkil tortul ilişkiler<sup>17</sup> belirlemektedir. Başka bir deyişle mevsimlik tarım işçisi kadınların tarladaki habitusları kentten tarlaya taşıdıkları tortul ilişkiler, sermayenin hacmi ve yapısına bağlı olarak kendini (yeniden) üretmektedir. Kadınların mevsimlik tarım işçiliğindeki emeklerinin görünmezliğinin kaynağı, tarım işçiliği örüntüleri hane içi faaliyetlerin devamı olarak görülmesindedir. Hane içi ve hane dışında mevsimlik tarım işçisi kadınların emeklerinin görünmezliğini arttıran bir diğer etken de mevsimlik tarım işçiliğinin kuşaklar boyunca aktarılması, tarım işçiliğinin çalışma ve ücret ağlarının ataerkil kapitalist dinamiklerle enformel olmasıdır. Bu enformel yapı içinde çalışma ilişkilerinin kurulma sürecine kadınların dahil edilmemesi ve kadınların işverenle (tarla sahibi) sözleşme yapma özgürlüğünün olmaması da kadın emeğinin görünmezliğini arttırmaktadır. Yöre dışındaki tarımsal üretim süreçlerinde çalışma biriminin aile olması ve tüm ailenin birlikte çalışması nedeniyle kadınların gündelik mekânsal hareketlilikleri ve sosyalleşme olanakları oldukça kısıtlıdır. Dolayısıyla kentteki geleneksel ataerkil toplumsal cinsiyet sistemindeki kuralların ve kodların tarlaya belirli bir süreklilik içinde taşındığı görülür. Yöre dışındaki tarlalardaki gündelik yaşam ilişkilerinin ağırlığı –tıpkı hane içinde olduğu gibi- genç ve bekâr kadınların üzerindedir. Bu bağlamda tarladaki ataerkil denetim mekanizmaları aile reisi olan erkek bireylerle-elçi-işveren tarafından işlenmektedir.

*“Tarlada çalıştığımızda pek bir ihtiyacım olduğunda önce babama söylerim. Babam halleder ihtiyacımı”* (S8, 15).

Hayati Harrani, Osmanlı ve Sırrın mahallelerindeki kadınların tarladaki gündelik mekânsal hareketlilikleri tarımsal emeğin coğrafi hareketliliğine göre farklılaşmaktadır. Yöre dışında mevsimlik tarım işçiliği yapan kadınların gündelik mekânsal hareketlilikleri yaşam üniteleri ile çalışma alanları olan tarlalar arasında sürmektedir. Bu süreçte kadınların kırsal ve kentsel kamusal alanlara katılımları hastalık, doğum ya da diğer zorunlu koşullar dışında çok düşüktür. Bu tür zorunlu koşullarda kadınların yanlarında ailedeki erkek üyelerin bulunması gereklidir. Sırrın Mahallesi’ndeki tarım işçiliği örüntülerinin diğer iki mahalleye kıyasla çeşitli olması nedeniyle kadınların gündelik mekânsal hareketlilikleri çok boyutludur. Özellikle mahalle sınırları içindeki tarlalarda ya da mahallenin kamusal ve yarı-kamusal mekânlarında tarım işçiliği yapan kadınların gündelik mekânsal hareketlilikleri mahallenin homojen yapısında görece daha esnek bir yapıdadır. Bu esnek yapı, hane içi yeniden üretim ilişkileri ile hane dışı tarımsal üretim ilişkilerinin iç içe geçtiğini gösterir.

*“Kapı önünde isot temizliyoruz. Bir şeye ihtiyacımız olduğunda eve rahat gidip geliyoruz. Hem de yazın geceler uzun ya gece geç saatlere kadar komşularla oturup işi bitiriyoruz. Çocuklarımız da gözümüzün önünde oluyor. Sokakta dolanıyorlar, oynuyorlar komşu çocuklarıyla. E herkes birbirini tanıyor nasıl olsa” (S11, 37, Evli).*

Sırrın Mahallesi sınırları içinde yapılan tarım işçiliği örüntüleri hane ile hane çeperi arasındaki geçişi kolaylaştırmaktadır. Bu bağlamda mahalledeki kamusal ve yarı-kamusal mekânların kullanımları diğer mahallelere kıyasla farklılaşmaktadır. Dolayısıyla Sırrın Mahallesi’nde özellikle mahalle içindeki tarım işçiliğinin yoğunlaştığı dönemlerde kamusal alan ile özel alan arasında geçirgenlik ilişkisi artmaktadır. Fakat kadınların gündelik mekânsal hareketlilikleri mahallenin homojen yapısında birincil ilişki ağlarının yoğun etkisi altında deneyimlenmektedir. Başka bir deyişle, Sırrın Mahallesi’ndeki kadınların gündelik mekânsal hareketlilikleri ‘güvenli’ hane ve çeperi ile mahalledeki tanıdıklarla gidip dönülen ‘tarlalar’ arasında dokunmaktadır.

*“25 yıldır bu mahallede yaşıyorum. Baksan haftada bir kez gidebiliyoruz parka. Mesela bacılarım, kardeşlerim var; akrabalarım var Hayati Harrani’de. Orada pek park yok diye onlar buraya gelir parka gideriz” (O16, 46, Boşanmış).*

Hayati Harrani, Osmanlı ve Sırrın mahallelerinde kadınların tarlada da mevsimlik tarım işçiliği dışında diğer çalışma alanlarında çalışma olasılıkları oldukça düşüktür. Her üç mahallede de saha araştırmasına kaynaklık eden kadınların ek gelir için çalıştıkları işler yine tarım işçiliği kapsamında yer alan hane içi ücretsiz emeğe dayalı işlerdir. Bu işlerin başında yöre dışında ve yöre içinde tarımsal makinelerin giremediği tarlalarda taş toplama gibi işler gelirken; Sırrın Mahallesi’nde ise salça yapmak, sebze kurutmak gibi işler gelmektedir. Kadınların tarımsal üretim faaliyetleri dışında ek gelir getiren bu işlere katılımlarında da emek güçleri ve ücretleri üzerinde tasarruf hakları yoktur. Bu bakımdan tıpkı mevsimlik tarım işçiliğinde olduğu gibi bu işler de kadınların gündelik yaşam ilişkilerinde otonomi sağlamamaktadır. Dolayısıyla kadınların gündelik yaşam deneyimleri kronikleşmiş yoksullukla mücadele etme aracı olan tarım işçiliği örüntüleri bağlamında, farklı mekânsal dokularda benzer toplumsal yapı ilişkilerinin süregitmesine bağlı olarak deneyimlenmektedir.

## 5. Tartışma ve Sonuç

Şanlıurfa’da geleneksel üretim ve emek ilişkilerin çözülmesiyle artan kırdan kente göç dinamikleriyle kurulan saha araştırmasının yapıldığı her üç mahallede de mevsimlik tarım işçiliği ‘eski kır, yeni kent yoksulları’ için temel geçim stratejisidir. Bu yoksul aile yapıları içinde kadınlar, hem kapitalist tarımsal üretim için ucuz emek sunmakta hem de gündelik yaşam ilişkilerini kırdan kente taşınarak yeniden üretilen geleneksel ataerkil toplumsal yapı içinde deneyimlemektedir. Bu araştırma, gündelik yaşamın ve mekânın homojen, parçalı ve hiyerarşik yapısında farklı mekânsal dokuları (kentsel mekânı ve tarlayı) benzer şekillerde belirli bir sürekli ilişki içinde taşınan toplumsal ilişkilerin mevsimlik tarım işçisi kadınların gündelik yaşam deneyimlerine nasıl ve ne şekillerde yansıdığına odaklanmıştır. Özetle bu süreç Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nin yaklaşık olarak son 50 yılının özeti niteliğindedir.

Lefebvre'in (2015b: 26-27) vurguladığı üzere bir bütün olarak toplumsal bir ürün olan mekânda tek bir gündelik yaşam yoktur. Yani, ne kadar çok toplumsal mekân varsa o kadar çok gündelik yaşam vardır. Böylece hem gündelik yaşamı hem de toplumsal mekânların üçlü şemasını (yeniden) üreten toplumsal ilişkilerin gündelik mekânsal pratikler bağlamında benzeştiği ya da farklılaştığı vurgulanabilir. Saha araştırması sırasında elde edilen bulgular değerlendirildiğinde gündelik yaşamda toplumsal olarak inşa edilen "kadınlık" konumu, her üç mahallenin özgül koşullarında deneyimlenmektedir. Mahallelerin özgül toplumsal koşulları içinde kadınların gündelik yaşam ilişkileri üç nirengi noktası üzerinden analiz edilmiştir. Bu noktalar, mevsimlik tarım işçisi kadınların hane içindeki ve tarladaki 'gündelik yaşamın işleyişi açısından kadınların toplumsal hiyerarşide konumları, gündelik yaşamın zorunlu işlevlerinin üretimindeki sorumlulukları ve kadınların gündelik yaşamdaki mekânsal hareketlilikleri'dir.

Her üç nirengi noktasında kadınların gündelik yaşam deneyimleri ve pratikleri toplumsal ilişkilerin sınırladığı mekânsal dokularda gerçekleşmektedir. Dolayısıyla Hayati Harrani, Osmanlı ve Sırrın mahallelerindeki kadınların hane içinde ve tarlada taşıdıkları sermayenin hacmi ve yapısı bu farklı mekânsal dokulardaki gündelik yaşam ilişkileri içinde benzer toplumsal dinamiklerle benzer habituslar üretmektedir. Hayati Harrani, Osmanlı ve Sırrın mahallelerinde yaşayan mevsimlik tarım işçisi kadınların üretim ve yeniden üretim alanlarındaki gündelik yaşam ilişkileri, ataerkil kapitalist ilişkiler sisteminin farklı mekânsal dokularda süreklilik gösteren bir yapıda gerçekleşmektedir. Bu bağlamda gündelik yaşam ilişkilerinin üretim ve yeniden üretim faaliyetlerini ilgilendiren bütün boyutlarının hane içinde ve tarlada kurgulanması mevsimlik tarım işçisi kadınların toplumsal rollerinin benzer süreçlerle içselleştirilmesine neden olmaktadır. Mevsimlik tarım işçiliğinde 'ailenin bir üretim birimi olması' sonucunda kadınların gündelik yaşam deneyimleri üretim ve yeniden üretim alanları arasındaki geçiş yapıdaki pratiklerle gerçekleşmektedir. Homojenleşmiş, parçalanmış ve hiyerarşikleşmiş zaman ve mekân coğrafyalarında gündelik mekânsal pratiklerinin de homojen, parçalı ve hiyerarşik yapısı vardır. Bu yapıda gündelik yaşam ile mekân homojen bir yapıda parçalara ayrılır ve toplumsal ilişki dinamiklerine göre hiyerarşikleşir. Gündelik mekânsal pratiklerin içine oturduğu bu şema, saha araştırmasının yapıldığı Hayati Harrani, Osmanlı ve Sırrın mahallelerinde yaşayan mevsimlik tarım işçisi kadınların gündelik mekânsal deneyimleri üzerinden okunabilir. Her üç mahallede de her yıl aynı toplumsal dinamiklerle gerçekleşen mevsimlik tarım işçiliğinin coğrafi hareketliliğinde kadınların, gündelik mekânsal pratikleri sürekli yerleşim alanları olan kentler ile çalışma alanları olan tarlalar arasında dokunmaktadır. Ataerkil toplumsal denetim mekanizmaları ile kapitalist üretim ilişkilerinin ortaklığı sonucunda mevsimlik tarım işlerinde yoğun olarak yer alan kadınların gündelik yaşam ilişkileri de bu ortaklığın denetiminde deneyimlenmektedir. Son tahlilde, toplumsal sınıf ve toplumsal cinsiyet ilişkilerinin gündelik yaşamdaki mekânsal kurgusunda mevsimlik tarım işçisi kadınlar için Bourdieu'nün (2017) ifadesiyle türdeş yaşam tarzlarının olduğu benzer habituslar ortaya çıkmaktadır.

## Notlar

<sup>1</sup> “Zaman-mekân coğrafyası” epistemolojisi, bireylerin zaman-mekân içindeki konumları incelemesi bakımından gündelik yaşam incelemeleri önemli bir teorik zemin sunar. Bu yaklaşım toplumsal ilişkiler sisteminin gündelik yaşam etkinlikleri üzerindeki ortam kısıtlamalarına dikkat çekmektedir. Zaman-mekân coğrafyasına dair ayrıntılı bilgi için ayrıca bkz. (Hägerstrand, 1975; Giddens, 2020)

<sup>2</sup> Sack (1997) da “mekân ile benlik” arasında karşılıklı ilişki olduğunu belirtir. Bu ilişkide mekân, benliği etkilemekte; benlik de çeşitli toplumsal etkinlikler yoluyla mekânı dönüştürmektedir.

<sup>3</sup> Lefebvre, mekânın birbirinden farklı üç düzeyi olduğunu vurgular. Bu yönler, “biyolojik yeniden üretim, işgücünün yeniden üretimi ve toplumsal üretim ilişkilerinin yeniden üretimi”dir. Fiziksel olarak farklı alanlarda gerçekleşen bu düzeyleri bir araya getiren şey, toplumsal mekânın pratik ve eylemsel yönüdür (aktaran Gottdiener, 2001: 253).

<sup>4</sup> Kentsel doku (*urban fabric*) kavramından yola çıkarak mekânsal doku kavramı yerleşim alanlarının fiziki yapısı olarak tanımlanabilir. Bu açıdan mekânsal doku insan ile ortamın karşılıklı ilişkisinin coğrafi, toplumsal, kültürel, ekonomik ve siyasal değişkenlerine bağlı olarak farklılaşan, benzeşen ve dönüşen bir örüntü bütünüdür. Ayrıntılı bilgi için bkz. (Artibise, 2010).

<sup>5</sup> Hayati Harrani Mahallesi’ndeki kadınlar “H”, Osmanlı Mahallesi’ndeki kadınları “O” kodu ve Sırrın Mahallesi’ndeki kadınlar “S” kodu ile ifade edilmiştir.

<sup>6</sup> Yarı-kamusal mekân (semi-public space) kavramı, kamusal mekân ile özel mekân içinde yer alan ve her tür mekânın niteliklerinin ve kullanımlarının iç içe geçtiği tampon bölge olarak kabul edilen mekândır. Başka bir ifadeyle yarı-kamusal mekânlar bünyelerinde hem kamusal mekânları hem de özel mekânları barındıran, yeni üretilmiş ya da sürekli olarak yeniden üretilen kentsel mekân olarak da tanımlanır (Ergun ve Kulkul, 2019).

<sup>7</sup> Ayrıntılı bilgi için bkz. (Altınpınar ve Gülçubuk, 2004; Çınar ve Lordoğlu, 2010; Çınar, 2014; Çınar, 2016; Geçgin, 2009; Öz, 2015; Yıldırım, 2015; Tar ve Çelik, 2016; Çınar, 2021).

<sup>8</sup> Hayati Harrani Mahallesi ve Osmanlı Mahallesi’nde yapılan saha araştırması 2018 yılının Nisan ve Mayıs aylarında; Sırrın Mahallesi’nde ise 2017 yılının Ekim, 2018 yılının Nisan aylarında yapılmıştır.

<sup>9</sup> Türkiye’de tarımsal kapitalizmin sermaye birikiminin sürekliliğini sağlama eğilimlerinin vurucu etkisi özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi’ndeki az topraklı ve topraksız köylüler üzerinedir. Kırsal dönüşüm öncesinde genellikle piyasa dışı pre-kapitalist tarımsal üretim ve emek ilişkileriyle geçimlerini sağlayan bu az topraklı ve topraksız köylülerin kapitalist tarımsal sermaye birikimi ilişkilerine eklenmesi, onların *mülksüzleş(tiril)mesi* ve *işçileş(tiril)mesi* süreciyle gerçekleşir. Bu süreçte kırdan kopan bu az topraklı ve topraksız köylüler hem kapitalist tarım hem de tarım dışı emek süreçleri için ucuz işgücü kaynağı sunmaya hazır hale gelirler.

<sup>10</sup> Ortakçılık genellikle pre-kapitalist ve kapitalist yapıların iç içe geçtiği tarımsal ilişkilerde yaygındır. Ortakçılık yapan köylüler, köy içi toplumsal yapının oldukça farklılaştığı koşullarda ücretli işçilik dışında kalan tarım emekçileridir. Bu emek ilişkisi büyük toprak mülkiyetinin yaygın olduğu Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yaygındır. Ortakçılık yapan köylüler ile toprak sahibi arasında tarımsal ürün önceden belirlenen oranda ya da aynı oranda paylaşılır. Fakat bu sistemin en belirgin özelliği artık ürünün toprak sahibinin mülkiyetinde olmasıdır (Boratav, 2004: 31; DSO, 1999: 82; Beşikçi, 1992: 138-139). Tarımsal kapitalist üretim ve emek ilişkilerinin yaygınlaşmasıyla toprak sahibi ağa ile ortakçı arasındaki bağımlılık ilişkileri bozulmuştur. Böylece açığa çıkan bu az topraklı ve topraksız köylülere dayalı emek fazlası kırsal alanlarda ve kentsel alanlarda mevsimlik tarım işçiliği yapmaya hazır yoksul kitlelerin sayısını artırmıştır.

<sup>11</sup> Bourdieu’ya (2006: 22) göre *habitus mekanizmaları* sadece benzer yaşam olasılıklarını içeren bireyler paylaşmaz. *Habitus*, bireylerin toplumsal konumları üzerinden çeşitli farklılaştırıcı pratikler de doğurur. Örneğin, bir işçinin gündelik yaşamda tükettiği yiyecek, içecek ve giyecekler, boş zaman aktiviteleri ve siyasal tutumu ile sermaye sahibinin bunlara karşılık gelen pratikleri sistematik olarak farklıdır. Sistematik olarak bu farklılıklar sınıflandırıcı şemalar oluşturur.

<sup>12</sup> Saha araştırmasına kaynaklık eden kadınların mevsimlik tarım işçisi olmaları tesadüfi değildir. Mevsimlik tarım işçisi kadınların aile öyküsünde en az birkaç kuşak boyunca tarım işçiliği yapılması ve kadınların emek güçleri üzerinde herhangi bir tasarruflarının bulunmaması, *köken sermaye* ve *ulaşılabilir sermaye* ile *köken konum* ve *toplumsal uzamdaki güncel konum* arasındaki bağlantıyı vurgular.

<sup>13</sup> Saha araştırması boyunca özellikle yöre dışına çalışmaya giden aileler, çalışma ilişkilerini elçiler aracılığıyla kurduklarını belirtmişlerdir. Bu yönüyle tarım elçileri tarım işçilerinin yöre dışında ve yöre içindeki işveren ile işi arasında bağlantı kuran; tarladaki gündelik yaşam ilişkilerinde tarım işçileri için aile reisinden sonra başvurulacak kişidir. Ayrıca tarım elçileri gerektiğinde işçiler için borç ya da avans verme yetkisine de sahiptir.

<sup>14</sup> Saha araştırması boyunca özellikle Hayati Harrani ve Osmanlı mahallelerindeki tarım işçilerinin işverenlerini “ağa” olarak tanımladıkları gözlemlenmiştir. Bu tanımlama bizlere kırsal dönüşüm öncesindeki ortakçıların ücretli tarım işçiliğine geçseler de önceki toplumsal yapının belirleyici ifadelerini gündelik konuşmalarına yansıttıklarını gösterir.

<sup>15</sup> Sırrın Mahallesi’nde işveren ile mevsimlik tarım işçileri arasında aracılık yapan baş faal, özellikle mahalledeki yarı-kamusal ve kamusal alanlarda yapılan isot temizleme, kurutma ve öğütme işlemlerini yapan kadın işçileri yönlendiren ve denetleyen ve kişidir.

<sup>16</sup> Saha araştırmasından elde edilen bulgulara göre her üç mahallede yöre dışına tarım işçiliği yapan ailelerin tarladaki barınma alanları ağırlıklı olarak çadır gibi ünitelerden oluşmaktadır.

<sup>17</sup> *Tortul ilişkiler* ifadesiyle Bourdieu’nün (2017) “habituslar aracılığıyla toplumsal yapıların kişilerin derinlerine yerleşmesi; bu tortunun da kişilerin alışkanlıklarını ve eylemlerini yönlendirmesi” kastedilmektedir. Yine tortul ilişkiler bireylerin dahil oldukları toplumsal yapı (sınıf, cinsiyet ve zaman gibi) tarafından biçimlenmektedir.



### **Teşekkür ve Bilgilendirme**

Bu makale, İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Anabilim Dalı Kentleşme ve Çevre Sorunları Bilim Dalı'nda kabul edilen ve Prof. Dr. Mihriban ŞENGÜL danışmanlığında hazırlanan “Mevsimlik Tarım İşçisi Kadınların Kentsel Mekânda ve Tarladaki Gündelik Yaşam Deneyimleri: Şanlıurfa Örneğinde Bir İnceleme” başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.



## “Non-Lieu” of Women Seasonal Agricultural Workers in Everyday Life Geographies: A Study on the Sample of Şanlıurfa

Ayşegül Arslan\*<sup>a</sup>

Submitted: 27.02.2023

Accepted: 18.05.2023

### EXTENDED ABSTRACT

#### 1.Introduction

Socio-political systems have shaped everyday life practices and experiences. It has occurred in everyday life geographies which have unique socio-spatial relations and tensions. The production of everyday life is influenced by power relations. These production processes have taken place within the context of the “social space” (Lefebvre, 2015a; Lefebvre, 2015b; Lefebvre, 2016b). Everyday life is, therefore, the most universal and the most unique condition, the most social and the most individuated, the most obvious and the best hidden in social life. According to Lefebvre (2015a; 2015b; 2015c), every day suggests that hand cycles, nights and days, seasons and harvests, activity and rest it implies, on the other hand, the repetitive aspects of work and consumption structured by power relations. Thus, every experience and practice in every geography of daily life carries clues about the social and spatial construction of different power relations.

As Bourdieu (2006; 2016) emphasizes, the structure of capital (economic, cultural, social, and symbolic capital) is based on social class and unequal gender relations. And these are constructed structures in everydayness. The women’s everyday life practices in the production and reproduction relationship have been experienced by patriarchy and capitalist systems. And that structure simulated women’s everyday life practices. Moreover, it has taken place within certain *spatial continuity*. There is a geography of everyday life. In this way, this structure of daily life geographies is experienced in a day without being aware of it and not being questioned’ and is the way to ensure the *spatial continuity* of power relations. This spatial continuity has happened through three paths: *The field*, *habitus* and *three forms of capital (economic, social and cultural)* in everyday life. The cultural and social forms of capital are based on, and these are hidden or masked in the way in which social hierarchies are reproduced. While the *field* refers to the social space in which habitus is realised. And three forms of capital combine to produce and reproduce women’s habitus or set of tendencies. In this way, the women’s habitus mechanisms have depended on their historical and social structure. That habitus mechanism has embedded in everyday life practices and experiences.

What is the everyday life of a women seasonal agricultural worker? How are maintained their social production of everyday life practices in social space? What is the everyday experience of women

\* Corresponding Author: aysegullarslann@gmail.com

<sup>a</sup> Fırat University, Political Geography Department, Elazığ/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0001-7985-9587>

seasonal agricultural workers located in everyday life geographies? To answer these questions this article, it is emphasized that everyday life is constructed by patriarchal and capitalist relationships in the space. As Lefebvre (2015a; 2015b) stated, women’s everyday life routines and practices have experienced responsibility through production and reproduction spaces. Because of the everyday life of women seasonal agricultural workers have been confined by marriage of the patriarchal and capitalist. In other contexts, the experiences and practices that women experience in everyday life, are the “reflection of casual” of the patriarchal and capitalist relationships’ harmony. This relationship system in space has been maintained via a *continuity circle* in different spatial fabrics. In this way, this *continuity circle* take place in different spatial fabrics. The *continuity circle* in production and reproduction which is the founding key instrument is a route to explaining which experiences and practices of seasonal agricultural workers in Türkiye in the spaces of production and reproduction. At the same time, this *continuity circle* maintains in women’s everyday life practices and experiences. These practices and experiences are divided into public and private spaces. In this way, harmony between the patriarchal system and capitalist systems takes place through the continuity circle. Based on these contexts, this research is based on two main hypotheses.

(1) There is a continuity circle between the everyday life practices produced in different spatial fabrics.

(2) Because of the uneven social position of women in the harmony between patriarchal and capitalist social order, their everyday life practices are curtailed by this harmony. People who live in these neighbourhoods.

These hypotheses were examined within the Hayati Harrani, Osmanlı, and Sırrın neighbourhoods of Şanlıurfa in southeastern Türkiye. These neighbourhoods are Urfa city’s rural periphery and the gecekondu districts which are houses or shelters constructed quickly without proper legal permissions. The inhabitants of these neighbourhoods predominantly adopt livelihood strategies as seasonal agricultural workers within Türkiye’s informal agricultural sector. Female labor plays a prominent role in seasonal agricultural work across all three neighbourhoods, further underscoring its significance. In the three neighbourhoods, the widespread utilization of female labor in seasonal agricultural work improves the continuity circle of harmony between patriarchalism and capitalism within the women seasonal agricultural workers’ everyday life practices. Therefore, the everyday life practices and experiences of women’s labor in informal seasonal agricultural sectors take place under the bargain of patriarchal reproduction relations and capitalist agricultural production relations. In these contexts, this article has focused on how and in what forms via the continuity circle of harmony in women seasonal agricultural workers’ everyday life practices. For this purpose, I have determined two focal points in this fieldwork. The first is related to the women seasonal agricultural workers’ everyday life practices in plantation areas which are production areas. The latter is the women seasonal agricultural workers’ everyday life practices to the reproduction of household strategies. Because families living in these neighbourhoods have struggled with deprivation and poverty, they have one option like to do seasonal agricultural work. Women’s labor is the main livelihood source for patriarchal families. In this context, women’s labor is preferred through two dimensions among capitalist landowners and patriarchal poor families. Women’s labor is cheaper and labor intensive for the

landowners of plantations. And women seasonal agricultural workers always have to be mobile with their families from the neighbourhood to plantation areas to struggling with deprivation and poverty.

## 2. Methodology

To analyse the women seasonal agricultural workers' everyday life practices in plantation areas and Urfa city's rural periphery, I have used Lefebvre's critical everyday life theory and the production of the space theory, and Bourdieu's concepts of the *capital*, *field*, and *habitus*. And I have interviewed a total of 57 people (42 semi-structured and 15 in-depth interview techniques) within the scope of the fieldwork in Hayati Harrani, Osmanlı and Sırrın neighbourhoods. I completed the semi-structured interviews in semi-public and public spaces in these neighbourhoods. And then I completed in-depth interviews in the women seasonal agricultural workers' homes. Reaching women seasonal agricultural workers, I consulted *key persons*. These key persons are headmen and people who have lived in the Hayati Harrani, Osmanlı and Sırrın neighbourhoods for many years. Afterwards, I reached out to other women who were seasonal agricultural workers via these key persons. However, the findings obtained from the plantation areas of this fieldwork have been based on women's seasonal agricultural workers' narratives. And the fieldwork has been completed during the harvest season of Türkiye. This period also is a period of seasonal and temporary agricultural labour's mobility in Hayati Harrani, Osmanlı ve Sırrın neighbourhoods. This mobility process has been experienced in two ways. The first way is the labor mobility of women seasonal agricultural workers out of the plantations of other regions (West Anatolia, Black Sea, Central Anatolia, and Marmara regions) of Türkiye. The second way is the labor mobility of women seasonal agricultural workers within the Southeastern region of Türkiye. The everyday life relations of women within the specific social conditions of the neighbourhoods have been analyzed through three niches. These niches are the position of women in the social hierarchy in terms of the functioning of everyday life in the household and in the plantation areas, their responsibilities in the production of compulsory functions of everyday life, and the women's spatial mobility of women in everyday life.

## 3. Result

*Space* is a socio-politic product, and *everyday life* is experienced in space. Every power relation in everyday life has been imposed themselves as part of the ordinary, routine, and habitual structure of space and time. As Lefebvre (2015b: 26-27) emphasizes, there is no single daily life in space, which is a social product as a whole. Thus, everyday life practices are distinguished by class and gender like women seasonal agricultural workers. Women seasonal agricultural workers who live have similar lifestyles in plantation and gecekondü areas in Hayati Harrani, Osmanlı and Sırrın neighbourhoods. Because their everyday life practices have been constructed by class and gender dilemmas. Because they are landless, to maintain life they have to struggle with poverty in these neighbourhoods. To struggle with severe poverty and deprivation, women's labor is a main instrument. For this reason, women seasonal agricultural workers have to carry three forms of capital and thus these women have similar habitus mechanisms in their everyday life practices. It is a result of the continuity circle of the dominant relations in the plantation areas and gecekondü districts.

Because the relations of reproduction and production are not separated in the plantation areas and *gecekondu* districts. In other words, *habitus mechanisms* have a cycle which is constructed by bargaining between patriarchal and capitalist power relations in plantation areas and *gecekondu* areas. Because *habitus mechanisms* in everyday life have power relations' continuity circle. Therefore, it is inevitable for women in all three neighbourhoods where the field research has been conducted to be stuck in the private space. The everyday life of women seasonal agricultural workers has been experienced between plantation areas and *gecekondu* areas in Hayati Harrani, Osmanlı and Sırrın neighbourhoods. For this reason, the boundaries of spaces for women seasonal agricultural workers have separated sharply. The violence of patriarchal social control mechanisms has intensified in plantation areas and public spaces of neighbourhoods. Because they don't have a control mechanism over their labor, their labor power is bought and sold without their empowerment with a bargain between the landowner and the male family head. However, even if there are similarities between the neighbourhoods of Hayati Harrani, Osmanlı and Sırrın in terms of social class relations, there are relatively certain cultural ties among these neighbourhoods. These ties are tighter for women in Hayati Harrani and Osmanlı neighbourhoods. These neighbourhoods' residents are Arab and Kurdish ethnicity and as belonging to the Sunni Islam section. Moreover, these neighbourhoods have homogeneous social and political structures. Women seasonal agricultural workers' mobility in plantation areas and *gecekondu* districts is quite limited. They don't have any decisions on everyday life practices. When most women are accompanied by the male head of the family, they can go outside in Hayati Harrani and Osmanlı neighbourhoods. But that situation is relatively different in Sırrın neighbourhoods. The Sırrın neighbourhood has a heterogeneous social and cultural structure (Sunni Arabs and Kurds, and Alevi Turks) but it has a homogeneous class. While patriarchalism has closer ties to Sunni Arabs and Kurds families, it has looser ties to Alevi families. Thus seasonal agricultural work patterns differ from other neighbourhoods. In this context, the processes of women's seasonal agricultural work have indicated both the effects of ethnic identity and religious differences and class in the Sırrın neighbourhood.

#### 4. Discussion and Conclusions

The more social spaces there are, the more everyday life there is. When the findings obtained during the field research are evaluated, the socially constructed position of “femininity” in everyday life is experienced in the specific conditions of all three neighbourhoods. Women's everyday life experiences and practices have been limited by patriarchal and class relations in every neighbourhood. Hence, the capital accumulated by women in the Hayati Harrani, Osmanlı, and Sırrın neighbourhoods, both at home and in the field, generate parallel *habitus* and comparable social dynamics within their everyday life interactions across distinct spatial contexts. Everyday life practices of women engaged in seasonal agricultural work and residing in the neighbourhoods of Hayati Harrani, Osmanlı, and Sırrın, within both production and reproduction spheres, manifest within a structural continuum across diverse spatial dimensions of the patriarchal-capitalist relations system. As a result of the harmony of patriarchal reproduction and capitalist production relations, women seasonal agricultural workers' everyday life practices are experienced under the control of this harmony during every harvest season. In conclusion, as described by Bourdieu (2017), the spatial arrangement of social class and gender relations in everyday life gives rise to similar habits and consistent lifestyles among seasonal agricultural workers.

Due to the alignment of patriarchal and capitalist orders, women's labor becomes "labor-intensive, cheap, controllable, and invisible," leading to increased demand for capitalist agricultural capital. As a result, women work both as "unpaid family workers" and paid agricultural workers. Women seasonal agricultural workers play a vital role in this labor capital. Consequently, the daily life experiences of these workers depend on the interplay between capitalist production relations in the fields and patriarchal gender relations within households, the core of reproduction. In this context, the construction of daily life relations across production and reproduction activities in households and fields results in the internalization of social roles among seasonal agricultural workers through similar processes. The concept of the "family as a production unit" shapes women's everyday life practices and experiences, connecting practices in both production and reproduction areas.

### Referanslar/References

- Abdelali-Martini M., Goldey, P., Jones, G., Bailey, E. (2010). Towards a feminization of agricultural labour in northwest Syria. *The Journal of Peasant Studies*, 30 (2), 71-94. doi: 10.1080/03066150412331311139
- Aksu-Kocatürk, G., Şengül, M. (2020). Kapitalist ataerkil ilişkiler ve kentsel mekânda kadınların gündelik hayatının coğrafyası: Tokat örneği. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 75 (2), 1-32. doi: 10.33630/ausbf.678772
- Arslan A., M, Şengül. (2021).Topraktan kopan küçük köylülerin kentte tutunma çabası açısından mevsimlik tarım işçiliği. *Çalışma ve Toplum*, 2 (69), 1263-1262. <https://research.ebsco.com/c/kqcaa/viewer/pdf/snhnvc7dv> adresinden edinilmiştir.
- Artibise, Y., (19.07.2010). Urban Fabric the Form of Cities. 15.09.2022 tarihinde <http://yuriartibise.com/urban-fabric/> adresinden edinilmiştir.
- Beşikçi, İ. (1992). *Doğu Anadolu'nun Düzeni Sosyo-Ekonomik ve Etnik Temeller I*. Ankara: Yurt Kitap-Yayın.
- Boratav, K. (2004). *Tarımsal Yapılar ve Kapitalizm*. Ankara: İmge Yayınevi.
- Bourdieu, P. (2006). *Pratik Nedenler*. Çev. H. U. Tanrıöver, İstanbul: Hil Yayın.
- Bourdieu, P., Wacquant, L. (2016). *Düşünsel Bir Antropoloji İçin Cevaplar*. Çev. N. Ökten, İstanbul: İletişim Yayınları.
- Bourdieu, P. (2017). *Ayırım: Beğeni Yargısının Toplumsal Eleştirisi*. Çev. D. Fırat ve G. Berkkurt, Ankara: Heretik Yayınları.
- Cantek, F. Ş., Ünlütürk-Ulutaş, Ç, Çakmak, S. (2014). Evin İçindeki Sokak, Sokağın İçindeki Ev: Kamusal ile Özel 'Arası'nda Kalanlar. Funda Şenol Cantek (Der.), *Kenarın Kitabı: "Arada" Kalmak, Çeperde Yaşamak* içinde (121-159). İstanbul: İletişim Yayınları.
- Çelik, K vd. (2016). *Gezici Mevsimlik Tarım İşinde Çalışan Kadınların Çalışma ve Yaşam Koşullarının İrdelenmesi*. World Bank Group, Washington, D.C.
- Çınar, S., Lordoğlu K. (2010). Mevsimlik tarım işçiliğinde tekil bir analiz: Karasu fındık toplama işçileri, *TTB Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, 10 (38), 23-34.
- Çınar, S. (2014). *Öteki Proletarya De-Proletarizasyon ve Mevsimlik Tarım İşçileri*. Ankara: Nota Bene Yayınları.
- Çınar, S. (2016). Ataerkillik Ekseninde İşgücünün Feminizasyonu: Mevsimlik Tarım İşçisi Kadınlar. Melda Yaman ve Saniye Dedeoğlu (Der.), *Kapitalizm, Ataerkillik ve Kadın Emeği* içinde (171-195). İstanbul: Sosyal Araştırmalar Vakfı.
- Çınar, S. (2021). Women, Work and Family: Becoming Women Workers in the Context of Underdevelopment in Mardin. I. Pardo, G. B. Prato (Eds), *Urban Inequalities: Ethnographically Informed Reflections* in (231-249). London: Palgrave Macmillan. doi: 10.1007/978-3-030-51724-3\_12
- Davidoff, L. (2002). *Feminist Tarihyazımında Sınıf ve Cinsiyet*. Çev. Z. Ateşer ve S. Somuncuoğlu, İstanbul: İletişim Yayınları.
- Diyarbakır Sanayi Odası (DSO). (1999). "GAP Bölgesinde Arazi ve Mülkiyet Yapısı", O. Baydar (Der.), *75. Yılda Köyden Şehirlere* içinde (80-83). İstanbul: Tarih Vakfı Yayınları.
- Ergun, A., Kulcul, C. (2019). Defining semi-public space: a case study in the gated communities of Yaşamkent, Ankara, *Turkish Studies*, 20 (5), 776-793. doi: 10.1080/14683849.2018.1556565
- Erman, T. (2014). Kentin Kıyısında Kadın Olmak: Gecekonudan TOKİ Kentsel Dönüşüm Sitesine Geçişte Kadın Deneyimleri. Funda Şenol Cantek (Der.), *Kenarın Kitabı: "Arada" Kalmak, Çeperde Yaşamak* içinde (89-120).

İstanbul: İletişim Yayınları.

- Gardiner, M. (2016). *Gündelik Hayat Eleştirileri*. Çev. B. Taşdemir, B. Özçetin, D. Özçetin, Ankara: Heretik Yayınları.
- Geçgin, E. (2009). Ankara-Polatlı örneğinde sosyal dışlanma açısından mevsimlik tarım işçiliği. *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1 (1), 3-35. doi: 10.1501/sbeder\_0000000002
- Giddens, A. (2020). *Toplumun İnşası: Yapılaşma Teorisinin Ana Hatları*. Çev. Ü. Tatlıcan, Bursa: Sentez Yayıncılık.
- Gottdiener, M. (2001). Mekân kuramı üzerine tartışma: Kentsel praksiye doğru. *Praksis*, 2, 248-269.
- Hägerstrand, T. (1975). Space, Time and Human Conditions., A. Karlqvist vd. (Ed), *Dynamic Allocation of Urban Space in* (3-14). Lexington, MA: Lexington Books.
- Harvey, D. (2014). *Postmodernliğin Durumu*. Çev. S. Savran, İstanbul: Metis Yayıncılık.
- Harvey, D. (2016a). *Sosyal Adalet ve Şehir*. Çev. M. Morali, İstanbul: Metis Yayıncılık.
- Harvey, D. (2016b). *Kent Deneyimi*. Çev. E. Soğancılar, İstanbul: Sel Yayınları.
- Lastarria-Cornhiel, S. (2006). Feminization of Agriculture: Trends and Driving Forces. *Background Paper for the World Development Report 2008 Version I*, 20.08.2021 tarihinde <http://documents.worldbank.org/curated/en/655741468338477909/Feminizationof-agriculture-trends-and-driving-forces> adresinden edinilmiştir.
- Lefebvre, H. (2015a). *Gündelik Hayatın Eleştirisi I*. Çev. I. Ergüden, İstanbul: Sel Yayınları.
- Lefebvre, H. (2015b). *Gündelik Hayatın Eleştirisi II*. Çev. I. Ergüden, İstanbul: Sel Yayınları.
- Lefebvre, H. (2015c). *Gündelik Hayatın Eleştirisi III*. Çev. I. Ergüden, İstanbul: Sel Yayınları.
- Lefebvre, H. (2016a). *Modern Dünyada Gündelik Hayat*. Çev. I. Gürbüz, İstanbul: Metis Yayıncılık.
- Lefebvre, H. (2016b). *Mekânın Üretimi*. Çev. I. Ergüden, İstanbul: Sel Yayınları.
- Lefebvre, H. (2017). *Kentsel Devrim*. Çev. S. Sezer, İstanbul: Sel Yayınları.
- Mcdowell, L. (1999). *Gender, Identity and Place: Understanding Feminist Geographies*. University of Minnesota Press, Minneapolis.
- Öz, C. S. (2015). Mevsimlik Gezici Tarım İşinde Kadın Emeği ve Sorunları. *TTOB (Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi)*, 16, 13-15. <http://www.turktob.org.tr/tr/dergi/sayi-16> adresinden edinilmiştir.
- Pred, A. (1984). Place as historically contingent process: structuration and the time-geography of becoming places. *Annals of the Association of American Geographers*, 74 (2), 279-297. <https://www.jstor.org/stable/2569284> adresinden edinilmiştir.
- Sack, D. (1997). *Homo Geographicus: A Framework for Action Awareness and Moral Concern*. Baltimore, MD, London: John Hopkins University Press.
- Yıldırım, U. D. (2015). *Türkiye Tarımında Yapısal Dönüşüm ve Mevsimlik Tarım İşçileri: Sakarya Örneği*. İstanbul: Sosyal Araştırmalar Vakfı.



## Alüvyal Yelpazelerin Morfolojik Gelişimine Etki Eden Faktörler: Maymundağı Yelpazeleri Örneği

*Factors affecting the morphological development of alluvial fans: The example of Maymundağı alluvial fans*

Esra Tunçel<sup>\*a</sup>, İhsan Çiçek<sup>b</sup>, Gürol Seyitoğlu<sup>c</sup>

### Makale Bilgisi

Araştırma Makalesi

DOI:

10.33688/aucbd.1321928

Makale Geçmişi:

Geliş: 03.07.2023

Kabul: 19.08.2023

Anahtar Kelimeler:

Jeomorfoloji

Alüvyal yelpaze

Acıgöl grabeni

İklim

Tektonik

### Öz

*Alüvyal yelpazeler, akarsu sistemlerinin önemli bir parçasıdır ve jeomorfoloji alanında ilgi uyandırmaktadır. Bu makale, alüvyal yelpazelerin morfolojilerini etkileyen iklim koşulları, tektonizma ve taban suyu değişikliklerinden oluşan temel faktörler hakkında genel bir anlayış sunmayı amaçlamaktadır. Alanyazından örneklerle alüvyal yelpazelerin morfolojik gelişiminde bu faktörlerin etkisi aktarılmaktadır. Makale aynı zamanda Acıgöl grabeninin kuzeybatısını sınırlayan, KD-GB doğrultusu güneyde D-B'ya dönen, Maymundağı fayının önünde depolanan alüvyal yelpaze istiflerinin morfolojik gelişimi hakkında bilgi vermektedir. Bu alanda D-B doğrultulu dağ önünde iç içe geçmiş iki farklı alüvyal yelpaze sistemi bulunmaktadır. Bu gelişim önceden Pleyistosen gölünün yüksek seviyesiyle ilişkilendirilmiş olsa da daha sonra yapılan çalışmalarda göl seviyesinde Geç Kuvaterner döneminde bu gelişimi etkileyecek bir yükselme olmadığı belirlenmiştir. Bu çalışmada morfolojik gelişimin yelpazenin alt kesiminde etkin olan faylanma sonucunda gerçekleştiği ortaya konulmuştur.*

### Article Info

Research Article

DOI:

10.33688/aucbd.1321928

Article History:

Received: 03.07.2023

Accepted: 19.08.2023

Keywords:

Geomorphology

Alluvial fan

Acıgöl graben

Climate

Tectonic

### Abstract

*Alluvial fans play a significant role in fluvial systems and are a subject of great interest in geomorphology. This research aims to provide a comprehensive understanding of the key factors that influence alluvial fan morphology, which include climatic conditions, tectonism, and base level changes. The paper discusses the morphological development of alluvial fans along the Maymundağı fault, which borders the northwest of the Acıgöl graben. The fault exhibits a NE-SW strike that veers into an E-W direction in the south. Two different alluvial fan systems were observed, intersecting in front of the E-W trending mountain. This development was previously associated with the high level of the Pleistocene lake, but later studies have shown that there was no rise in the lake level that affected the development. In this study, it was revealed that the morphological development occurred as a result of active faulting in the lower part of the fan.*

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: esratuncel5290@gmail.com

<sup>a</sup>Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Bilecik/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0001-7434-4111>

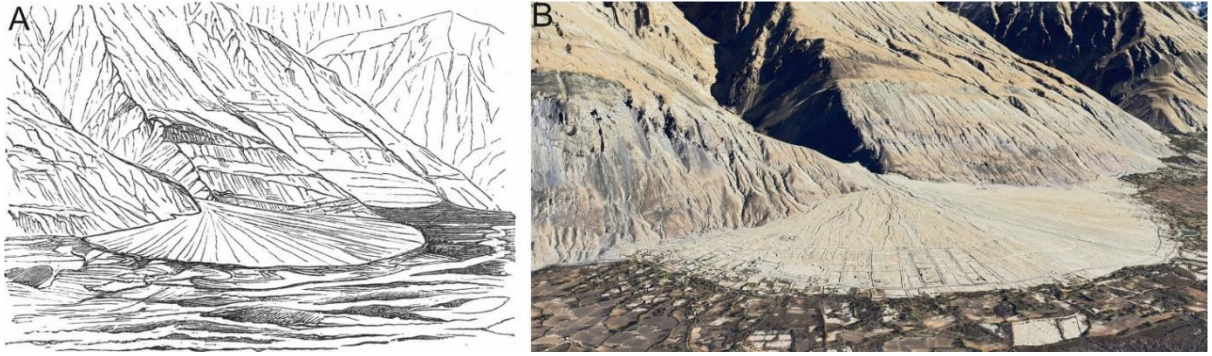
<sup>b</sup>Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Ankara/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-9000-2805>

<sup>c</sup>Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tektonik Araştırma Grubu, Ankara/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0001-7993-898X>



## 1. Giriş

Flüvyal yer şekilleri, yüzeyde akan suların etkisiyle oluşan küçük ölçekte rillerden, daha büyük ölçekte vadi yamacı, vadi tabanı, teraslar, deltalar ve alüvyal yelpazeler gibi çeşitli formlara sahip yer şekillerini içerir. Bu yapılardan biri olan alüvyal yelpazeler, akarsuyun taşıma gücünün azalması sonucu taşıdığı sedimanı biriktirmesi ile gelişen morfolojik yapıyı ifade eder (Bull, 1977). Alüvyal yelpazelerin gelişimi için yalnızca akarsuların taşıma gücünün aniden düştüğü dağ önleri veya akarsu kollarının birleştiği alanlar gibi topografik koşullar değil aynı zamanda akarsu havzasında yeterli miktarda sedimanın üretilmesi ve bu sedimanın yelpazeye aktarılması gereklidir (Blair ve McPherson, 2009; Harvey, 2004). En yaygın olarak kurak ve yarı kurak iklim koşulları altında oluşa da nemli veya kutup bölgelerinde de görülen alüvyal yelpazelerin gelişimi ilk kez Surell (1841) tarafından 1841'de tartışılmıştır (Bull 1977'e göre (Surell, 1841)). Alüvyal yelpaze terimi (İngilizce: alluvial fan) ise ilk kez Drew tarafından 1873 yılında Hindistan'ın batı Himalaya bölgesindeki İndus Nehri vadisinde yer alan alüvyal birikintileri tanımlamak için kullanılmıştır (Şekil 1) (Drew, 1873). Plan görünümünde yelpaze şekline olmaları isimlendirilmelerinde etkin olsa da, pek çok örnekte yan yana gelişen yelpazelerin birbirlerinin alanlarını sınırlandırmasından dolayı şekilsel olarak tam bir yelpaze görünümü oluşamaz (Bull, 1977).



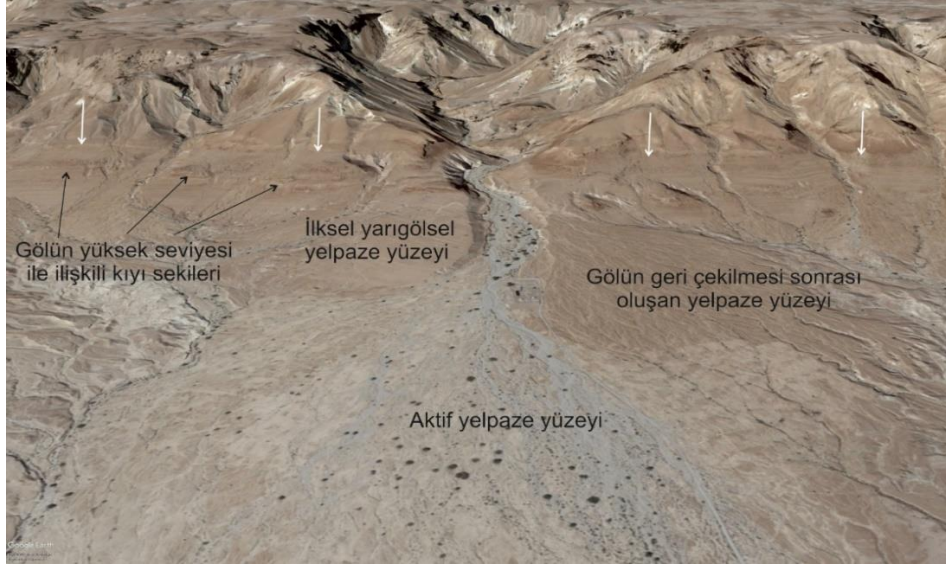
**Şekil 1. A.** Drew (1873) tarafından İndus Vadisi'nde incelenen Chisara köyü GB'nda kalan alüvyal yelpazenin çizimi  
**Kaynak:** Drew, 1873'ten alınmıştır. **B.** Yelpazenin Google Earth görüntüsü

Alüvyal yelpaze sisteminde, yüzey morfolojisi ve sediman birikimi belirli özelliklerle karakteristiktir. Bir alüvyal yelpazede, yelpazeye sediman taşıyan akarsuyun havzasından çıktığı ve birikim yapmaya başladığı nokta yelpazenin tepe noktası (fan apex) olarak adlandırılır (Drew 1873). Bu noktadan itibaren alüvyal yelpaze yüzeyinin eğimi, yelpazenin eteğine doğru azalır (Harvey, 2004). Yüzey topografyası, enine kesitlerde dış bükey, boyuna kesitlerde ise iç bükeydir (Bull, 1977). Alüvyal yelpaze depolarında bulunan sedimanlar genellikle ani kütle hareketleri ve taşkınlarla kısa mesafelerde taşınan malzemelerden oluşur. Bu nedenle depolarda, genellikle kaba taneli ve az yuvarlaklaşmış sedimanlar gözlenir (Blair ve McPherson, 2009). Yelpazeye taşınan sedimanlar temel olarak flüvyal akış ve moloz akışı olarak gerçekleşir (Nilsen, 1982; Wells ve Harvey, 1987). Flüvyal akışa bağlı depolar, tane destekli ve kiremitlenme gösteren kabaca yelpaze yüzeyine paralel tabakalı sedimanlardan oluşurken, moloz akışı depoları matriks destekli, genellikle tane boyu yukarı doğru kabalaşan kaotik dokulu çakıllardan oluşur (Nilsen, 1982).

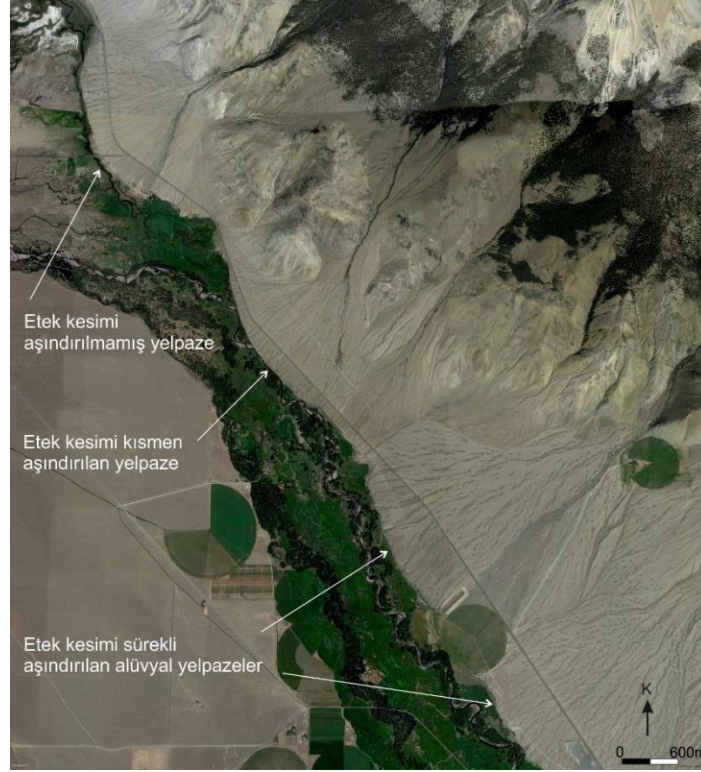
Akarsuyun taşıma gücü ile taşınan malzeme arasındaki denge kritik güç eşiği ile ifade edilir (Bull, 1979). Akarsuyun gücünün, alüvyal dolguya taşınan malzemenin taşınması için gerekli kritik güç eşiğini aşması durumunda alüvyal yelpaze dolgularında kazılma başlar (Bull, 1979). Taşıma gücünün, akarsuyla gelen malzemeyi taşıyacak güçten düşük olması durumunda ise alüvyal dolguda depolanma etkin olur (Bull 1977). Depolanmalı süreçlerin hâkim olduğu alüvyal yelpazeler "büyüyen yelpaze" (aggrading fan) olarak adlandırılır ve bu sistemlerde sedimantasyon yelpazenin tepe noktasından (fan tepe noktası-fan apex) akarsu yatağına doğru kayar (Harvey, 2018). Sedimenter istifte bu oluşumun kaydı, dikey olarak yukarı doğru incelen tane boyu ile gözlenir (Harvey, 2018). Akarsuyun kendi deposunu kazarak aşındırma yaptığı durumda ise kazma işlemi dolgunun tepe kısmından başlar. "Dolgu başı kazılması" (fanhead trench) olarak adlandırılan bu gelişim sonucunda (Eckis, 1928) aktif depolama merkezi yelpazenin alt kesimlerine kayar. Sedimenter istifte yukarı doğru incelen tane boyuyla karakteristik bu yapının gözlendiği yelpazeler "ilerleyen yelpazeler" (prograding fans) olarak adlandırılır (Harvey, 2018).

İlerleyen yelpazelerde, akarsuyun var olan depoyu kazması ile yeni depolanmanın başlangıcı olan, aşınma ve birikimin sınırı kesişim noktası (intersection point) olarak adlandırılır (Hooke, 1967). Kesişim noktasının yelpazenin tepe kısmından yelpaze eteğine doğru yer değiştirmesi iç içe geçmiş farklı yüksekliklere sahip alüvyal yelpaze yüzeylerinin oluşumu ile sonuçlanır (Bowman, 1978). Aktif depolamanın olmadığı eski alüvyal dolgu yüzeyleri üzerinde erozyon ve toprak gelişimi gözlenir (Bull, 1968; Bull, 1991). Bu alanlarda baş yukarı erozyon gösteren yarıntı erozyonu (gullyler) yaygındır (Blair ve McPherson, 2009). Depolama merkezinin kayması ile yeni birikimin eski birikim içinde depolandığı bu tipteki yelpazeler "teleskopik alüvyal yelpaze" (telescopic fan) olarak adlandırılmaktadır (Şekil 2) (Bowman, 1978; Colombo, 2005).

Yelpaze deposunun akarsu tarafından aşındırılması, sadece tepe noktasından başlayan kazılma ile sınırlı değildir, akarsu aynı zamanda geriye doğru aşındırma yaparak (head-cut erosion) depoladığı alüvyal dolgularda da kazılmaya neden olur. Yelpazenin ulaştığı alanda taban suyu seviyesindeki düşüş, yelpazenin etek kısımlarına ulaşan akarsuyun, değişen taban suyu seviyesine uyum sağlamak için yatağını kazması ile sonuçlanır (Harvey, 2018). Akarsuyun etek kısmından itibaren gelişen kazılmayı etkileyen başka bir koşul ise ana akarsuya bir yan kol olarak bağlanan akarsu yelpazesinde, ana kol tarafından bu yelpaze deposunun etek kısmının aşındırılması (toe cutting) ile belirir (Şekil 3) (Leeder ve Mack, 2001).



**Şekil 2.** Ölüdeniz'in güneydoğusunda fay ile kontrol edilen dağ önünde Mışmar akarsuyunun dolgularında görülen teleskopik alüvyal yelpaze morfolojisi. Akarsu, Pleistosen Lishan Gölü'nün kenarında depolanan yarı gösel alüvyal fan delta dolgularını ve gölün çekilmesinden sonra depolanan alüvyal yelpazeleri kazarak ilerlemiştir (Bowman, 1978). Farklı zamanlarda gelişen alüvyal dolgular arasındaki renk farkı dikkat çekmektedir. Geride fay ile kontrol edilen havza sınırı beyaz oklar, Pleistosen gölünün kıyı izleri ise siyah oklar işaretlenmiştir.



**Şekil 3.** Idaho'da bulunan Big Lost akarsu vadisine kavuşan yan akarsu kollarının önünde çökelen alüvyal yelpazelerin Google Earth görüntüsü. Ana akarsuyun etek kesimlerini kazması sonucu dikleşen etek ucu sarphıklarından geriye doğru gelişen aşındırma kanalları ile erozyona uğrayan alüvyal yelpaze dolgularında, bu aşındırmanın derecesi kazılma ile orantılı olarak kuzeyden güneye artmaktadır (Leeder ve Mack 2001).

## **2. Alüvyal Yelpaze Morfolojisini Etkileyen Faktörler**

Yelpazelerin yüzey morfolojisi, sabit çevresel koşullar altında bile, genellikle kademeli olarak değişmektedir (Harvey 2018). Ancak asıl şekillenme akarsuyun taşıma gücü ile ilişkili olarak kazma veya biriktirme döngüsüne etki eden kritik güç eşiği (Bull, 1979) iklim, tektonik hareketler ve bu etkilere bağlı olarak taban suyu seviyesindeki değişimlerle ilişkilidir (Bull, 1977).

### **2.1. İklimsel Değişkenler**

İklimsel değişkenler, yağış, sıcaklık ve bitki örtüsü üzerinde etkili olarak ana kayanın ayrışma oranını, akarsuyun taşıdığı sediman miktarını ve olayların tekrarlanma aralığını etkiler (Blair ve McPherson, 2009). Bu değişkenler temelde su ve sediman miktarı arasındaki oranı ve buna bağlı olarak kritik güç eşiğini etkileyerek (Bull, 1979), yelpazelerde birikime ya da erozyon sürecinin etkinliğinde rol oynar. Ayrıca, bu oran akışın moloz veya flüvyal karakterde olmasını da etkiler (Wells ve Harvey, 1987).

Yıllık ortalama yağış miktarındaki bir değişiklik, ayrışmanın ve bitki örtüsü gelişiminin üzerinde etkili olurken yağışın şiddeti ve sıklığı taşınma için gerekli en önemli koşulları oluşturur (Blair ve McPherson, 2009). Örneğin, azalan yağış miktarıyla ayrışma ve bitki örtüsü gelişimi sınırlı kalırken, artan yağış miktarı, özellikle havzadaki sızma kapasitesinin aşıldığı ani güçlü akışlarla sedimanın akarsu havzasından yelpazeye taşınmasında artışa neden olmaktadır (Blair ve McPherson, 2009). Geç Pleyistosen erken Holosen geçişinde Mojave Çölü'ndeki Zzyzx yelpazeleri ile Kuzey Nevada'daki Stillwater yelpazelerini inceleyen bir çalışmada iklimsel değişkenlerin yelpaze gelişimine etkisi tespit edilmiştir (Harvey vd., 1999). Her iki bölgenin de Geç Pleyistosen'de bugün olduğundan daha yağışlı ve soğuk olmasına rağmen Holosen'e geçiş sırasında Zzyzx yelpazelerinin yer aldığı bölgenin daha yüksek yağış aldığı belirlenmiştir. Aynı zamanda bu yelpazelerin akarsu havzalarında bitki örtüsünün seyrek ve cılız olması, yüksek yağışlarla ilişkili olarak, yüksek oranlarda sediman taşınmasına ve moloz akışlarına yol açarak, akarsuyun kaynak kesiminde kazılmaya ve depolanmanın yelpazenin etek kısmına kaymasına neden olmuştur. Stillwater yelpazesinde ise ardıc ve çam ormanlarından oluşan sık ve yoğun bitki örtüsü ve bunların zengin otlı çalı alt örtüsü, yüksek sediman üretimini engellerken, yağışın da daha az olmasının etkisiyle bu yelpaze sisteminde söz konusu dönemde kazılmanın olmadığı belirlenmiştir (Harvey vd., 1999).

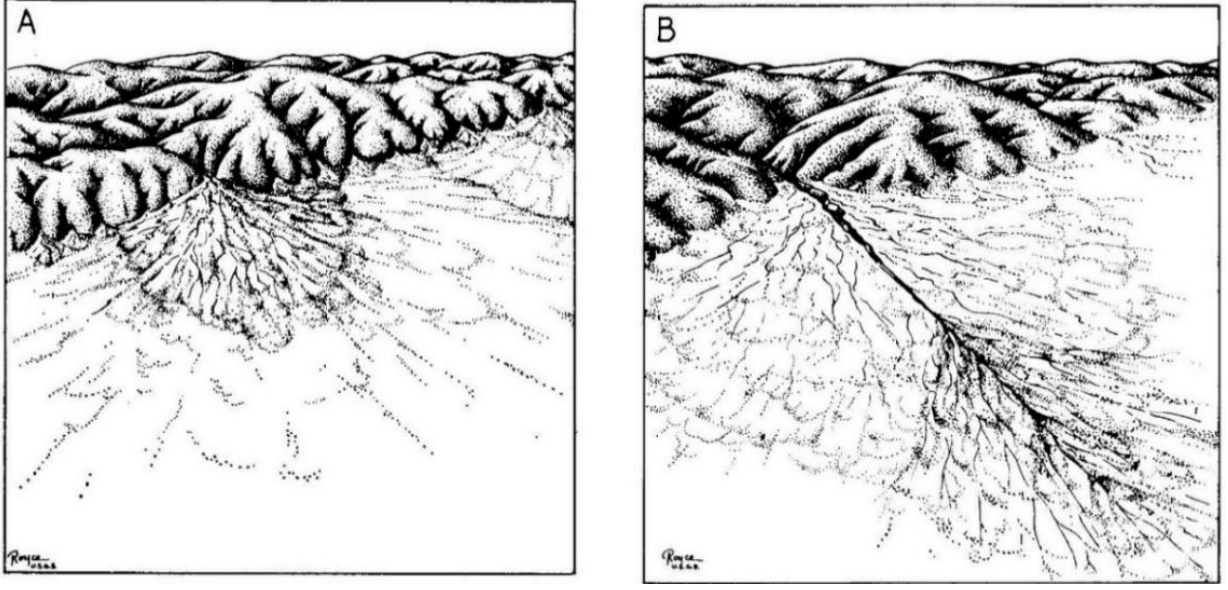
Alüvyal yelpaze morfolojisinde iklimsel değişkenler ile ilişkili taban suyu değişimi de önemli bir rol oynamaktadır. Kuvaterner östatik deniz seviyesi değişimleri ve günümüzde kurak olan ancak Pleyistosen'de plüviyal göllerin bulunduğu bölgelerde yelpazelerde taban suyu değişiminin etkisi ile çeşitli morfolojik değişiklikler gözlenmiştir (Harvey vd., 1999; Harvey, 2002). Ancak bu bölgelerde yelpaze sisteminde gözlenen morfolojik gelişimin yalnızca taban suyu seviyesindeki değişiklik ile değil, aynı zamanda iklimin etkisi ile akarsu havzasında gelişen değişkenlerin ortak bir sonucu olarak ortaya çıktığı belirlenmiştir (Harvey, 2002). Temelde, taban seviyesindeki bir düşüş, yelpazenin etek kısımlarında kazılmaya neden olur bunun bir örneği, ABD'de, Nevada'da bulunan Stillwater alüvyal yelpazelerinde gözlenmiştir. Alanda yer alan Pluvial Lahontan Gölü'nün kurumasını takiben gelişen hızlı taban seviyesi düşüşü ile alüvyal yelpazelerde kazılma başlamıştır (Harvey vd., 1999; Harvey, 2002). Başka bir örnekte ise eğim koşulları ile ilişkili olarak taban seviyesinin yükselmesi de alüvyal

yelpazelerin kazılmasında etkili olmuştur (Harvey, 2002). İspanya'daki Cabo de Gata yelpazelerinin akarsu profillerinin Geç Kuvaterner'de Akdeniz deniz seviyesinin yükselmesi sonucunda gelişen kıyı erozyonu sonucunda kısalmış ve dikleşmiştir (Harvey vd., 1999). Bunun sonucunda, kazılmaya uğrayan alüvyal yelpazelerin kazılmaya uğradıkları bölge, kıyı şeridinden karaya doğru, maksimum deniz seviyesinde ve üzerindeki yüksekliklerde gelişmiştir (Harvey vd., 1999). Ana nehre bağlanan yan akarsu kolları boyunca çökelen alüvyal yelpaze depoları da ana nehirdeki iklimsel olarak değişen taban suyu değişiklikleri sonucunda kazılma veya biriktirmeye uğramaktadır. Bu durumun örnekleri Birleşmiş Arap Emirlikleri ve Umman'da ana kola bağlanan akarsu yelpazeleri üzerinde gözlenmiş, yelpaze sekileriyle akarsu sekilerinin gelişimi arasındaki eşzamanlılık belirlenmiştir (Al-Farraaj ve Harvey, 2000).

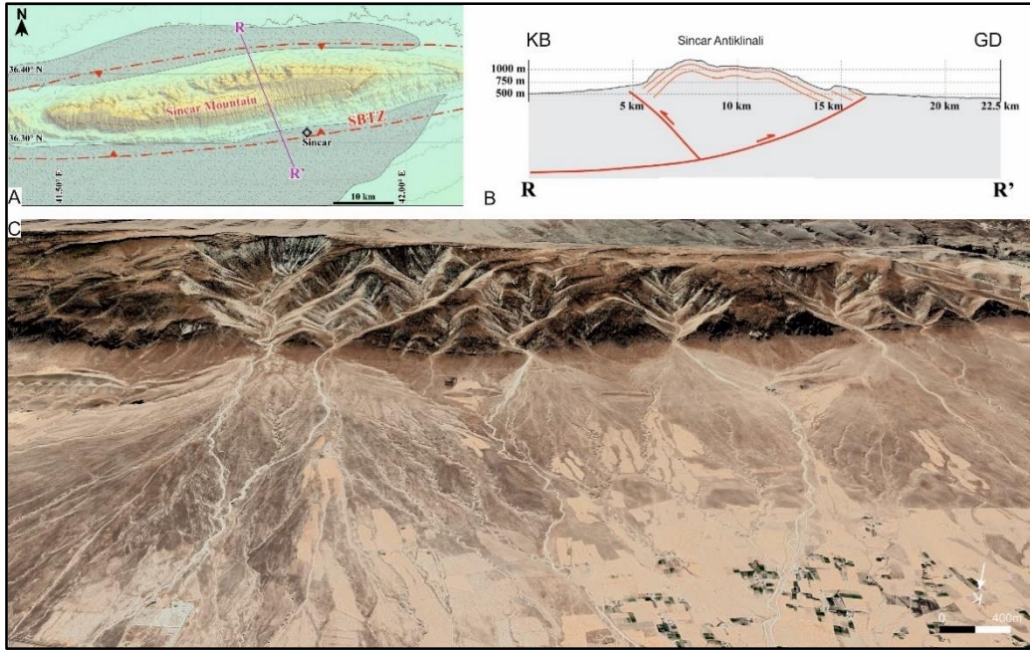
Ülkemizde de alüvyal yelpazelerde iklim etkisi ile şekillenen morfolojik gelişime bazı çalışmalar da değinilmiştir. Örneğin Ardos (1968), Kocaçay Dere'sinin, Bornova Ovası'na ulaşarak depoladığı en yaşlı en batıda olan üç farklı çökme dönemi gösteren alüvyal yelpaze gelişimi üzerine bir değerlendirmede bulunmuştur. Alüvyal yelpazenin morfolojik evrimini açıklamak için farklı gelişim modelleri öneren araştırmacının hipotezlerinden biri derenin ulaştığı taban suyu seviyesini oluşturan denizin alçalması ve bu nedenle akarsuyun da buna uyarak güneybatıya dönmesidir (Ardos, 1968). Buna göre en yaşlı depolanma Kocaçay Dere'nin güneye doğru akışı ile oluşmuş, diğer iki depolanma ise derenin batıya doğru kayması ile gelişmiştir. Burada gelişimi açıklamak için önerilen diğer bir gelişim modeli ise alüvyal yelpaze deposunun dolması ve yatağın yükselmesi neticesinde dolgulanmanın batıya kaymasıdır. Gelişim zamanına ilişkin iklimsel değerlendirmede bulunan araştırmacı birinci ve ikinci dolgulanmanın daha yağışlı bir dönemde ve sel karakterinde çökeldiğini belirlemiştir (Ardos, 1968).

## 2.2. Tektonik Değişkenler

Yüksek tektonik aktivitenin olduğu dağ önlerinde sürekli çökme ve depolama alanının gelişimi, akarsuyun taşıma kapasitesinin de yüksek olmasının bir sonucu olarak kalın yelpaze istiflerinin oluşmasını sağlamaktadır (Bull, 1964; Bull, 1968; Özpolat vd., 2022). Bu koşullarda oluşan depolar, dik eğimli yelpaze yamaçlarıyla karakterize edilen göreceli küçük ölçekli kalın istiflerden oluşmaktadır (Özpolat vd., 2022; Viseras vd., 2003) Tektonik aktiviteden kaynaklanan devam eden depolanmanın varlığı sonucunda bu tip yelpazelerde akarsuyun deposunu kazması (Calvache vd., 1997) veya yarıntı erozyonu görülmemektedir (Viseras vd., 2003). Dağ önünde çökme hızının düşük olduğu durumlarda ise yelpaze deposunun baş kısmında kısa mesafelerde derin kazılmalar meydana gelir ve depolama yelpazenin alt kesimlerine doğru ilerler (Şekil 4) (Bull, 1968; Viseras vd., 2003). Bu gelişimin sonucunda, daha az dik eğimli yüzeyler ve çökmenin kanallarla ilerlemesi sonucu daha uzun geometriye sahip yelpazeler oluşmaktadır (Calvache vd., 1997). Bu tür yelpazelerde aktif depolanmanın olmadığı kesimlerinde derin yarıntı erozyonu yaygındır (Viseras vd., 2003). Böyle bir gelişim, kapalı bir antiklinal konumunda olan Irak'taki Sincar Dağı (Seyitoğlu vd., 2017) önünde çökelen alüvyal yelpazelerde görülmektedir (Şekil 5). Sincar-Kerkük kör bindirmesine (Seyitoğlu vd., 2017) bağlı gelişim gösteren alüvyal yelpazelerin hem kaynak kesiminde akarsuyun kazması sonucu derin erozyonlar hem de yelpazenin etek kesimlerinde yarıntı erozyonu gelişmiştir.



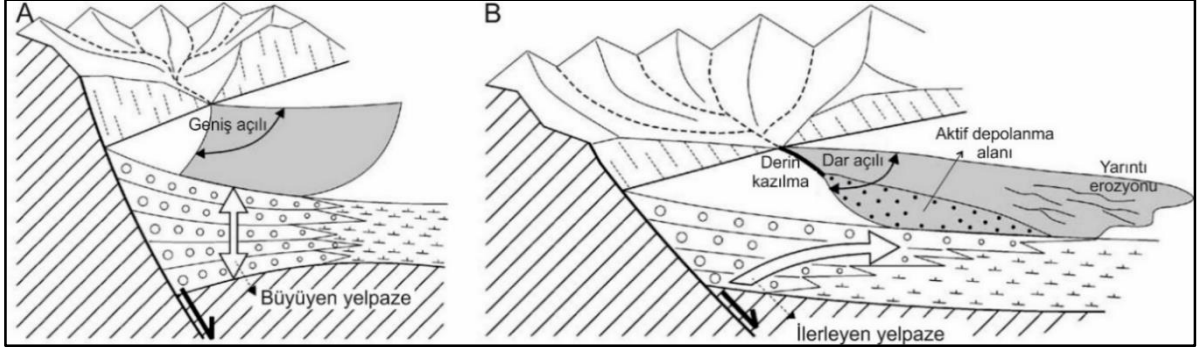
**Şekil 4. A.** Yüksek aktiviteli dağ önüne yakın depolanma, **B.** Akarsuyun kazma hızının dağ kütleinin yükselme hızını aşması ile alüvyal dolgunun kazılarak depolanmanın eski deponun alt kesimlerine taşınması  
**Kaynak:** Bull, 1968



**Şekil 5. A-B.** Sincar-Kerkük kör bindirmesinin yeri ve topoğrafik kesiti (Seyitoğlu vd., 2017'den değiştirilerek alınmıştır). Kesik noktalı çizgiler kör bindirmelerin yüzey izini, gri alanlar Kuvaterner çökellerini göstermektedir. **C.** Sincar antiklinalinin kuzeye bakan dağ önünde kaynak kesiminde akarsuyun derine kazması etek kesimde ise yarıntı erozyonu ile erozyona maruz kalan alüvyal yelpazelere ait Google Earth görüntüsü.

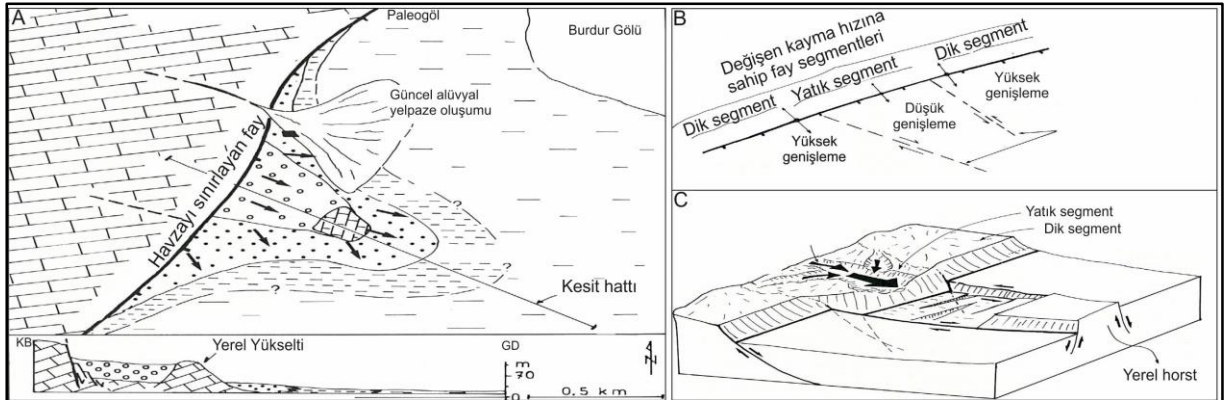
Tektonizmanın alüvyal yelpazelerin morfolojisi üzerindeki etkisi İspanya'da Granada ve Bajo Segura havzalarında toplam 43 Kuvaterner alüvyon yelpaze üzerinde incelenmiştir. Bu çalışmada tektonik kontrollü çökmenin yüksek olduğu alanlarda dik eğimli, geriye aşındırmanın olmadığı yelpazeler, düşük olduğu alanlarda daha az eğimli ve kazılma ile ilerlemeli gelişim gösteren yelpazeler belirlenmiştir (Şekil 6) (Viseras vd., 2003). Tektoniğin alüvyal yelpazelerin morfolojik gelişimi üzerine

etkisi, Büyük Menderes grabeninde çökelen alüvyal yelpazelerde de belirlenmiştir. Aktif faylarla kontrol edilen dağ önünde yükselimin hızlı olduğu alanlarda daha kalın ve daha dik alüvyal yelpazelerin varlığı, yükselme hızının düşük olduğu alanlarda ise azalan kalınlık ve eğimlere sahip, ilerleme gösteren alüvyal yelpazelerle karakteristik bir morfolojinin varlığı belirlenmiştir (Özpolat vd., 2022).



**Şekil 6.** A. Tektonik çökmenin fazla olduğu dağ önünde gelişen alüvyal yelpaze B. Tektonik çökme hızının düşük olduğu dağ önünde gelişen alüvyal yelpaze (Viseras vd., 2003'den değiştirilerek alınmıştır).

Tektonizmanın havza kenarı boyunca değişen etkinliği ve taban suyu seviyesi üzerinde etkisinin alüvyal dolguların depolarında meydana getirdiği değişikliğin çok karakteristik bir örneği Kazancı (1990) tarafından Pleyistosen-Holosen Burdur havzası kenarında gelişim gösteren alüvyal yelpaze ve fan delta aralanmasından oluşan istifte tespit edilmiştir. Çalışılan istifin, havzayı kuzeybatıdan sınırlayan fayların aktivitesinin iki segment arası daha düşük olduğu ve bu zonda havza içinde yerel bir horst gelişimine kavuşan transfer fay zonu ile kontrol edilen horst yapısının gelişimi ile sonuçlanan alanda çökeldiği belirlenmiştir (Şekil 7) (Kazancı, 1990). Buna göre alanda tektonizmanın kontrolünde şekillenen havza kenarında, görülen ardışık alüvyal fan, fan-delta ve gölsel çamur seviyelerin de tektonizma kontrolünde değişen göl seviyeleri ile ilişkisi belirlenmiştir (Kazancı, 1990).



**Şekil 7.** A. Burdur gölünün kuzeybatısını sınırlayan faylı dağ önünde çalışma alanının yeri B. Alanda farklı fay segmentleri arasındaki aktivite ilişkisini ve lokal yükseltiyi geliştiren tektonik ilişkiyi gösteren plan görünümü C. B'deki plan görünümüne ilişkin üç boyutlu çizim (Kazancı (1990)'dan değiştirilerek alınmıştır).

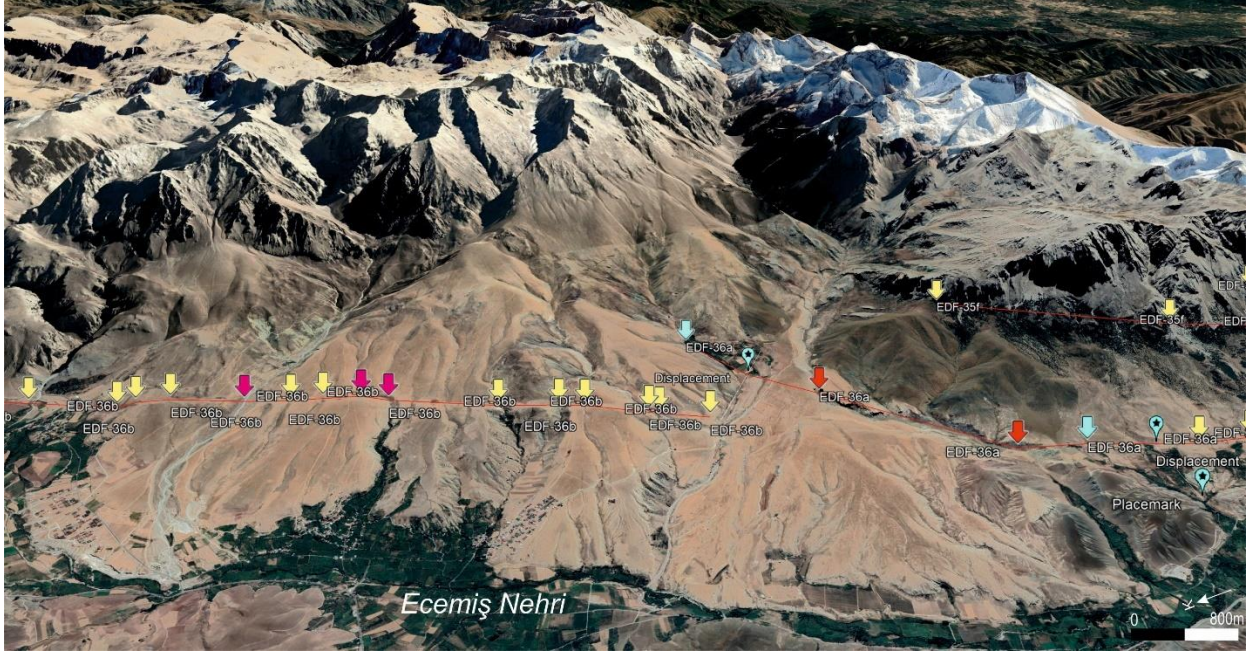
Bölgesel ve yerel ölçekte tektonizmanın, taban suyu seviyesinin değişimine etki etmesi de alüvyal yelpazelerin morfolojik gelişiminde değişikliğe neden olacak diğer bir özelliktir. Bölgesel yükselme, akarsuların derine kazmasını teşvik ederek, dağ önünde biriken yelpaze depolarının kazılmasına yol açar (Harvey, 2002). Bununla birlikte, yerel olarak sadece dağ önünde meydana gelen yükselimler, yelpazenin fay ile yükselen kesiminde kazmayı başlatır ve hızlandırır. Bu nedenle söz

konusu yerel etki yelpazenin etek kesiminde (Harvey, 2002) veya akarsuyun kaynak kesimine doğru belirgin bir değişliğe yol açmaz (Wells ve Harvey, 1987).

Alüvyal yelpaze yüzeyini kesen normal faylanma sonucunda fayın yükselen bloğunda başyukarı aşındıran yarıntı erozyonu oluşmaya başlar, düşen blokta ise her bir yarıntının önünde depolanma meydana gelir (Blair ve McPherson, 2009; McCalpin, 2009). Fay sarplıkları, bu tür bölgelerde yükselen blokta yerel erozyon ile düşen blokta yerel depolanma arasında bir sınır oluşturmaktadır (McCalpin, 2009).

Fay tarafından kesilen alüvyal yelpazeler, tektonik jeomorfoloji çalışmalarında faylanma sonucu meydana gelen ötelenmenin ölçülmesinde referans jeomorfolojik yüzey olarak kullanılmışlardır (Burbank ve Anderson, 2013; McCalpin, 2009). Bu amaçla kullanılacak birimin deforme olmadan önceki ilksel durumu, yaşı ve tektonik sürecin etkin olduğu zaman boyunca yüksek oranda korunabilir olması gereklidir (Burbank ve Anderson, 2013). Normal fay tarafından kesilen yelpazelerde fayın yükselen bloğu üzerinde ötelenme ölçümü için kullanılacak akarsu kanalı veya sırt gibi çizgisel yapılar korunurken, düşen blok üzerinde sediman depolanması nedeni ile bu yapıların gözlenmesi zordur (McCalpin, 2009). Ancak doğrultu atımlı fay tarafından kesilen alüvyal yelpazelerde fayın her iki bloğundaki referans yüzeyin korunabilirliği fazla olduğu için bu yelpazeler pek çok tektonik jeomorfoloji çalışmasında fayların kayma hızının belirlenmesi için kullanılmıştır (Frankel vd., 2007; Matmon vd., 2005; Nissen vd., 2009; Sarıkaya vd., 2015; Yıldırım vd., 2016). Türkiye’de Aladağların batı cephesi boyunca gelişen alüvyal yelpazeler fay tarafından kesilmektedir (Şekil 8) (Sarıkaya vd., 2015; Seyitoğlu vd., 2022; Yıldırım vd., 2016). Bu alüvyal yelpaze yüzeylerinin yaşlandırılması ile doğrultu atımlı Ecemiş fay zonun ve alanda etkin olan normal fayların kayma hızı belirlenmiş (Sarıkaya vd., 2015; Yıldırım vd., 2016) ve Ecemiş fayının Geç Kuvaterner aktivitesi hakkında ilk kez nicel yaş verisine ulaşılmıştır (Sarıkaya vd., 2015).





**Şekil 8.** Aladağların batı yamacı önünde çökelen alüvyal yelpaze depolarını gösteren Google Earth görüntüsü. Kırmızı çizgi ile işaretli Ecemiş fayın izi ve oklar ile faya ait belirteçler Seyitoğlu vd., 2022'den alınmıştır.

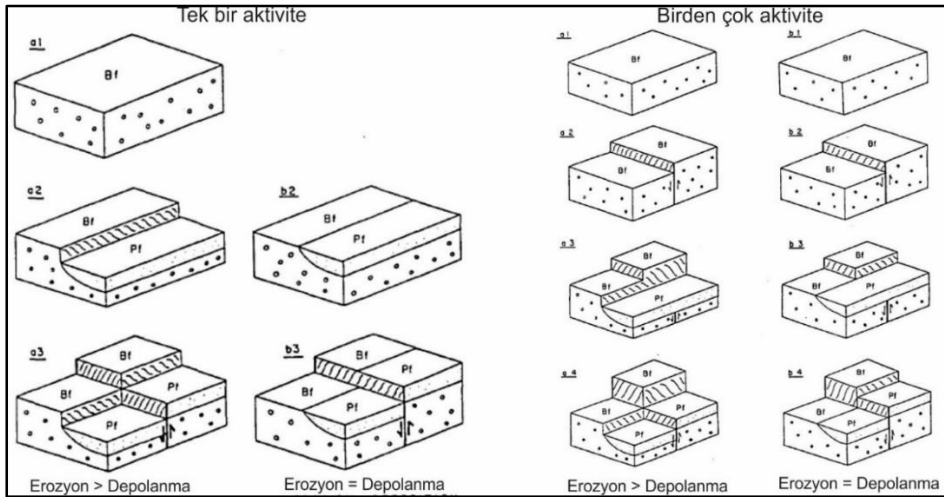
### 3. Alüvyal Yelpaze Morfolojisinde Etkin Faktörün Belirlenmesi

Alüvyal yelpazelerin morfolojisi tektonizma ve iklimsel değişkenler ve bunlara bağlı gelişen taban suyu seviyesi değişikliklerine oldukça duyarlı olmaları nedeni ile farklı koşullar altında değişen evrimsel bir gelişim sergilerler. Bu süreçlerin birbirinden ayrıştırılması, detaylı gözlemler ve yaşlandırma çalışmaları ile mümkündür. Morfolojik gelişim açısından değerlendirildiğinde iklimsel olarak tetiklenen değişimin yaşının, alüvyal yelpazelerde eş yaşlı bir tepki oluşturması ve mekânsal olarak tutarlılık göstermesi beklenmektedir (Harvey, 2002). Yerel etkinlik sonucunda gelişen tektonik hareketler ise tektonik aktivitedeki değişikliklere paralel bir zamanlama ile lokal değişimler ile sonuçlanır (Harvey, 2002). Tektonizma etkinliğinin bilindiği alüvyal yelpazelerde, fay segmentleri arasında dahi tektonik aktivite hızının değişimine bağlı olarak yakın alanda depolanmanın geometrisinde farklılık görülebilmektedir (Calvache vd., 1997). Benzer şekilde tek bir fay segmentinin zaman içinde hızında meydana gelen değişiklik alüvyal yelpazenin lokal geometrisi üzerinde doğrudan etkilidir (Bull, 1977; Silva vd., 1992).

Bu nedenle morfolojinin gelişimi üzerindeki etkiler değerlendirilirken, havzayı çevreleyen yelpaze gruplarının incelenmesi önem taşımaktadır. Bununla birlikte denetimde etkin olan koşullar farklı olsa da sonuçta oluşan morfoloji aynı olabilmektedir. Örneğin, normal fayla sınırlı dağ önlerinde fayın yükselen bloğunda faylanma nedeni ile yükselim sonucunda gelişen yeni eğim koşulları, akarsuyun yatağı kazması ve yeniden düzenlenmesi ile sonuçlanır (Wallace, 1978), bununla birlikte fayların düşen bloğunda akarsuların kazması nadirdir (McCalpin, 2009). O nedenle, fay tarafından kesildiği bilinen alüvyal dolguda, fayın hem yükselen hem düşen bloğunda yelpaze sisteminde kazılma ve biriktirme döngülerinin görülmesi bu alüvyal dolgu sekilerinin iklim kaynaklı olma ihtimalini yükseltmektedir (McCalpin, 2009). Böyle bir durumda dahi, seki seviyeleri oluşumu sonrasında devam eden tektonik hareketlilik söz konusu olursa fayın düşen bloğunda kalan alanda depolanma gelişeceği

için mevcut sekiler yeni gelen sediman ile örtülecek ve sonuç olarak tektonik kökenli seki yapıları ile aynı morfolojiyi oluşturacaklardır (McCalpin, 2009).

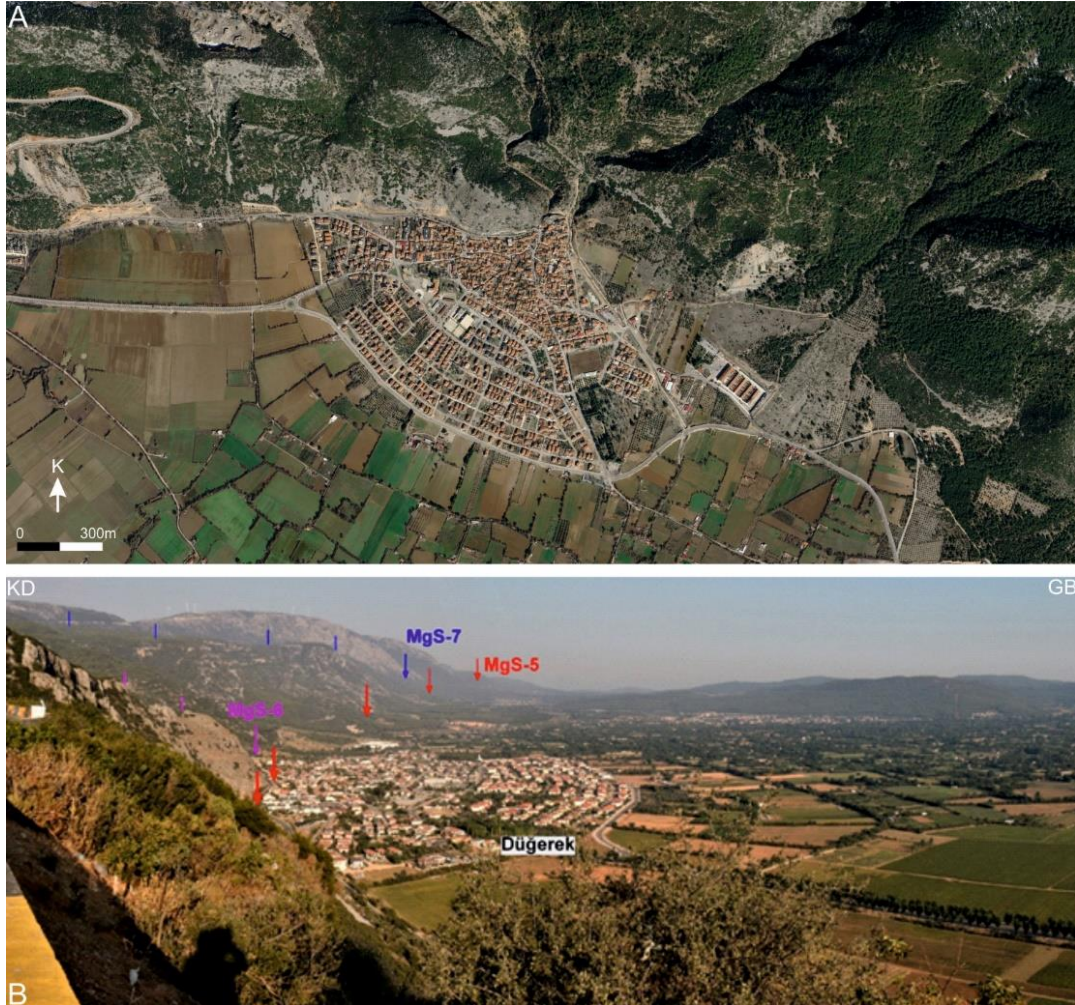
Faylanmanın etkisi de alüvyal yelpaze deposunun kaynak veya etek kısmında olmasına göre farklı sonuçlar yaratmaktadır. Colorado’da San Luis Vadisinin doğu kesiminde Sangre de Cristo fayı ile kontrol edilen dağ önünde depolanan alüvyal dolgularda seki gelişimi ve faylanmanın ve faylanmanın yerinin yelpaze morfolojisi üzerindeki etkisi McCalpin (1981) tarafından çalışılmış ve modellenmiştir. Buna göre ilerlemeli gelişim gösteren ve böylece basamaklı bir morfolojiye sahip alüvyal yelpaze sisteminde, sekiler yelpazenin kaynak kesimine görülürken, etek kısımlarında depolanma devam ettiği için stratigrafik olarak yan yana farklı yaşlardaki sedimanlar çökelmektedir (McCalpin, 1981). Böyle bir alüvyal yelpaze sisteminde sekilerin olduğu yelpazenin üst kesimlerinde tek bir faylanma gerçekleşirse, farklı yaşta ve yükseklikteki seki basamakları, faylanmanın etkisi ile gerçekleşen atım oranında yükselirken, faylanma farklı yaşlı çökellerin yan yana depolandığı yelpazenin alt kesimlerinde etkin olursa, yan yana çökelen bu depoların tek bir yüzey olarak, faylanma sonucu gelişen atım kadar yükselmektedir (Şekil 9) (McCalpin, 1981). Bunun yanı sıra faylanma ile kazılma döngüleri arasında bir dönüşüm olması durumunda yelpazenin kaynak kesimine yakın bir alanda faylanmanın meydana gelmesi yelpaze yüzeyinde eşit oranda atım ile sonuçlanırken, takip eden kazılma döngüsü ile hem yükselen hem düşen blokta kazılma gerçekleşmektedir. Bu morfoloji sonrasında yeniden faylanmanın gerçekleşmesi, fayın yükselen bloğunda kalan alanda daha önceki faylanmadan etkilenen seki seviyesinde daha fazla, yeni oluşan seki seviyesinde ise en son atım miktarı kadar ötelenmiş iki farklı yükseklikte seki seviyesi oluşturmaktadır (Şekil 9) (McCalpin, 1981). Bu sistemde fayın düşen bloğunda ise yalnızca faylanma döngüleri arasında etkin olan kazılma korunmaktadır. Faylanma yelpazenin kaynak kesiminde etkin olan kazılmanın, yan yana farklı yaşlı dolguların depolanması ile karakteristik etek kısımlarında gelişiyor ise fayın yükselen bloğunda farklı atıma sahip iki ayrı seki seviyesinin oluşması beklenirken, düşen blokta tek bir yüzey gözlenmektedir (McCalpin, 1981).



Şekil 9. Alüvyal yelpazelerde, fayın dolguyu kestiği yer ve devam eden fay aktivitesine göre fay boyunca farklılık gösteren sarplıklar (McCalpin, 1981'den değiştirilerek alınmıştır).

İklimsel ve tektonik kökenli gelişimlerin döngüsel olması ile şekillenen morfolojik gelişim ülkemizde Kazdağları ile Edremit ovası arasında çökelen alüvyal yelpaze sistemleri için Durukal (1978) tarafından incelenmiştir. Alanda farklı eğim özelliklerine dayanarak sınıflandırılan ve üst, orta ve alt segmente ayrılan Kuvaterner alüvyal yelpaze yüzeylerinin gelişimi araştırılmıştır. Buna göre üst ve orta bölümlerin gelişimi sırasında tektonizma, alt bölümlerin gelişimi sırasında ise östatik ve iklimik değişimler etkinliğinin olasılığı değerlendirilmiştir (Durukal, 1978). Bu çalışmada yapılacak daha detaylı araştırmalar ve tarihlendirme yöntemi ile bu değerlendirmelerin kesinliğe kavuşturulması da önerilmiştir (Durukal, 1978).

Ülkemizde tektonizma ve iklimsel etkinin alüvyal yelpaze gelişiminde birlikte rol oynadığını gösteren diğer bir çalışma da Muğla grabeninin kenarında, Muğla şehir merkezi ve Düğerek yerleşimlerinin üzerinde yer aldığı iki yelpaze sisteminde gözlenmiştir (Şekil 10). Alanda tektonizmanın ana kayanın parçalanmasında ve ova tabanında topoğrafyanın şekillenmesinde etkinliği belirlenmiş, iklimsel olarak yağışlı ve tektonik olarak aktif dönemlerde iri taneli ve köşeli sedimanın, tektonik olarak durgun ve kurak dönemlerde ise daha ince taneli sedimanın depolandığı belirlenmiştir (Gül vd., 2021).



**Şekil 10.** A. Muğla grabeni kenarında yer alan Düğerek ilçesinin üzerine kurulduğu alüvyal yelpazenin Google Earth görüntüsü B. Alüvyal yelpazenin KD-GB yönünde fotoğrafı, oklar alandaki fayların güzergahı göstermektedir (Fotoğraf: Gürol Seyitoğlu)

### 3.1. Alüvyal Yelpazelerin Yaşlandırılmasında Kullanılan Yöntemler

Alüvyal yelpazelerin morfolojik gelişimlerinin değerlendirilmesinde görelî yaşlandırma yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmalardan bir kısmında yelpaze yüzeylerinde toprak oluşumu, çöl tozlarının birikimi (desert pavement) ve depolarda ikincil karbonat gelişimi ilişkisine dayanarak yaş kurgusu yapılmıştır (Al-Farraj ve Harvey, 2000; Ardos, 1968; Machette, 1985; Lattman, 1973). Bunların yanı sıra alüvyal yelpaze yüzeyleri ile tarihi bilinen göl veya kıyı sedimanları korelasyonu ile de depolanmanın gelişim zamanını belirleyen bazı çalışmalar vardır (Harvey vd., 1999).

Alüvyal yelpaze dolgularında kesin tarihli yaşlandırmanın yapılabilmesi, yaşlandırılabilir uygun organik veya inorganik materyalin bulunmasına göre değişiklik gösterir. Alüvyal yelpazelerin yaşlandırma çalışmalarında en yaygın olarak, optik uyarmalı lüminesans, kozmojenik izotop ve radyokarbon yöntemleri kullanılmaktadır.

Birkaç yüzyıl ila 60.000 yıl aralığında tarihlendirme yapılmasına olanak sağlayan radyokarbon yöntemi, depolanma sırasında biriken ve korunan organik materyale dayalı olarak uygulanabilmektedir (Lian ve Roberts, 2006; Chiverrell ve Jakob, 2012). Bu yöntem, uygun iklim koşullarında çökelmiş alüvyal yelpazelerde depolanma sırasında korunan organik materyalin tarihlendirilmesi ile alüvyal yelpazelerin oluşum ve gelişim yaşlarını belirlemede kullanılmaktadır (Brazier vd., 1988; Chiverrell vd., 2008; Harvey vd., 1981; Nott vd., 2001).

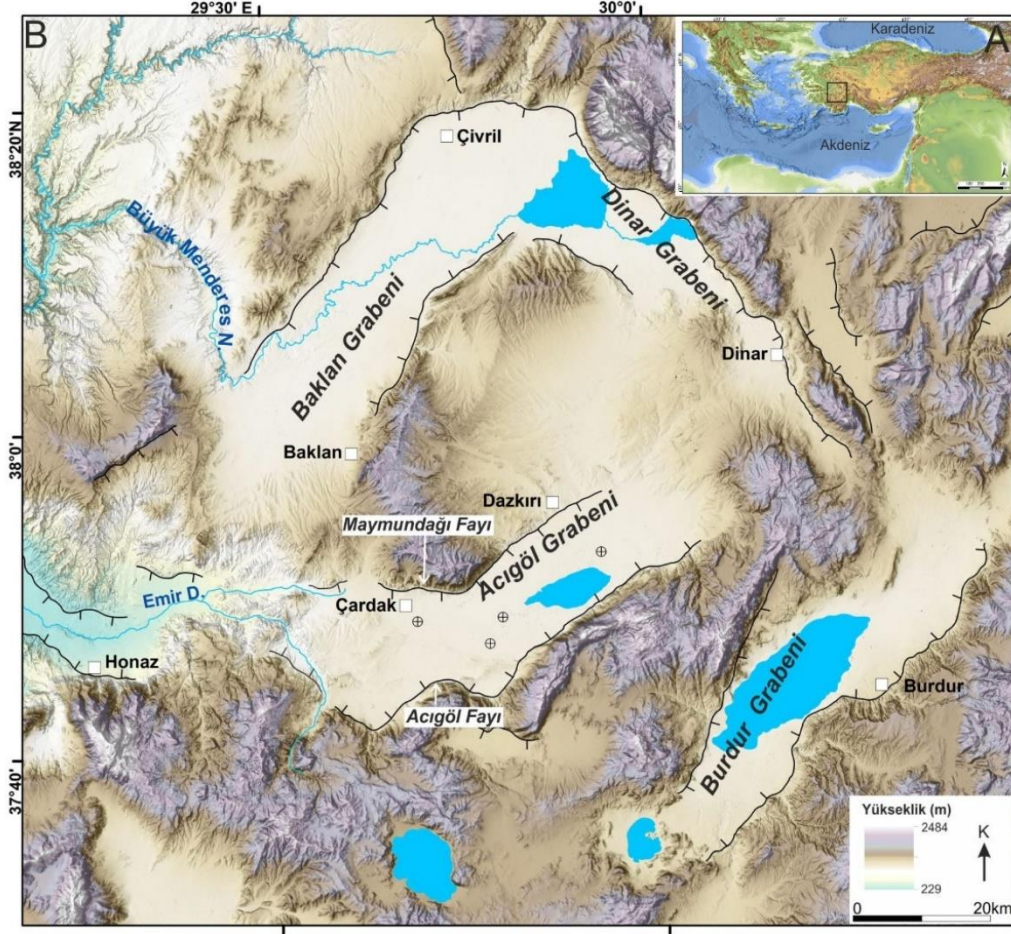
Yaşlandırma çalışmalarında kullanılan diğeri bir yöntem de kozmojenik izotop yöntemidir. Bir kayaç veya sedimanın yüzeyleme süresinin hesaplanmasına imkân sağlaması (Lal, 1991) nedeni ile bu yöntem, alüvyal yelpaze yüzeylerinin terk edilmiş yaşını ve farklı depolanma segmentleri arasındaki zamanı belirlemek için uygundur (Ivy-Ochs vd., 2013). Bu nedenle alanyazında pek çok çalışmada kullanılmış ve özellikle fay ile ötelenen alüvyal yelpaze yüzeylerinin yaşının belirlenmesi ile fayların kayma hızlarının hesaplanmasında kullanılmıştır (Bierman vd., 1995; Brown vd., 2003; Frankel vd., 2007; Matmon vd., 2005; Mériaux vd., 2005; Sarıkaya vd., 2015; Yıldırım vd., 2016).

Optik Uyarmalı Lüminesans (OSL) yaşlandırma yöntemi ise sedimanın depolanma tarihini doğrudan hesaplamak için kullanılan bir yöntemdir (Murray ve Olley, 2002). 100 ila 350.000 yıl öncesine kadar olan yaşları hesaplamada etkili olan bu yöntem (Murray ve Olley, 2002), karasal çökellerde yaygın olarak bulunan feldispat ve kuvars mineralleri kullanılarak yaşlandırma yapma imkanı sağlaması nedeni ile pek çok alüvyal yelpazenin yaşının belirlenmesinde etkin olarak kullanılmıştır (Mahan vd., 2007; Owen vd., 1999; Robinson vd., 2005; Sancho vd., 2008; Singh vd., 2001; Sohn vd., 2007).

### 4. Acıgöl Grabeni Kuzeyinde Yer Alan Alüvyal Yelpazelerin Gelişimi

Acıgöl Grabeni, Menderes masifinin asimetric metamorfik çekirdek kompleksi olarak yüzeylenmesine neden olan Datça-Kale ana ayrılma fayının (main breakaway fault) düşen bloğunda depolanmış Oligosen konglomeralarını içermektedir (Elmas vd., 2019; Seyitoğlu vd., 2004) (Şekil 11). Güncel Acıgöl grabeni, 50 km uzunluğunda ve 10 km genişliğinde kapalı havza özelliğindedir, içinde aynı isimli sığ, tuzlu bir göl vardır. KD-GB doğrultusu, graben güneyinde D-B olan güncel Acıgöl grabeninin kuzeybatısını Maymundağı ve güneydoğusunu ise Acıgöl Kuvaterner fayları kontrol

etmektedir. Güncel graben güneyde Likya nap istifine ait birimler ile kuzeyde Oligosen yaşlı sıg denizel istif (Elmas vd., 2019) üzerinde gelişim göstermiştir.



Şekil 11. A. Acıgöl grabenin konumu B. Acıgöl grabeni ve çevresinde yer alan grabenler

Acıgöl havzasının güneybatısında yer alan Çameli havzasında yaşlı Geç Miyosen-Pliyosen olarak belirlenen korelatif birimlere dayanarak Acıgöl grabenindeki çökelişin de aynı dönemde kabatañli karasal çökellerle başladığı belirlenmiştir (Göktaş vd., 1989; Şenel, 1997). Havzada sedimantasyon güncel koşullara benzer iklimsel şartlarında, henüz Acıgöl gölünün çok sınırlı bir alan kapladığı veya henüz oluşmadığı bir dönemde başlamış, Pliyosen'de ise nemli iklim koşulları ile göl alanının genişlediği belirlenmiştir (Helvacı vd., 2013). Havzanın gelişim sürecinde faylanma ve iklimsel değişiklikler nedeni ile gölün en derin kesiminin doğuya doğru kaydığı tespit edilmiştir (Helvacı vd., 2013). Bunun yanı sıra yalnızca Kuvaterner'de bile 600 metreden daha kalın sediman kaydının belirlendiği sondaj verisi (Demory vd., 2020), bu zaman zarfında da tektonik ve iklimsel değişimler etkisinde göldeki derin çok yıllık koşullarının sıg geçici koşullara dönüştüğünü göstermiştir (Demory vd., 2020; Helvacı vd., 2013). Bu karottan edinilen bilgilere göre göl seviyesi son 2 milyon yılda maksimum seviyesine 1,8 milyon yıl önce ulaşmıştır (Demory vd., 2020).

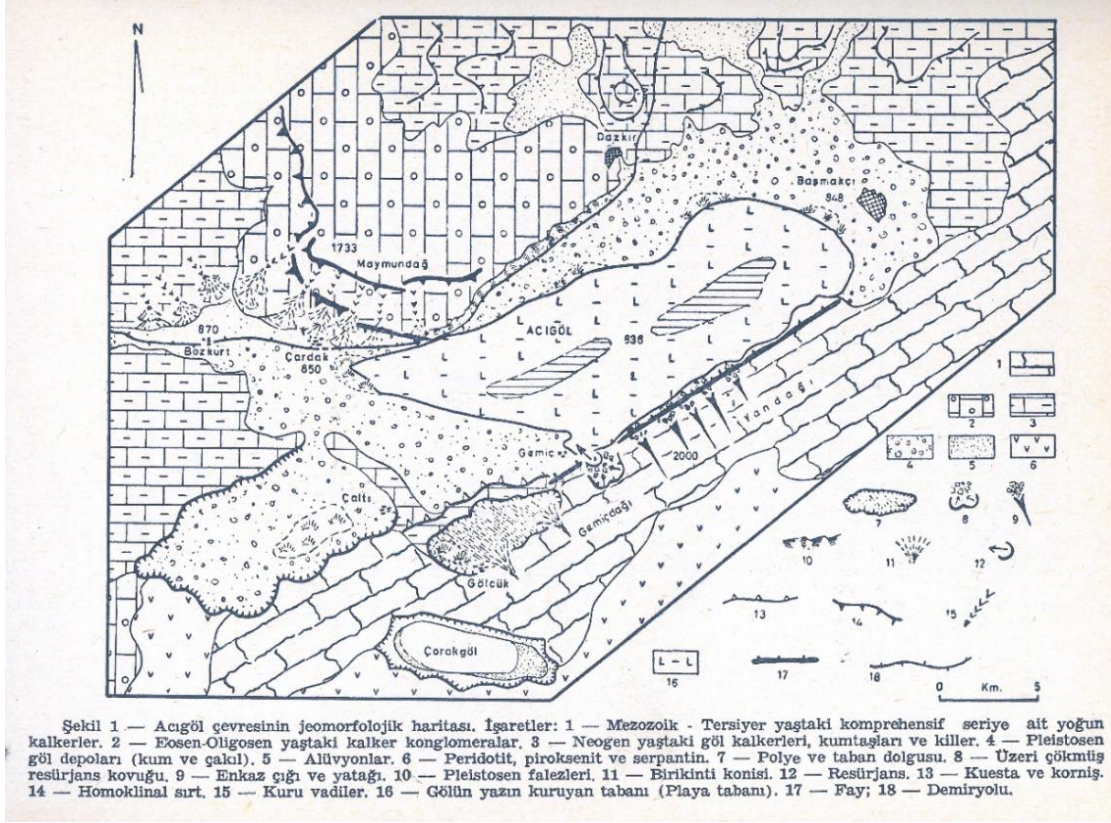
Grabenin kuzeybatısını sınırlayan Maymundağı fayı boyunca fay, Oligosen yaşlı çökeller ile Kuvaterner yaşlı alüvyal dolguları sınırlamaktadır. Fayın D-B doğrultulu kesiminde dağ önü boyunca iç içe geçmiş yelpaze sistemleri görülmektedir (Şekil 12). Dağ önünde yer alan kolüvyal koni ve küçük ölçekli alüvyal yelpazelerin yan yana birleşmesi ile oluşan ortalama 12° eğimli düzlük Kazancı vd. (2006) tarafından “etek düzlüğü” olarak adlandırılmıştır. Alüvyal depolarda yapılan gözlemlerde bu dolguların çoğunun moloz ve tane akması, daha az bir kısmının ise kaya-blok düşmesi ile taşınarak depolandığı belirlenmiştir (Kazancı vd., 2006). Grabenin güneydoğusunu sınırlayan Acıgöl fayı önünde ise genellikle talus depoları şeklinde, bazı alanlarda yamaçların alt kesimlerinde alüvyal yelpazeler şeklinde depolanmanın varlığı gözlenmiştir (Kazancı vd., 2006). Morfolojik olarak basık tepeli ve yayvan, çoğunluğu göle kadar uzanan deltaların başlarında 1 ile 3 metre arasında kazılmalar belirlenmiştir (Kazancı vd., 2006). Güncel göl seviyesine göre 6 metre daha yukarıda gözlenen bu dolguların yüzeylerinin, göl tabanında tektonik ile ilişkili bir alçalma veya Geç Kuvaterner’de göl seviyesinde meydana gelen bir düşüş ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir (Kazancı vd., 2006).



Şekil 12. Maymundağı'nın D-B uzantılı dağ önünde görülen iç içe geçmiş alüvyal yelpazeler. Geride beyaz oklar ile akarsular tarafından kesilmiş alüvyal yelpaze yüzeylerinin tepe kısımları, önde siyah oklarla aktif depolanmanın oluştuğu yelpazelerin baş kesimleri gösterilmiştir. Siyah çizgiler aktif gelişim gösteren yelpaze yüzeylerinin tanımlanması için kullanılmıştır.

Havzada, Maymundağı fayının D-B doğrultulu dağ önünde gelişen iç içe geçmiş alüvyal yelpaze sisteminin gelişimi ilk kez Erinç (1967) tarafından ele alınmıştır (Şekil 13). Erinç, bu konilerden daha yüksek ve daha dik olan eski konilerde 40-50 metrelik yarılmaların gelişmesi ile bunların içlerinde yeni konilerin gelişim gösterdiğini belirtmiştir. Bu morfolojik gelişimin ya taban seviyesindeki bir düşüş ya da konilerin yer aldığı seviyede bir yükselim ile açıklanabileceğini önermiştir. Araştırmacı havza içindeki diğer gözlemlerine dayanarak taban suyu seviyesindeki düşüş ile gelişimin daha olası olduğunu belirtmiş ve Pleyistosen’de günümüzdekinden 35 m daha yüksekte olan göl seviyesine dair bazı kanıtlar sunmuştur. Bu kanıtlardan biri Dazkırı'nın 2 km doğusunda bugünkü göl seviyesinden 34 metre yükseklikte bulunan depodaki sedimantolojik ve paleontolojik gözlemlerdir. Diğeri ise

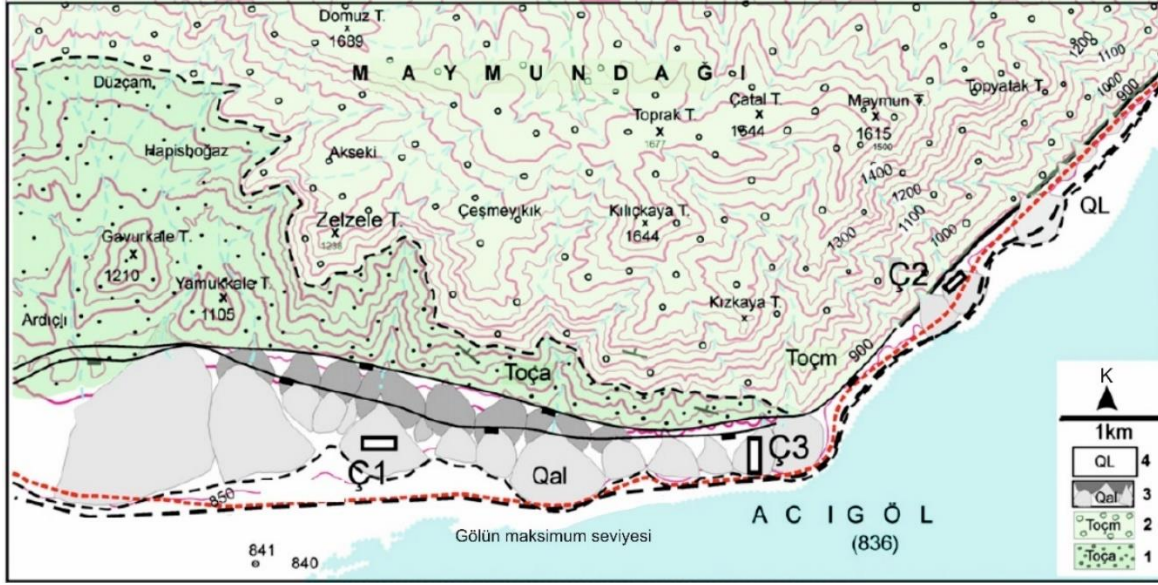
Maymundağı'nın önünde ve Gemiş köyü gerisinde falez olarak değerlendirilen bugünkü göl seviyesinden yaklaşık 30 m yukarıdaki çizgisel hattır. Erinç'e göre, Acıgöl'de Burdur gölünde var olan daha yüksek göl su seviyelerinin olmayışı ise Acıgöl'ün yükselen sularının Bozkurt batısındaki topoğrafik oluktan batıya taşmasından kaynaklanmış olmalıdır (Erinç, 1967).



Şekil 13. Erinç'in Acıgöl ve civarını içeren jeomorfoloji haritası

Kaynak: Erinç, 1967

Bu araştırmanın dışında alandaki yelpaze istifleri Kazancı vd. (2012) tarafından içerisinde tespit edilen tuf seviyesi dikkate alınarak araştırılmıştır (Şekil 14). Çalışmada, stratigrafik olarak tuf tabakasının alt ve üst seviyelerinde belirlenen iki paleosol seviyesi radyokarbon tarihlendirme yöntemi ile yaşlandırılmıştır. Buna göre günümüzden  $5380 \pm 90$  ve  $2395 \pm 65$  yıl öncesine ait paleosol seviyeleri ve depolanma hızı dikkate alınarak tuf deposunun günümüzden 4750 ile 3385 yılları arasında bir dönemde çökeldiği sonucuna ulaşılmıştır (Kazancı vd., 2012). Alüvyal dolgularda detaylı gözlem yapan araştırmacı, Erinç'in (1967) morfolojik tanımlamasının aksine sedimantolojik ve litolojik gözlemlere dayanarak, göl seviyesinin Geç Kuvaterner'den beri alüvyal dolguların gelişimini etkileyecek veya taşma boğazını oluşturacak şekilde 845 m yüksekliğin üzerine çıkmadığı sonucuna ulaşılmıştır (Kazancı vd., 2012).

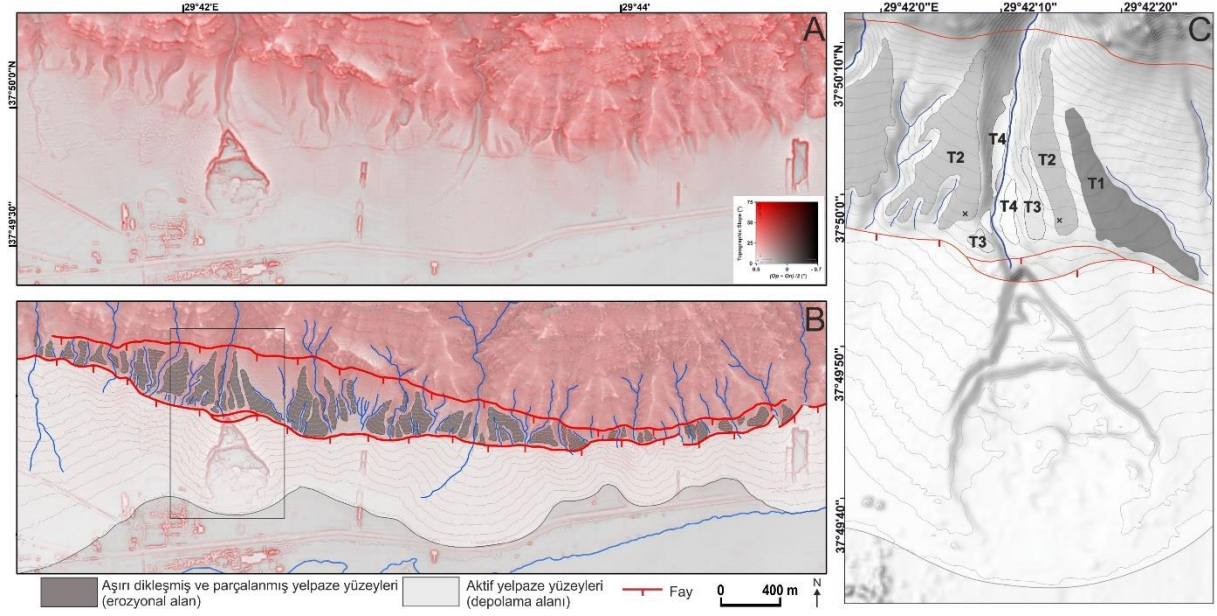


Şekil 14. Kazancı tarafından Maymundağı önünde depolanan alüvyal yelpaze istiflerini gösteren harita (Kazancı vd., 2012'den değiştirilerek alınmıştır). Ç1, Ç2 ve Ç3 tefra seviyesi belirlenen yelpazeleri göstermektedir.

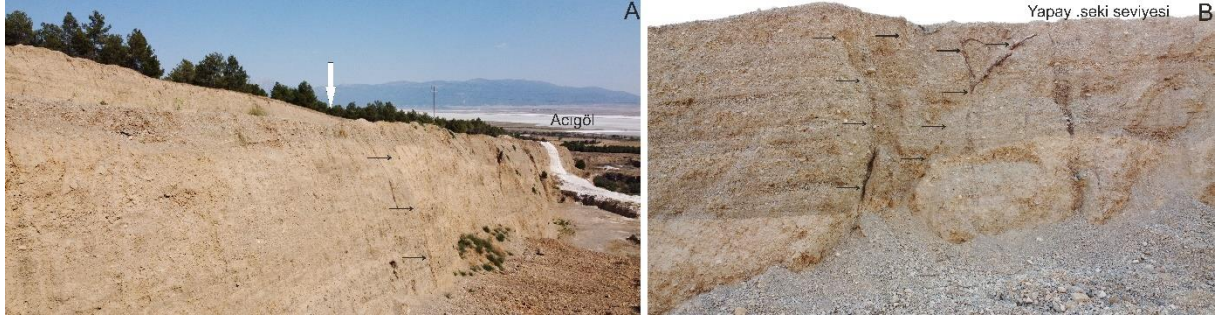
Bu çalışma kapsamında Maymundağı alüvyal yelpazelerinin morfolojik gelişimlerinin açıklanabilmesi için detaylı arazi gözlemleri ve haritalama çalışmaları yapılmıştır. Alanın sayısal yükseklik modelleri kullanılarak oluşturulan kırmızı rölüf haritası ile farklı seviyeli alüvyal yelpaze yüzeyleri birbirinden ayırt edilmiştir (Şekil 15). Bunlardan daha dik ve yelpazeyi oluşturan akarsular tarafından kesilen alüvyal yelpaze yüzeyleri ile akarsuyun önünde çökelim gösteren daha düşük eğimli aktif yelpazeler ayrı birimler olarak haritalanmıştır.

Yapılan arazi çalışmalarında bu birimler arasındaki oldukça net çizgisellik ile belirgin topoğrafyadaki eğim kırıklığı ayrıntılı bir şekilde araştırılmıştır. Alüvyal yelpaze deposunda açılan kumçakıl ocağında, haritalama çalışmalarında tespit edilen çizgisellik ile çakışan fayın varlığı gözlenmiştir (Şekil 15, 16). Ocak duvarında fayın izi, krem renkli moloz akışı ve gri renkli flüvyal akışın ürünü olan birimlerde oldukça net görülen atım ile karakteristiktir (Şekil 16.B). Bunun yanı sıra, fayın yükselen bloğunda yapılan haritalama çalışmaları alanda gelişen sekilerin varlığını ortaya koymuştur (Şekil 15.C). Bu blok üzerinde kalan yelpaze yüzeylerinde, fayın sarplığından itibaren gelişim gösteren yarıntı erozyonu da yine haritalama çalışmaları ile ortaya konmuştur. Şekil 15.B'de yer alan haritada fay çizgiselliğinden itibaren geriye doğru gelişim gösteren bu yarıntı erozyonu net olarak görülmektedir.





**Şekil 15.** A. Maymundağı fayının D-B doğrultulu kesiminde iç içe geçmiş yelpazelerin olduğu alanın kırmızı kabartma haritası (Chiba vd., 2008). B. Harita üzerine işlenen yelpaze yüzeyleri. Kırmızı çizgi ile gösterilen fay sarplığından itibaren akarsuyun kaynak kesimine doğru gelişen yarıntı erozyonu baskın bir şekillenmedir C. Yeri B'de siyah kare ile işaretli yelpazenin detay haritası. Dolguyu kesen fayın yükselen bloğunda kalan alanda akarsuyun kazması sonucunda gelişen seki basamakları yaşlıdan (T1) gence (T4) doğru numaralandırılmıştır.



**Şekil 16.** A. Şekil 15.C'de detay haritası gösterilen yelpaze üzerinde açılan kum-çakıl ocağının fotoğrafı. Ocak duvarında tespit edilen fayın izi siyah oklarla işaretlenmiştir. Yüzeyle fayın izi ile çakışan eğim kırıklığı beyaz kalın ok ile gösterilmiştir. B. 15.A'da gösterilen fayın alüvyal dolgunun doğusunda açılan diğer bir kazı alanında açığa çıkan kesiti. Siyah oklar ile istifin altında iki ana kol olarak izlenen fayın, yukarıya doğru birkaç kola ayrılan izi işaretlenmiştir. Kesitte görülen üst yüzey yapay olarak ocak çalışmaları sırasında düzenlenmiştir.

Haritalama ve arazi çalışmaları ile elde edilen bu veriler birlikte değerlendirildiğinde, iki farklı alüvyal yelpaze yüzeyinin gelişiminin fay ile kontrol edildiği belirlenmiştir. Yelpaze yüzeylerini kesen faylanma fayın yükselen bloğunda akarsuyun deposunu kazmasına neden olmuş, akarsuyun denge profilini sağlamak için kazması sekilerin gelişimi ile sonuçlanmıştır. Bunun yanı sıra oluşan eğim kırıklığı, yarıntı erozyonunun fayın yükselen bloğu boyunca gelişimini başlatmıştır. Fayın düşen bloğunda ise faylanma nedenli çökme yeni depolanmanın bu alana kayması ile sonuçlanmıştır. Böylece bölgede fayın aktivitesi dağ önünde gelişen erozyonal alan ile aktif depolanma görülen alanın sınırını denetlemiştir (Şekil 15).

## **5. Sonuçlar**

Alüvyal yelpazelerin morfolojik gelişimi, iklimsel ve tektonik değişkenlere duyarlıdır ve farklı koşullar altında evrimleşebilir. Bu evrimsel süreçlerin ayrıştırılması, detaylı gözlemler ve yaşlandırma çalışmalarını gerektirmektedir. Bu çalışmada Acıgöl grabeninin kuzeyini sınırlayan Maymundağı fayının önünde çökelen iç içe geçmiş alüvyal yelpaze sisteminin morfolojik gelişimi değerlendirilmiştir. Daha önceki çalışmalarda alanda ki gelişim için Erinç (1967) tarafından iklim kaynaklı taban suyu seviyesinin etkisi önerilmiş, ardından Kazancı vd. (2012), taban suyunun gelişimi oluşturacak yüksekliğe ulaşmadığını dolgu içindeki sedimantolojik veya litolojik gözlemler ile ilişkili olarak ortaya koyulmuştur. Bu çalışmada yapılan gözlemler alüvyal yelpazede kazılmayı tetikleyen unsurun yelpaze depolarını kesen ikincil faylanma olduğunu ortaya koymaktadır. Bu gelişim yalnızca fay ile sınırlı alanda kalması da gelişimin tektonizma kökenini desteklemektedir.

## **Teşekkür ve Bilgilendirme**

Esra Tunçel'in 'Acıgöl Grabeni'nin Tektonik Aktivitesi ve Tektonik Jeomorfolojisi' başlıklı doktora tezinden üretilen bu çalışma Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimi tarafından 'Acıgöl Grabeni'nin Tektonik Aktivitesi ve Tektonik Jeomorfolojisi' başlıklı '21L0649002' numaralı proje ile desteklenmiştir. Arazi çalışmalarındaki destek ve katkılarından dolayı Harun Tunçel ile Ergin Gökkaya'ya, değerli önerileri için editörlere ve hakemlere teşekkür ederiz.



# Factors Affecting the Morphological Development of Alluvial Fans: The Example of Maymundağı Alluvial Fans

Esra Tunçel\*<sup>a</sup>, İhsan Çiçek<sup>b</sup>, Gürol Seyitoğlu<sup>c</sup>

Submitted: 03.07.2023

Accepted: 19.08.2023

## EXTENDED ABSTRACT

### 1. Introduction

Alluvial fans are distinctive depositional landforms that form when the river's transport capacity diminishes as it transitions from a mountainous or hilly terrain to a flatter expanse (Bull, 1977). The juncture at which sediment-laden streams transition from their basin and initiate the process of accumulation is designated as the fan apex (Drew, 1873). Extending outward from this focal point, the alluvial fan's topography gently slopes towards the proximal sector of the fan (Harvey, 2004). The distinctive topographic arrangement of alluvial fans displays a concave radial profile, complemented by a convex cross-fan profile (Bull, 1977).

A primary concept crucial to understanding the dynamics of alluvial fans involves the interplay between stream power-representing the accessible energy for sediment transport-and critical power, which signifies the energy necessary for sediment conveyance. This intricate equilibrium is commonly referred to as the "threshold of critical power" (Bull, 1979), and it significantly shapes the patterns of erosion and deposition within alluvial fan systems.

In instances where stream power falls below critical power, sediment accumulates within the alluvial fillings, categorizing this type of fan as an 'aggrading fan' (Harvey, 2018). Conversely, when the river's power surpasses the critical threshold, the river incises through its sediment accumulation from the apex, giving rise to a 'fanhead trench' (Eckis, 1928). The progression of these incisive processes prompts the gradual migration of the active depositional region towards the distal sections of the fan, thereby leading to what is commonly known as 'prograding fans' (Harvey, 2018).

### 2. Factors Affecting Alluvial Fan Morphology

Morphological development of alluvial fans is affected by climate and tectonic variables and related changes in base level (Bull, 1979; Harvey, 2018). Climatic factors, encompassing precipitation, temperature, and vegetation, wield significant influence over bedrock weathering, sediment yield, and

\* **Corresponding Author:** esratuncel5290@gmail.com

<sup>a</sup>Bilecik Şeyh Edebali University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Department of Geography, Bilecik/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0001-7434-4111>

<sup>b</sup>Ankara University, Language and History-Geography Faculty, Coğrafya Bölümü, Ankara/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-9000-2805>

<sup>c</sup>Ankara University, Department of Geological Engineering, Tectonics Research Group, Ankara/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0001-7993-898X>

event frequencies (Blair and McPherson, 2009). These factors, in turn, shape the dynamics of erosion and deposition on alluvial fans. An illustrative example of climatic-induced changes includes extreme storm events and so a notable rise in flood power, leading to an incision into the apex region of a fan (Bowman, 2019; Harvey, 2018). In contrast, under high sediment supply conditions, the stream power falls below critical power and aggradation occurs (Bowman, 2019).

Climatic fluctuations also play a pivotal role in altering base levels within regions characterized by Quaternary eustatic sea level changes and former Pleistocene pluvial lakes, which have since transformed into arid terrains (Harvey, 2002). However, the morphological evolution observed in the fan system within these areas has been attributed not solely to changes in the base water level but also to the synergistic interplay between climate and variables within the river basin (Harvey, 2002). Basically, a drop in base level causes excavation in the distal part of the fan (Harvey, 2002; Harvey et al., 1999). However, other examples have shown that the rise in ground level due to slope conditions is also effective in the excavation of alluvial fans (Harvey, 2002).

The continuous evolution of accommodation space, driven by significant tectonic activity along the mountain front, gives rise to substantial deposits of alluvial fans (Bull, 1964, 1968). Under these circumstances, alluvial fan deposits take on the form of relatively compact, thick layers characterized by steep slopes (Özpolat et al., 2022; Viseras et al., 2003). The ongoing deposition process prevents incisions and the development of headward-eroding gullies (Calvache et al., 1997; Viseras et al., 2003). On the contrary, regions with low tectonic activity experience prominent incisions, leading to the extension of deposition towards the lower reaches of the fan (Bull, 1968; Viseras et al., 2003). This results in elongated geometries featuring less steep surfaces and the establishment of deep gullies eroding headward (Calvache et al., 1997).

The morphological evolution of alluvial fans is also affected by the base-level change, which is influenced by both regional and local tectonic. For instance, regional uplift prompts the incision of fan accumulations situated in front of mountains, leading to the deepening of river incision (Harvey, 2002). In contrast, localized uplift confined to alluvial fans only has limited effects. An example is seen when a normal fault truncates the lower segments of the fan, causing headward erosion on the upthrown side of the fault, coupled with deposition in front of each scarp within the downthrown block (Blair and McPherson, 2009; McCalpin, 2009).

A fault which truncated fan surfaces serves as a crucial reference point for measuring displacement in tectonic geomorphology studies (Burbank and Anderson, 2013; McCalpin, 2009). Particularly alluvial fans intersected by strike-slip faults have become key benchmarks for determining fault slip rates in various tectonic geomorphology investigations (Frankel, et al., 2007; Matmon et al., 2005; Nissen et al., 2009; Sarıkaya et al., 2015; Yıldırım et al., 2016).

### **3. Determination of the Controlling Factor of Alluvial Fan Morphology**

In order to comprehensively understand the effects of tectonic, climate and related base-level variations on alluvial fan morphology, it is imperative to adopt a meticulous approach involving detailed observations, stratigraphic analyses, and dating studies. When viewed in a broader context, the

alterations in alluvial fan morphology attributed to climate-related influences are expected to display consistent spatial patterns and responses of similar ages, reflective of corresponding shifts in climate (Bowman, 2019; Harvey, 2002). While the changes induced by climate span the entire expanse of the fan, the effects of tectonic activity are manifested as cycles of localized erosion and deposition, predominantly concentrated within specific fault-influenced sections (Bowman, 2019; Harvey, 2002). Moreover, localized tectonic activities give rise to confined alterations, which may even diverge between adjacent fault segments (Calvache et al., 1997). Additionally, the positioning of faulting within the fan results in diverse outcomes in terms of morphological changes (McCalpin, 1981; McCalpin, 2009). This underscores the paramount importance of investigating clusters of fans encircling the basin, allowing for a clear differentiation between the local or regional effects.

#### **4. Development of Maymundağı Alluvial Fans in the North of Acıgöl Graben**

The Acıgöl Graben is located in western Turkey and developed on the units of the Lycian nappe sequence in the south and the Oligocene shallow marine sequence deposited in the hanging wall of the Datça-Kale main breakaway fault which causes the Menderes massif to exhume as an asymmetric core complex (Elmas et al. 2019; Seyitoğlu et al. 2004;). The modern Acıgöl graben is controlled along its southeastern margin by Acıgöl fault and Maymundağı faults in the northwestern margin. The sedimentation in this enclosed depression started in the late Miocene-Pliocene (Göktaş et al., 1989; Şenel, 1997).

On the northeastern margin of the graben, the Maymundağı fault juxtaposes Oligocene sediments with Quaternary alluvial deposits. The fault follows a NE-SW strike that transitions into an E-W direction in the southern region. The configuration of two distinct alluvial fan systems was observed along the E-W trending mountain front. Erinç, in 1967, identified and discussed this morphological arrangement, proposing that it could be attributed to either a decrease in the base level or an uplift within the area. In the study, substantiating evidence was presented, revealing a Pleistocene lake level that exceeded the current level by 35 meters (Erinç, 1967). Consequently, the morphological evolution of the alluvial fan was associated with the base level drop. According to this, the older cones, situated at higher elevations and characterized by steeper gradients, underwent incisions of 40-50 meters, ultimately giving rise to newer cones nested within the pre-existing ones. Another study by Kazancı et al. (2012) examined the fans with a specific focus on the incorporated tephra layer within the alluvial fan stratigraphy. The tephra layer deposited between 5380±90 and 2395±65 yrs cal. BP, potentially spanning from around 4750 to 3385 yrs cal. BP as indicated by radiocarbon dating of two palaeosol layers within the upper and lower levels of tephra (Kazancı et al., 2012). Based on lithological and sedimentological evidence, the researchers reached conclusions that diverged from Erinç's morphological interpretation. Contrary to his assessment, they argued that the lake level had not risen beyond an elevation of 845 meters during the Late Quaternary, thereby dismissing any substantial influence on alluvial deposition (Kazancı et al., 2012).

In the context of this study, comprehensive field observations and mapping studies were undertaken to elucidate the morphological evolution of Maymundağı alluvial fans. In this section, there exist two parallel fault strands with distinct characteristics. The northern fault strand functions as the

main basin bounding fault, which is situated at the mountain base. Concurrently, the southern strand is an intra-basin fault, identifiable by its escarpment morphology which displaces both alluvial fan surfaces and associated deposits. Within this framework, two generations of alluvial fans are identified: (1) oversteepened and dissected old fan surfaces confined to the footwall block, and (2) active fans within the downthrown block, their apexes coinciding with fault scarp intersections. Field observations also identified the intra-basin fault, which is evident in a sand-gravel quarry excavated within the alluvial fan deposit. This observation highlights how faulting truncated the fan surfaces and caused river incisions along the upthrown fault block. Moreover, the fault scarp initiated gully erosion on the uplifting block. Conversely, subsidence induced by faulting in the downthrown block facilitated the redirection of new sediment deposition. As a result, fault activity in the region delineated the boundary between the erosional zone in front of the mountain and the area of active deposition.

### Referanslar/References

- Al-Farraj, A., Harvey, A. M., (2000). Desert pavement characteristics on wadi terrace and alluvial fan surfaces: Wadi Al-Bih, UAE and Oman. *Geomorphology*, 35 (3-4), 279-297. doi: 10.1016/S0169-555X(00)00049-0
- Ardos, M. (1968). Bornova Birikinti Konisi. Le cône de déjection de Bornova (Izmir, Turquie). *Scient. Rep. Fac. Sci. Ege Univ.*, 61.
- Bierman, P. R., Gillespie, A.R., Caffee, M. W., (1995). Cosmogenic ages for earthquake recurrence intervals and debris flow fan deposition, Owens Valley, California. *Science*, 270 (5235), 447-450. doi: 10.1126/science.270.5235.447
- Blair, T. C., McPherson, J. G., (2009). Processes and Forms of Alluvial Fans. Anthony J. Parsons, Athol D. Abrahams (Eds.), in *Geomorphology of Desert Environments* (413-467) Springer, Dordrecht.
- Bowman, D. (1978). Determination of intersection points within a telescopic alluvial fan complex. *Earth Surface Processes*, 3 (3), 265-276. doi: 10.1002/esp.3290030306
- Bowman, D. (2019). *Principles of alluvial fan morphology* (p. 151). Dordrecht: Springer.
- Brazier, V., Whittington, G., Ballantyne, C.K., (1988). Holocene debris cone evolution in Glen Etive, Western Grampian Highlands, Scotland. *Earth Surface Processes and Landforms*, 13 (6), 525-531. doi: 10.1002/esp.3290130606
- Brown, E., Bendick, R., Bourles, D., Gaur, V., Molnar, P., Raisbeck, G., Yiou, F., (2003). Early Holocene climate recorded in geomorphological features in Western Tibet. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 199 (1-2), 141-151. doi: 10.1016/S0031-0182(03)00501-7
- Bull, W. B. (1964). *Geomorphology of Segmented Alluvial Fans in Western Fresno County, California*. US Government Printing Office, Washington.
- Bull, W. B. (1968). Alluvial fans. *Journal of Geological Education*, 16 (3), 101-106. doi: 10.5408/0022-1368-XVI.3.101
- Bull, W. B. (1977). The alluvial-fan environment. *Progress in Physical geography*, 1 (2), 222-270. doi: 10.1177/030913337700100202
- Bull, W. B. (1979). Threshold of critical power in streams. *Geological Society of America Bulletin*, 90 (5), 453-464. doi: 10.1130/0016-7606(1979)90<453:TOCPIS>2.0.CO;2
- Bull, W. B. (1991). *Geomorphic Responses to Climatic Change*. Oxford University Press, New York.
- Burbank, D. W., Anderson, R. S. (2013). *Tectonic Geomorphology*. Blackwell, Massachusetts.
- Calvache, M. L., Viseras, C., Fernández, J. (1997). Controls on fan development evidence from fan morphometry and sedimentology; Sierra Nevada, SE Spain. *Geomorphology*, 21 (1), 69-84. doi: 10.1016/S0169-555X(97)00035-4
- Chiba, T., Kaneta, S.-i., Suzuki, Y. (2008). Red relief image map: new visualization method for three dimensional data. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 37(B2), 1071-1076.
- Chiverrell, R., Harvey, A., Hunter, S., Millington, J., Richardson, N. J. (2008). Late Holocene environmental change in the Howgill Fells, northwest England. *Geomorphology*, 100 (1-2), 41-69. doi: 10.1016/j.geomorph.2007.04.036
- Chiverrell, R., Jakob, M. (2012). Radiocarbon Dating: Alluvial Fan/Debris Cone Evolution and Hazards, Michael Schneuwly-Bollschweiler, Markus Stoffel, Florian Rudolf-Miklau, (Eds.), *Dating Torrential Processes on Fans and Cones*:

- Methods and Their Application for Hazard and Risk Assessment*, (265-282). Springer,
- Colombo, F. (2005). Quaternary telescopic-like alluvial fans, Andean Ranges, Argentina. *Geological Society*, London, Special Publications, 251 (1), 69-84. doi: 10.1144/GSL.SP.2005.251.01.06
- Demory, F., Rambeau, C., Lebatard, A.-E., Perrin, M., Blawal, S., Andrieu-Ponel, V., Rochette, P., Alçiçek, H., Boulbes, N., Bourles, D. (2020). Chronostratigraphy, depositional patterns and climatic imprints in Lake Acıgöl (SW Anatolia) during the Quaternary. *Quaternary Geochronology*, (56), 101038. doi: 10.1016/j.quageo.2019.101038
- Drew, F. (1873). Alluvial and lacustrine deposits and glacial records of the Upper-Indus Basin. *Quarterly Journal of the Geological Society*, 29 (1-2), 441-471. doi: 10.1144/GSL.JGS.1873.029.01-02.39
- Durukal, A. (1978). Edremit Ovası Kuzeybatı kesiminde yeralan birikinti yelpazelerinin morfolojik gelişimleri. *Jeomorfoloji Dergisi*, 7, 35-54.
- Eckis, R. (1928). Alluvial fans of the Cucamonga district, southern California. *The Journal of Geology*, 36 ( 3), 224-247. doi: 10.1086/623509
- Elmas, G., Seyitoğlu, G., Kazancı, N., Veysel, I. (2019). Oligosen yaşlı Datça-Kale-Acı Göl havzasında çökeltme ile eş yaşlı tektonizma izleri, Batı Anadolu. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi* (160), 1-20. doi: 10.19111/bulletinofmre.478093
- Erinç, S., (1967). Acıgöl'ün pleistosendeki seviyesi hakkında. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 16, 141-143.
- Frankel, K. L., Dolan, J. F., Finkel, R. C., Owen, L. A., Hoefft, J. S. (2007). Spatial variations in slip rate along the Death Valley-Fish Lake Valley fault system determined from LiDAR topographic data and cosmogenic <sup>10</sup>Be geochronology. *Geophysical Research Letters*, 34 (18). 1-6. doi: 10.1029/2007GL030549, 2007
- Göktaş, F., Çakmaköğlu, A., Tarı, E., Sütçü, Y.F., Sarıkaya, H. (1989). Çivril-Çardak Arasının Jeolojisi. *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Genel Müdürlüğü*, 8701, 109.
- Gül, M., Çetin, E., Küçüksal, C., Gülcan, M., Kahveci, Y. (2021). Recent alluvial fan developments in Muğla (SW Turkey). *Arabian Journal of Geosciences*, 14 (9), 819. doi: 10.1007/s12517-021-07159-3
- Harvey, A. M. (2002). The role of base-level change in the dissection of alluvial fans: case studies from southeast Spain and Nevada. *Geomorphology*, 45 (1-2), 67-87. doi: 10.1016/S0169-555X(01)00190-8
- Harvey, A. M. (2004). *Alluvial Fans*. Goudie, A. S., (Ed.), Encyclopedia of Geomorphology, Routledge, London.
- Harvey, A. M. (2018). Alluvial Fans, *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*. Elsevier.
- Harvey, A. M., Oldfield, F., Baron, A., Pearson, G. (1981). Dating of post-glacial landforms in the central Howgills. *Earth Surface Processes and Landforms*, 6 (5), 401-412. doi: 10.1002/ESP.3290060502
- Harvey, A. M., Silva, P. G., Mather, A. E., Goy, J. L., Stokes, M., Zazo, C. (1999). The impact of Quaternary sea-level and climatic change on coastal alluvial fans in the Cabo de Gata ranges, southeast Spain. *Geomorphology*, 28 (1-2), 1-22. doi: 10.1016/S0169-555X(98)00100-7
- Harvey, A. M., Wigand, P. E., Wells, S. G. (1999). Response of alluvial fan systems to the late Pleistocene to Holocene climatic transition: Contrasts between the margins of pluvial Lakes Lahontan and Mojave, Nevada and California, USA. *Catena*, 36 (4), 255-281. doi: 10.1016/S0341-8162(99)00049-1
- Helvacı, C., Alçiçek, M.C., Gündoğan, İ., Gemici, Ü. (2013). Tectonosedimentary development and palaeoenvironmental changes in the Acıgöl shallow-perennial playa-lake basin, SW Anatolia, Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 22 (2), 173-190. ISSN: 1300-0985
- Hooke, R. L. (1967). Processes on arid-region alluvial fans. *The Journal of Geology*, 75 (4), 438-460. <https://www.jstor.org/stable/30085004> adresinden edinilmiştir.
- Ivy-Ochs, S., Dühnforth, M., Densmore, A.L., Alfimov, V. (2013). Dating Fan Deposits With Cosmogenic Nuclides. Michael Schneuwly-Bollschweiler, Markus Stoffel, Florian Rudolf-Miklau (Eds.), *Dating Torrential Processes on Fans and Cones: Methods and Their Application for Hazard and Risk Assessment*, (243-263). doi: 10.1007/978-94-007-4336-6\_16
- Kazancı, N. (1990). *Fan-delta* Sequences in The Pleistocene and Holocene Burdur Basin, Turkey: The Role of Basin-Margin Configuration in Sediment Entrapment And Differential Facies Development. Colella, A., Prior, B. D. (Ed). *Coarse-Grained Deltas*: (183-198).
- Kazancı, N., Boyraz, S., Özkul, M., Alçiçek, M.C., Kadioğlu, Y. (2012). Late Holocene terrestrial tephra record at western Anatolia, Turkey: Possible evidence of an explosive eruption outside Santorini in the eastern Mediterranean. *Global and Planetary Change*, 80, 36-50. doi: 10.1016/j.gloplacha.2011.09.007
- Kazancı, N., Özkul, M., Alçiçek, M., Karadenizli, L. (2006). Acıgöl Grabeni'ndeki Geç Kuvaterner yaşlı "havza kenarı"

- torullarının fasiyesi özellikleri ve göl seviyesi değişimi açısından yorumlanması. Dirik, K., Özsayın, E., Kutluay, A. (Ed.), Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri Kitabı içinde (s.20-24).
- Lal, D. (1991). Cosmic ray labeling of erosion surfaces: in situ nuclide production rates and erosion models. *Earth and Planetary Science Letters*, 104 (2-4), 424-439. doi: 10.1016/0012-821X(91)90220-C
- Lattman, L. H. (1973). Calcium carbonate cementation of alluvial fans in southern Nevada. *Geological Society of America Bulletin*, 84 (9), 3013-3028.
- Leeder, M., Mack, G. (2001). Lateral erosion ('toe-cutting') of alluvial fans by axial rivers: Implications for basin analysis and architecture. *Journal of the Geological Society*, 158 (6), 885-893. doi: 10.1144/0016-760000-198
- Lian, O. B., Roberts, R. G. (2006). Dating the Quaternary: progress in luminescence dating of sediments. *Quaternary Science Reviews*, 25 (19-20), 2449-2468. doi: 10.1016/j.quascirev.2005.11.013
- Machette, M. N. (1985). *Calcic soils of the southwestern United States*. Weide, D. L. (Ed). Soils and Quaternary Geology of the Southwestern United States, Geological Society of America.
- Mahan, S. A., Miller, D. M., Menges, C. M., Yount, J. C. (2007). Late Quaternary stratigraphy and luminescence geochronology of the northeastern Mojave Desert. *Quaternary International*, 166 (1), 61-78. doi: 10.1016/j.quaint.2006.12.010
- Matmon, A., Schwartz, D., Finkel, R., Clemmens, S., Hanks, T. (2005). Dating offset fans along the Mojave section of the San Andreas fault using cosmogenic <sup>26</sup>Al and <sup>10</sup>Be. *Geological Society of America Bulletin*, 117 (5-6), 795-807. doi: 10.1130/B25590.1
- McCalpin, J. (1981). *Quaternary geology and neotectonics of the west flank of the northern Sangre de Cristo Mountains, south-central Colorado*. Colorado School of Mines, Basılmamış Doktora Tezi, Colorado.
- McCalpin, J. P. (2009). *Paleoseismology in extensional tectonic environments*. In James P. McCalpin (Ed.) *International geophysics*, 95: (171-269).
- Mériaux, A.S., Tapponnier, P., Ryerson, F., Xiwei, X., King, G., Van der Woerd, J., Finkel, R., Haibing, L., Caffee, M., Zhiqin, X. (2005). The Aksay segment of the northern Altyn Tagh fault: Tectonic geomorphology, landscape evolution, and Holocene slip rate. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 110 (B4). doi: 10.1029/2004JB003210
- Murray, A.S., Olley, J. M. (2002). Precision and accuracy in the optically stimulated luminescence dating of sedimentary quartz: a status review. *Geochronometria*, 21 (1), 1-16. <http://hdl.handle.net/102.100.100/197142?index=1> adresinden edinilmiştir.
- Nilsen, T. H. (1982). *Alluvial fan deposits*. Scholle, P., Spearing, D (Ed.) Sandstone Depositional Environments: AAPG Memoir 31, 49-86.
- Nissen, E., Walker, R.T., Bayasgalan, A., Carter, A., Fattahi, M., Molor, E., Schnabel, C., West, A.J., Xu, S. (2009). The late Quaternary slip-rate of the Har-Us-Nuur fault (Mongolian Altai) from cosmogenic <sup>10</sup>Be and luminescence dating. *Earth and Planetary Science Letters*, 286 (3-4), 467-478. <https://web.uvic.ca/~enissen/papers/nissen-et-al-2009-EPSL.pdf> adresinden edinilmiştir.
- Nott, J., Thomas, M., Price, D. (2001). Alluvial fans, landslides and Late Quaternary climatic change in the wet tropics of northeast Queensland. *Australian Journal of Earth Sciences*, 48 (6), 875-882. doi: 10.1046/j.1440-0952.2001.00906.x
- Owen, L. A., Cunningham, D., Richards, B. W., Rhodes, E., Windley, B. F., Dorjnamjaa, D., Badamgarav, J. (1999). Timing of formation of forebergs in the northeastern Gobi Altai, Mongolia: implications for estimating mountain uplift rates and earthquake recurrence intervals. *Journal of the Geological Society*, 156 (3), 457-464. doi: 10.1144/gsjgs.156.3.0457
- Özpolat, E., Yıldırım, C., Görüm, T., Gosse, J. C., Şahiner, E., Sarıkaya, M. A., Owen, L. A. (2022). Three-dimensional control of alluvial fans by rock uplift in an extensional regime: Aydın Range, Aegean extensional province. *Scientific Reports*, 12 (1), 15306. doi: 10.1038/s41598-022-19795-0
- Robinson, R., Spencer, J., Strecker, M., Richter, A., Alonso, R. N. (2005). Luminescence dating of alluvial fans in intramontane basins of NW Argentina. Harvey, A.M., Mather, A.E., Stokes, M. (Ed.) *alluvial fans: geomorphology, sedimentology, dynamics*. Geological Society, London: Special Publications, 251 (1), 153-168.
- Sancho, C., Peña, J. L., Rivelli, F., Rhodes, E., Muñoz, A. (2008). Geomorphological evolution of the Tilcara alluvial fan (Jujuy Province, NW Argentina): Tectonic implications and palaeoenvironmental considerations. *Journal of South American Earth Sciences*, 26 (1), 68-77. doi: 10.1016/j.jsames.2008.03.005
- Sarıkaya, M. A., Yıldırım, C., Çiner, A. (2015). No surface breaking on the Ecemiş Fault, central Turkey, since Late Pleistocene (~64.5ka); new geomorphic and geochronologic data from cosmogenic dating of offset alluvial fans. *Tectonophysics*,



- (649), 33-46. doi: 10.1016/j.tecto.2015.02.022
- Seyitoğlu, G., Işık, V., Cemen, I. (2004). Complete Tertiary exhumation history of the Menderes massif, western Turkey: an alternative working hypothesis. *Terra Nova*, 16 (6), 358-364. doi: 10.1111/j.1365-3121.2004.00574.x
- Seyitoğlu, G., Esat, K., Kaypak, B. (2017). The neotectonics of southeast Turkey, northern Syria, and Iraq: the internal structure of the Southeast Anatolian Wedge and its relationship with recent earthquakes. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 26 (2), 105-126. doi: 10.3906/yer-1605-21
- Seyitoğlu, G., Tunçel, E., Kaypak, B., Korhan, E., Gökkaya, E. (2022). The Anatolian Diagonal: a broad left-lateral shear zone between the North Anatolian Fault Zone and the Aegean/Cyprus arcs. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 65 (2), 93-116. doi: 10.25288/tjb.1015537
- Silva, P. G., Harvey, A. M., Zazo, C., Goy, J. L. (1992). Geomorphology, depositional style and morphometric relationships of Quaternary alluvial fans in the Guadalentin depression (Murcia, southeast Spain). *Zeitschrift für Geomorphologie*, 36 (3), 325-341. doi: 10.1127/zfg/36/1992/325
- Singh, A.K., Parkash, B., Mohindra, R., Thomas, J., Singhvi, A. (2001). Quaternary alluvial fan sedimentation in the Dehradun valley piggyback basin, NW Himalaya: tectonic and palaeoclimatic implications. *Basin Research*, 13 (4), 449-471. doi: 10.1046/j.0950-091x.2001.00160.x
- Sohn, M., Mahan, S., Knott, J., Bowman, D., (2007). Luminescence ages for alluvial-fan deposits in Southern Death Valley: Implications for climate-driven sedimentation along a tectonically active mountain front. *Quaternary International*, 166 (1), 49-60. doi: 10.1016/j.quaint.2007.01.002
- Surell, A. (1841). *Etude Sur Les Torrents Des Hautes Alpes*, (First Edition), Paris.
- Şenel, M., (1997). *Geological maps of Turkey in 1:100.000 scale, Denizli-J 9 sheet, No:16*. Mineral Research and Exploration Directorate of Turkey, Ankara.
- Viseras, C., Calvache, M. L., Soria, J. M., Fernández, J. (2003). Differential features of alluvial fans controlled by tectonic or eustatic accommodation space. Examples from the Betic Cordillera, Spain. *Geomorphology*, 50 (1-3), 181-202. doi: 10.1016/S0169-555X(02)00214-3
- Wallace, R. E. (1978). Geometry and rates of change of fault-generated range fronts, north-central Nevada. *J. Res. US Geol. Surv*, 6 (5), 637-650. <https://pubs.usgs.gov/publication/70156385> adresinden edinilmiştir.
- Wells, S. G., Harvey, A. M. (1987). Sedimentologic and geomorphic variations in storm-generated alluvial fans, Howgill Fells, northwest England. *Geological Society of America Bulletin*, 98 (2), 182-198. doi: 10.1130/0016-7606(1987)98<182:SAGVIS>2.0.CO;2
- Yıldırım, C., Sarıkaya, M. A., Çiner, A. (2016). Late Pleistocene intraplate extension of the Central Anatolian Plateau, Turkey: Inferences from cosmogenic exposure dating of alluvial fan, landslide, and moraine surfaces along the Ecemiş Fault Zone. *Tectonics*, 35 (6), 1446-1464. doi: 10.1002/2015TC004038



# Yer Sistem Modellerinin Son Buzul Maksimumu İklim Ardgörülerinin Holdridge Biyomları ve Paleobuzul Alanları ile Değerlendirilmesi

*Evaluation of Earth System Models' Last Glacial Maximum climate hindcasts with Holdridge Biomes and paleoglacier areas*

Erkan Yılmaz<sup>\*a</sup>, Serdar Yeşilyurt<sup>b</sup>

## Makale Bilgisi

Araştırma Makalesi

DOI:

10.33688/aucbd.1290590

Makale Geçmişi:

Geliş: 01.05.2023

Kabul:14.06.2023

Anahtar Kelimeler:

Türkiye

İklim modeli doğruluğu

Son Buzul Dönemi

## Öz

Geçmiş dönem iklim koşullarını anlamak için kullanılan yöntemlerden biri olan iklim modeli verileri ile yapılan çalışmalar artmakta, bu çalışmaların hangisinin gerçeği daha iyi yansıttığı konusundaki denkleştirme, sağlama yapma çalışmaları ise daha sınırlı kalmaktadır. Bu çalışmada, 7 farklı iklim modeli ardgörülerinin, çözünürlüğü artırılmış veri setlerinden, Holdridge biyomlarında bulunan buzul alanları üretilmiş, bu alanlar ile Türkiye'deki paleobuzul alanları karşılaştırılmıştır. Çalışmada, 1 km çözünürlüklü veri setleri kullanılmış, elde edilen buzul ve soğuk çöl alanları ile farklı kaynaklar kullanılarak üretilen, Türkiye'nin Son Buzul Maksimumu buzul alanları arasındaki benzerlik ve farklılıklar değerlendirilmiştir. Değerlendirme için, Türkiye paleobuzul alanları bölgelere ayrılmış, bu sayede hangi iklim modelinin hangi bölgede daha az hatalı sonuçlar verdiği ortaya koyulmuştur. Sonuç olarak, Türkiye'de MPI-ESM-P ve CCSM4 modellerinin daha geniş alanlar için tutarlı sonuçlar verirken, FGOALS2, IPSL-CM5A-LR, MRI-CGCM3 modellerinin bölgesel bazda anlamlı sonuçlar verdiği görülmüştür. MICRO-ESM ve CNRM-CM5 modellerinin ise Türkiye'deki SBM iklim koşullarını yansıtabilmesi için iyileştirmeler yapılması gerektiği ortaya çıkmıştır.

## Article Info

Research Article

DOI:

10.33688/aucbd.1290590

Article History:

Received: 01.05.2023

Accepted: 14.06.2023

Keywords:

Türkiye

Climate model accuracy

Last Glacial Period

## Abstract

Studies with climate model data, which is one of the methods used to understand the climatic conditions of the past, are increasing, while the studies of balancing and validating which of these studies better demonstrate the reality remain more limited. In this study, glacier areas in the Holdridge biomes were produced from the datasets of 7 different climate model escapades with enhanced resolution, and these areas were compared with the paleo glacier areas in Turkey. In the study, 1 km resolution data sets were used, and the similarities and differences between the glacier and cold desert areas obtained and Turkey's Last Glacial Maximum glacier areas produced using different sources were evaluated. For the evaluation, Turkey's paleo glacier areas were divided into regions, thus it was revealed which climate model gave less inaccurate results in which region. As a result, it was seen that the MPI-ESM-P and CCSM4 models gave consistent results for larger areas in Turkey, while the FGOALS2, IPSL-CM5A-LR, MRI-CGCM3 models gave significant results on a regional basis. On the other hand, it has been revealed that MICRO-ESM and CNRM-CM5 models need to be improved in order to represent the LGM climate conditions in Turkey.

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: eryilmaz@ankara.edu.tr

<sup>a</sup> Ankara Üniversitesi, Ankara/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0002-3821-3648>

<sup>b</sup> Ankara Üniversitesi, Ankara/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0002-2896-9644>

## 1. Giriş

Günümüzden 23-19 binyıl önce yaşanan Son Buzul Maksimumu (SBM), küresel ölçekte deniz suyu sıcaklıklarının 6,1 °C düşük olduğu (Tierney vd., 2020), buzulların ilerlediği (Gowan vd., 2021), permafrost alanların genişlediği (Braconnot vd., 2012), hidrolojik süreçlerin farklılık gösterdiği (Fritz vd., 2004; Goldsmith vd., 2017), göllerin seviyelerinde değişimlerin yaşandığı (Li ve Morrill, 2013; Prentice vd., 1992), farklı jeolojik, jeomorfolojik, ve pedolojik süreçlerin hakim olduğu bir dönemdir. Bu dönem koşulları genelde oksijen izotop, fosil polen, fosil diyatom, element ve damlataş analizi gibi geçmiş ortamı dolaylı ortaya koyan yöntemlerle incelenebildiği gibi, yer sistem modellerinin (YSM-Earth System Models) ardgörüler<sup>1</sup> ile de araştırılabilmektedir. Bu modeller temelde, hava tahmin modellerinden yola çıkılarak oluşturulan, geçmiş dönemlerdeki çevresel süreçleri tanımlamaya çalışan, hava tahminlerinden farklı olarak, okyanus, buzküre, arazi örtüsü değişimleri ile yer yörünge ve eksenindeki değişimleri de hesaba katan sistemlerdir.

Bir yer sistem modeli, küresel atmosfer modelini, küresel karasal örtü modelini, küresel okyanus ve küresel deniz buzu modellerini içermekte (Flato vd., 2013), birindeki değişimin diğerlerini de etkileyeceği şekilde koordine edilmektedir. Modellerin geleceğe dönük olanlarında ayrıca, farklı sera gazı salınımı miktarlarına bağlı olarak senaryolar üretilmektedir. Modellerin kullandıkları okyanus ve atmosfer katları, tabakalı olarak sisteme girilmekte, teknolojik gelişme ve bilgi birikimi artışına bağlı olarak tabaka sayısı sürekli artırılmaktadır.

YSM değerlendirmeleri, genel olarak, aletli dönem verilerinin modelde doğru bir şekilde elde edilip edilememesine bağlı olarak yapılmakta, daha eski ardgörüler ise, tarihi, paleoiklimsel verilerle yapılmakta, SBM'yi modelleyen YSM değerlendirmeleri ise sadece paleoiklimsel verilerle mümkün olabilmektedir (Braconnot vd., 2012; Ju vd., 2007; Kohn ve McKay, 2012; Li ve Battisti, 2008).

YSM ardgörülerini birçok çalışmada kullanılmakta, dönemlere ait biyom ve tür dağılışı tahminleri yapılabilmektedir (Dury vd., 2017; Fathinia vd., 2020; Lionello ve D'Agostino, 2019). Yine bu modellerle SBM'deki iklim dinamikleri çalışılabilmekte (Hopcroft ve Valdes, 2015; Oster vd., 2015), örtü buzulu modellemeleri yapılabilmektedir (Alder ve Hostetler, 2019). YSM'nin SBM iklim ardgörülerini, Türkiye'de özellikle bitki tür dağılışı analizlerinde (Arslan ve Örcü, 2019; Çoban vd., 2020; Dagtekin vd., 2020; Koç vd., 2021; Koç vd., 2022; Koç vd., 2018; Sarıkaya vd., 2018; Ülker vd., 2018), hayvan türü potansiyel dağılışlarında (Gül vd., 2015; Gür, 2013, 2017; Tarikahya-Hacıoğlu vd., 2014; Vaissi, 2021), yağışların erozif güçleri ile ilgili değişim çalışmalarında (Kilic ve Gunal, 2021) kullanılmış, Türkiye'nin SBM'deki Holdridge ekolojik bölgeleri (HEB) de belirlenmiştir (Yılmaz, 2021a). Sayılan çalışmalarda, genel olarak literatürde kabul gören, daha sık kullanılan modeller seçilmiş (genellikle CCSM modelleri), model doğrulukları ise mümkün olduğunca paleoekoloji sonuçları ile denkleştirilmeye çalışılmıştır.

Yüksek çözünürlüklü veriler, yerel iklim farklılıklarını ortaya koyabilmekte ve daha isabetli sonuçlar verebilmektedir (Palmer, 2014). Bununla beraber, modellerdeki çözünürlük artırılması, büyük veri üretimi sağlarken, hız azalmakta, üretilen verinin depo edilmesi ve analizi zorlaşmakta, bu amaçla yeni işlemciler geliştirilmektedir (Schär vd., 2020). Üretilen model sonuçlarının ölçek küçültme yöntemi (Ekström vd., 2015; Schmidli vd., 2006; Tatli vd., 2004) ya da istatistiksel

modellerle de (Fick ve Hijmans, 2017; Karger vd., 2017) çözünürlüğü artırılabilen, istatistiksel yöntemler, ölçek küçültme yöntemine göre daha yüksek veri çözünürlüğü sunabilmektedir (1 km).

Bu çalışmada, SBM için küresel ölçekte, farklı çözünürlükte üretilen 7 farklı YSM modeli, iklimsel ardgörülerinin, Karger vd. (2020) tarafından çözünürlüğü artırılan verisi kullanılarak Türkiye'ye ait ayrıntılı HEB sınıfları üretilmiştir. HEB sınıflarından elde edilen soğuk çöl ve buzul sahaları ile, manuel olarak çizimi yapılan paleobuzul sahaları karşılaştırılmış, bu iki verinin birbiri ile uyumu ölçüt alınarak, Türkiye'deki buzul alanları için en tutarlı YSM modeli iklim ardgörülerini değerlendirmeleri yapılmıştır. Bu yöntem küresel ölçekte farklı sahalarda da kullanılabilir özelliktedir. Seçilen modellerin, sadece Türkiye'yi değil, Kafkasya, İran Platosu, Akdeniz ve Ortadoğu için de en tutarlı YSM modellerini göstermesi açısından önemlidir.

## **2. Veri ve Yöntem**

### **2.1. Veri**

Çalışmada, 7 farklı YSM modelinin (

Çizelge 1) Karger vd. (2017) tarafından çözünürlüğü artırılan ardgörülerini kullanılmıştır. Karger vd. (2017) tarafından yapılan modellemelerde, coğrafi (kareli) projeksiyon kullanılmış, veriler standart olarak 30 saniye çözünürlükte üretilmiştir. Bu değer, bir piksel için Türkiye'nin en güneyinde 0,75 (36° enleminde) en kuzeyinde (42° enleminde) ise 0,71 km çözünürlük sunmaktadır. Çalışmada standart bir veri kalitesi ile çalışmak için, veriler önce çift standart paralelli Albers projeksiyonuna çevrilmiş, çözünürlük Türkiye'nin her yeri için 1 km olarak ayarlanmıştır.

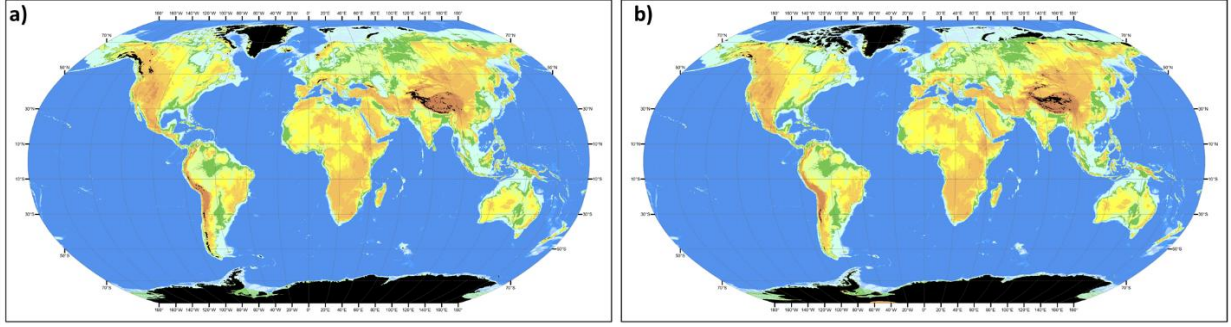
Yüksek çözünürlüklü klimatolojik veri üretimi daha önce istasyon verilerine bağlı olarak çoklu regresyon analizi ve spline (eğri) kestirimi ile yapılmış (Fick ve Hijmans, 2017; Hijmans vd., 2005), Karger vd. (2017) tarafından oluşturulan çözünürlük artırma modelinde, karelenmiş veriler (grid data) ve hakim rüzgar yönleri de hesaba katılmış, yeni bir yöntem kullanılmıştır.

**Çizelge 1.** Çalışmada kullanılan SBM iklim modelleri hakkında bilgiler

Model	Açıklama	Yayın
CCSM4	ABD-The Community Climate System Model-Topluluk İklim Sistemi Modeli	(Gent vd., 2011)
CNRM-CM5	Fransa-CentreNational de Recherches Me'orologiques, Coupled Model-Ulusal Meteoroloji Araştırma Merkezi-Birleşik Model	(Voldoire vd., 2013)
FGOALS2	Çin-Flexible Global Ocean-Atmosphere-Land System-Esnek Küresel Okyanus-Atmosfer-Kara Sistemi	(Zheng ve Yu, 2013)
IPSL-CM5A	Fransa-TheInstitut Pierre Simon Laplace-Coupled Model Intercomparison Project- Pierre SimonLaplace Enstitüsü, Birleşik Model Karşılaştırma Projesi	(Dufresne vd., 2013)
MICRO-ESM	Japonya-Model for Interdisciplinary Research on Climate , Earth System Model-İklim Üzerine Disiplinlerarası Araştırmalar için Model, Yer Sistemi Modeli	(Watanabe vd., 2011)
MPI-ESM-P	Almanya-Max- Planck- Institute Earth System Model- Max Planck Enstitüsü Yer Sistem Modeli	(Giorgetta vd., 2013)
MRI-CGCM3	Japonya-Meteorological Research Institute Coupled Global Climate Model Version Three-Meteoroloji Araştırma Enstitüsü, Birleşik Küresel İklim Modeli	(Yukimoto vd., 2012)

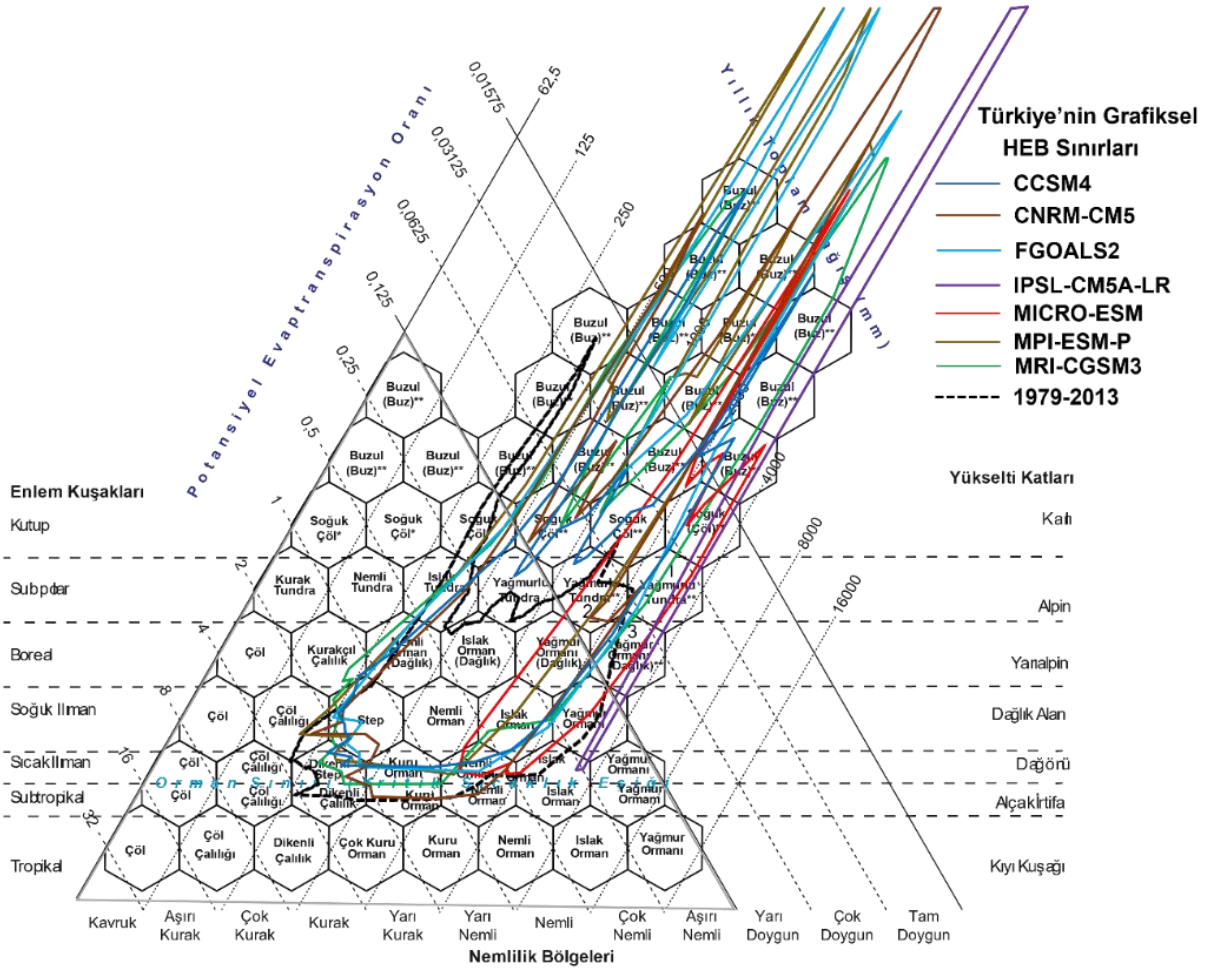
## 2.2. SBM Buzul Tespit Yöntemi

Geçmiş dönem buzul modellemesi birkaç yolla yapılabilmekte, bunların bir kısmında iklim şartlarının değiştirilmesi ile oluşabilecek buzul sahasını ortaya çıkarmak amaçlamaktadır (Winkelmann vd., 2011). Bu model Dedegöl Dağı'nda kullanılmış (Candaş vd., 2020), farklı iklimsel değişkenlere göre oluşabilecek buzul alanı belirlenebilmiştir. Bu tür fiziksel modellerin yanında, paleobuzul sınırına göre buzul kütlelerini oluşturan (Pellitero vd., 2016) ya da kalıcı kar sınırını belirlemeye yönelik modeller de bulunmaktadır (Pellitero vd., 2015). Bu çalışmada hem güncel hem de SBM'deki buzul sahalarının iklimsel ölçütlerle belirlenebilmesi amacıyla, Holdridge ekolojik bölgeleri (HEB) kullanılmıştır. HEB, 1947 yılında geliştirilen, aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış verileri ile belirlenen, pratik bir sınıflandırmadır (Holdridge, 1947). Sınıflandırma, yükselti-enlem ve nemlilik bölgeleri oluşturmasının yanında biyom tanımlaması bulunmakta, bu tanım içerisinde buzul sahalarını karakterize eden soğuk çöl ve buzul alanları yer almaktadır. Sınıflandırma, Leemans (1990) tarafından küresel ölçekte, Yılmaz (2021a) tarafından ise Türkiye için oluşturulmuştur. Bu çalışma öncesinde, Natural Earth sitesinde (NE, 2021) oluşturulan güncel buzul alanları ile yine Karger (2017) tarafından üretilen yağış ve sıcaklık verine göre (10 dakikalık) oluşturulan HEB sınırlarından elde edilen buzul alanları karşılaştırılmış (Şekil 1), tam örtüşme sağlanmasa da iki verinin büyük ölçüde uyum sağladığı görülmüştür.



**Şekil 1.** a)NE (2021) verisine göre dünyadaki buzul alanları, b)Holdridge biyomlarına göre soğuk çöl+buzul alanları. Her iki haritada da siyah alanlar buzulları göstermektedir.

HEB sınıflandırması, hem yükselti katları ya da enlem kuşakları, hem nemlilik bölgeleri hem de biyomları göstermeyi amaçlayan bir iklimsel sınıflandırma yöntemidir (Holdridge, 1947; Holdridge ve Joseph, 1967). Aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık verileri kullanılarak oluşturulan buharlaşma ve potansiyel evapotranspirasyon değerlerine göre sınıflandırma yapılmakta, sınırlar grafiksel olarak belirlenmektedir. Daha evvel Türkiye için güncel HEB sınıflandırmaları ve yöntemi sunulmuştur (Tatlı, 2017; Tekin vd., 2018; Yılmaz, 2021b).



**Şekil 2.** HEB grafiği ve Türkiye'nin farklı modellere göre grafiksel HEB sınırları

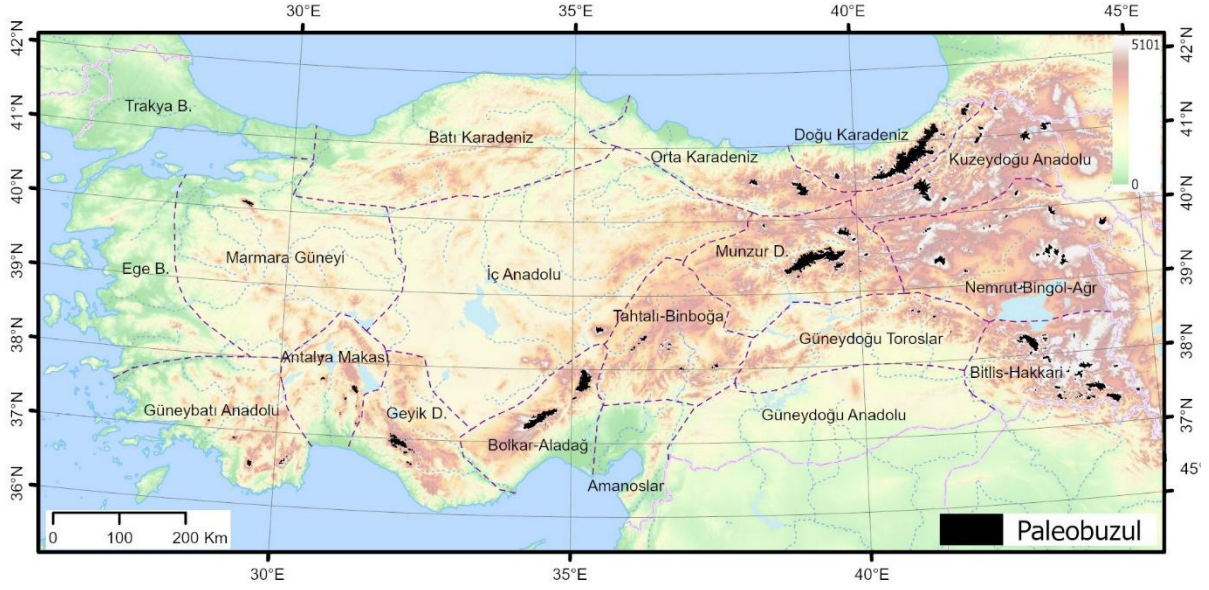
Türkiye için 7 farklı SBM iklim ardgörüsü ile üretilen HEB sınırları incelendiğinde, sınırların potansiyel evapotranspirasyonun azaldığı bölgeye doğru kaydığı görülmektedir (Şekil 2). Yine IPSL-CM5a-LR ve MICRO-ESM modellerinin SBM için çok homojen, farklılıkları göstermeyen bir grafiksel sınır sunduğu ortaya çıkmıştır. Modellere ait vektörel verilere <http://geography.humanity.ankara.edu.tr/turkiye-iklim-arastirmalari/> adresinden ulaşmak mümkündür.

### 2.3. Türkiye Paleobuzul Alanları ve Buzul Bölgeleri

Dağ buzulları iklim değişikliklerine doğrudan tepki verdikleri için paleobuzulların jeomorfolojik kanıtları ve sınırları geçmiş iklimler hakkında önemli bilgiler sağlayan kayıtlardır (Oerlemans, 1998; Pederson vd., 2004). Bu sınırlar arazi çalışmaları sırasında yapılan sedimantolojik ve jeomorfolojik değerlendirmeler ile uzaktan algılama çalışmaları yardımıyla belirlenir (Boston, 2012; Thorp, 1981). Bu çalışmada buzullaşmanın olduğu dağlarla ilgili eski çalışmalar başta olmak üzere (Akçar vd., 2017; Bilgin, 1972; Doğu vd., 1993; Erinç, 1945; Louis, 1944; Messerli, 1967; Sarıkaya vd., 2017; Tonbul, 1997) eski ve güncel tarihli ortofotolar, uydu görüntüleri, topoğrafya haritaları ve sayısal arazi modelleri altlık olarak kullanılarak buzulların yayılış alanları belirlenmiştir. Özellikle paleobuzul alanlarının belirlenmesinde bu sahaların erime/ablasyon bölgelerindeki buzul sedimanlarının yayılışı dikkate alınmış, buzul birikme alanına karşılık gelen yüksek bölümlerde ise buzul aşındırma izleri temel alınmıştır. Doğu Karadeniz Dağları, Batı ve Orta Toroslar, Uludağ, Doğu Anadolu'daki birçok sıradağ ile volkanlar başta olmak üzere Türkiye'deki çoğu buzullaşma alanında arazi çalışmaları yapılmış ve buzulların yayılış alanları arazide doğrulanmıştır.

Bugüne kadar Türkiye'deki paleobuzullara ait sedimanlar üzerinde yapılan tarihlendirme çalışmaları çoğunlukla vadiler ölçeğinde gerçekleştirilmiştir. Doğu Karadeniz Dağları, Toroslar ve Munzur Dağları gibi çok sayıda buzul vadisinin bulunduğu geniş buzullaşma sahalarında yapılan tarihlendirme çalışmaları, tüm vadilerden örnek alınarak yapılamadığından, bütün sıradağı karakterize etmekten genellikle uzaktır. Yapılan çalışmaların çoğunda maksimum buzul yayılışının SBM'ye tarihlendiği bilinse de bazı vadilerde SBM'den önceye tarihlendiği görülmektedir (Reber vd., 2014, 2022; Sarıkaya vd., 2014; Yeşilyurt, 2017) yüzlerce buzul vadisinin bulunduğu Türkiye'deki dağlarda SBM yayılışı ile SBM öncesi yayılışın sınırları bütün buzullaşma alanlarını karakterize etmekten uzaktır. Bu nedenle bu çalışmada SBM için yapılan modellemede kullanılan buzul yayılışı dağlardaki maksimum yayılışa göre hazırlanmış olup mevcut kronolojilerden bağımsız olarak ele alınmıştır.

Türkiye'de belirlenen paleobuzul sahalarının toplam alanı, bu çalışmada yapılan güncellemelerle 4200 km<sup>2</sup> olarak hesap edilmiştir. Bu sonuç, daha evvel Yeşilyurt (2017) tarafından belirlenen 3800 km<sup>2</sup> ve Yılmaz (2021a) tarafından CCSM4 YSM ardgörülerini ile oluşturulan HEB biyomlarına göre hesap edilen 3700 km<sup>2</sup> alandan daha geniştir. Bu farklılıkların oluşmasında, yöntem, kullanılan kaynak ve yeni paleobuzul alanlarının tespiti etkili olmuştur.

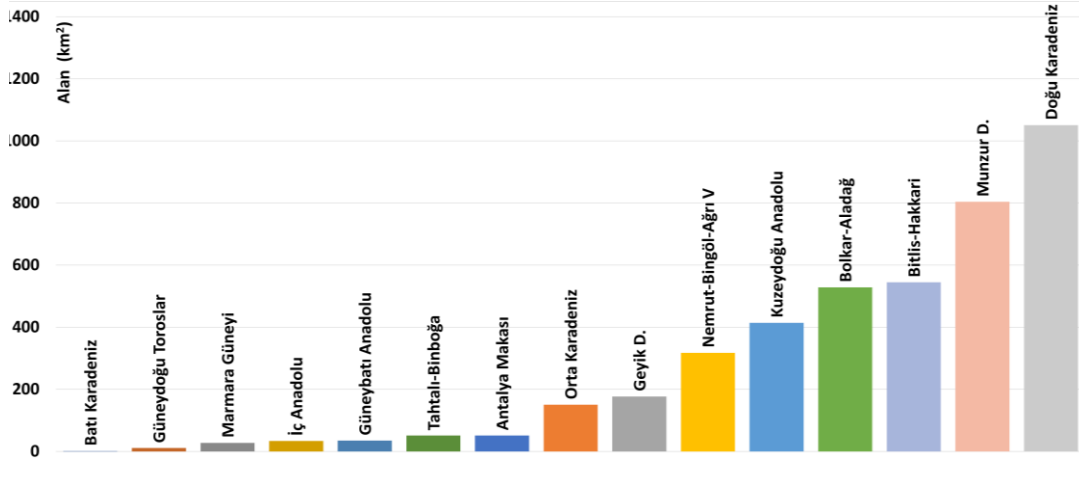


Şekil 3. Türkiye'de paleobuzul alanları ve çalışmada kullanılan buzul bölgeleri

Çalışmada kullanılan paleobuzul alanları, tek tek değerlendirildiğinde birleşmeler olabileceği düşüncesi ile gruplara ayrılmış, bu gruplama işlemi esnasında bölgeler oluşturulmuştur. Bu buzul bölgeleri oluşturulurken, iklimsel değişkenler ön planda tutulmuş hem bakı hem iklim değişikliğinden benzer şekilde etkilenebilecek sahalar seçilmeye çalışılmıştır. Nihayetinde Türkiye, 19 buzul bölgesine ayrılmış (Şekil 3), bunların üçünde (Trakya, Ege ve Güneydoğu Anadolu) paleobuzul sahası olmadığı görülmüştür.

Türkiye'deki paleobuzul alanları, oluşturulan bölgelere homojen dağılmamakta, yağış, sıcaklık, bulutluluk, enlem, bakı ve yükselti etkisi ile en geniş alana Doğu Karadeniz dağlık alanında (% 25; 1050,7 km<sup>2</sup>) ulaşmaktadır (Şekil 4). Doğu Karadeniz Dağlarından sonra tüm Türkiye'deki paleobuzul alanlarını en genişten daraya doğru Munzur Dağları (% 19,1; 803,7 km<sup>2</sup>), Bitlis-Hakkari dağlık alanı (% 13; 544,6 km<sup>2</sup>) ve Bolkar-Aladağ sahası (% 12,6; 528,3 km<sup>2</sup>) olarak sıralanmaktadır. En dar paleobuzul alanı Batı Karadeniz'de, Ilgaz Dağlarında karşımıza çıkmaktadır (% 0,028; 1,2 km<sup>2</sup>).





Şekil 4. Türkiye’deki paleobuzul alanlarının, oluşturulan buzul bölgelerine dağılımı

#### 2.4. Karşılaştırma ve Değerlendirme

Çalışmada, oluşturulan bölgelere göre elde edilen paleobuzul alanları kaynak alınmış, SBM iklim ardgörürleri kullanılarak oluşturulan HEB biyomlarından, soğuk çöl ve buzul alanları toplanarak toplam buzul alanları belirlenmiş ve bu veriler karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma yapılırken, model verisine göre elde edilen buzul alanlarından paleobuzul alanları çıkarılmış, değer 0 ise bire bir uyduğu kabul edilmiş, farkın pozitif olması, model verisinin daha geniş paleobuzul alanı oluşturduğu, fark negatif ise daha dar buzul alanı yarattığı görülmüştür. Elde edilen fark değerinin, paleobuzul alanına bölünüp 100 ile çarpımı ile hata oranı hesaplanmıştır. Metin içinde yorum yapılırken,  $\pm\%$  30 hata gösteren modellerin saha için uygun, bundan daha düşük ve yüksek hata gösteren modellerin kullanılmasının sakıncalı alacağı şeklinde değerlendirilmiştir.

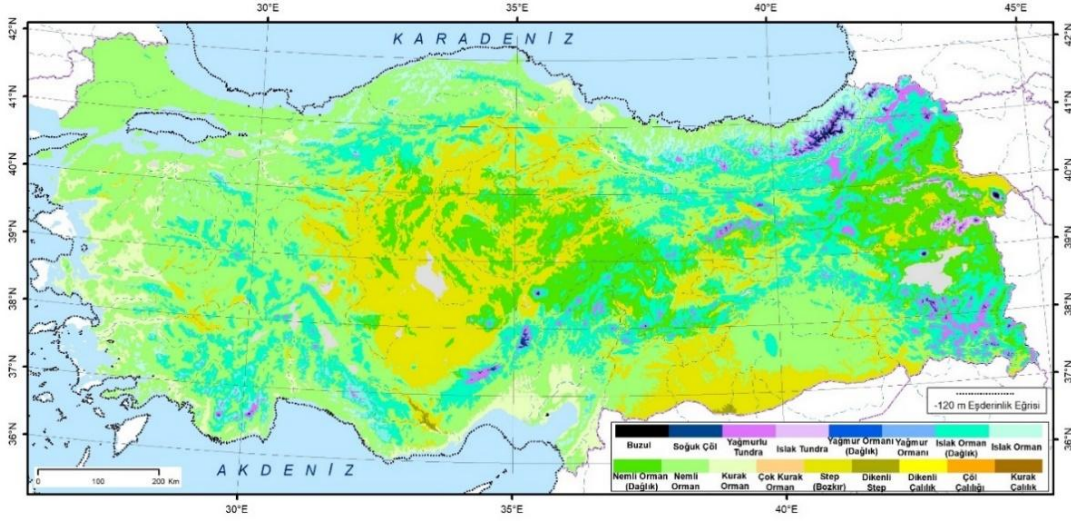
### 3. Türkiye’de SBM Paleobuzul Alanları ve Model Sonuçları ile Uyumu

Çalışmanın bu bölümünde, önce model verileri ile paleobuzul alanları arasındaki tutarlılıklar değerlendirilmiş ardından da modellerin sunduğu sıcaklık ve yağış değerlerinin değerlendirilmesi amacıyla, 1979-2013 arası dönemi kapsayan, ERA-Interim modeline ait verilerin yine Karger vd. (2017) tarafından çözünürlüğü artırılan versiyonu kullanılmış, SBM model sonuçları ile güncel durumu yansıtan veriler arasındaki farklar, sıcaklık için mutlak fark değerleri, yağış için farkın günümüz yağışına oranı şeklinde hesapları yapılarak değerlendirilmiştir.

#### 3.1. CCSM4 Modeli ve Buzul Sahaları

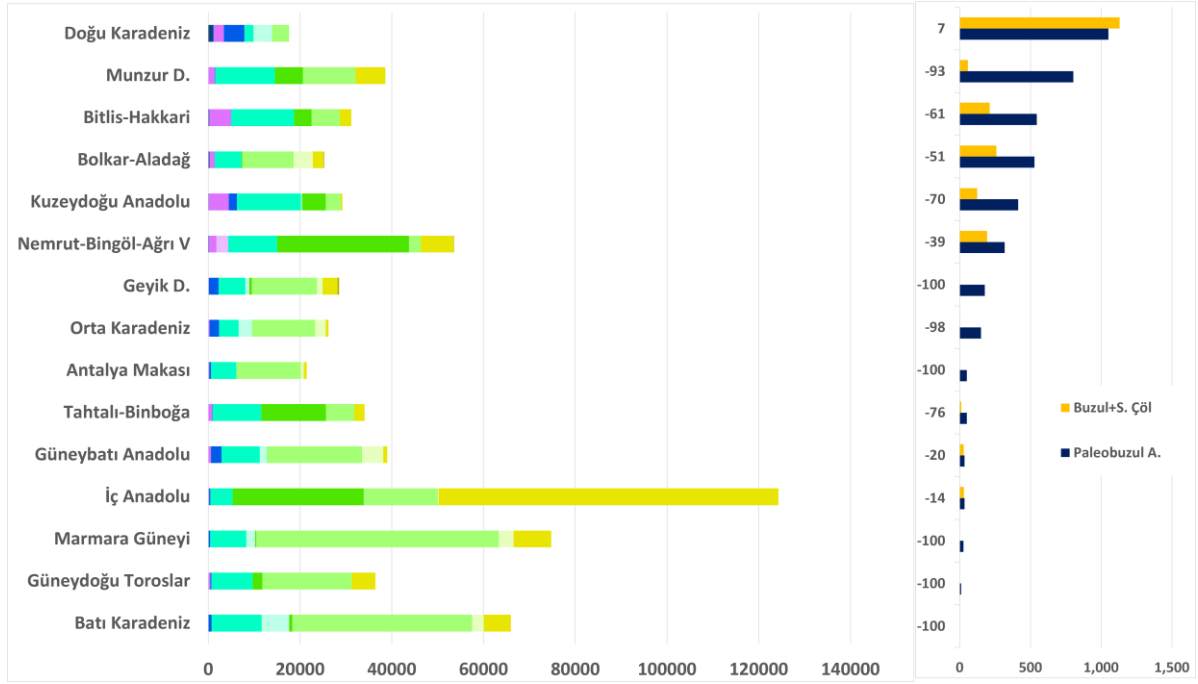
CCSM4 modeli okyanus, kara, atmosfer ve deniz buzu bileşenleri ile çalışmakta (Hoffman vd., 2006), NASA ekiplerince geliştirilen CCSM ailesinden gelmektedir. Model, önceki modellerden farklı olarak 1 derecelik çözünürlükte çalışmakta, Güneyli Salınımı daha iyi yansıtmakta, Büyük Okyanustaki deniz suyu sıcaklıklarını daha iyi göstermektedir (Gent vd., 2011). Model, endüstri öncesi dönemde CCSM3’e benzer şekilde okyanustaki ısı kaybı hatası verirken (Danabasoglu vd., 2012), modelin son 150 yıllık süreç için kullanılabilir olduğu değerlendirilmektedir (Lawrence vd., 2012). Modelin SBM simülasyonu, orta enlem jet rüzgarları ile yağışları günümüz değerlerine göre farklı vermektedir (Lofverstrom, 2020).

CCSM4 modeli verilerine göre oluşturulan HEB bölgeleri daha evvel Yılmaz (2021a) tarafından oluşturulmuş, buna göre Türkiye'nin büyük bir bölümünün stepler ile farklı nemlilik derecelerindeki ormanlardan oluştuğu görülmüştür (Şekil 5). Bu modelde, İç ve Doğu Anadolu bölgelerinin belli yerlerinde dağlık nemli orman görülmekte, ıslak ormanlara Karadeniz çevresinde rastlanmaktadır. Model verisine göre, Türkiye'nin yüksek kısımlarında, sıcaklığın düştüğü ve yağışın yüksek olduğu sahalarda buzul ve soğuk çöl oluşumları belirlenmiştir.



Şekil 5. CCSM4 model verilerine göre Türkiye'de HEB biyomları (Yılmaz 2021a).

Model verilerinden oluşturulan HEB biyomlarına göre Türkiye'de 10 buzul alanı bulunmaktadır (Şekil 6). Buna rağmen model, Geyik Dağları, Antalya Makası, Uludağ, Güneydoğu Toroslar ve Ilgaz Dağında buzul oluşumuna imkân tanımamaktadır (Şekil 5, Şekil 6). Buzul oluşumuna imkân tanınan alanlarda da, bu buzul sahalarının alanları, oluşturulan paleobuzul alanlarından genel olarak düşük çıkmış, sadece Doğu Karadeniz'de daha geniş buzul alanı belirlenmiştir.



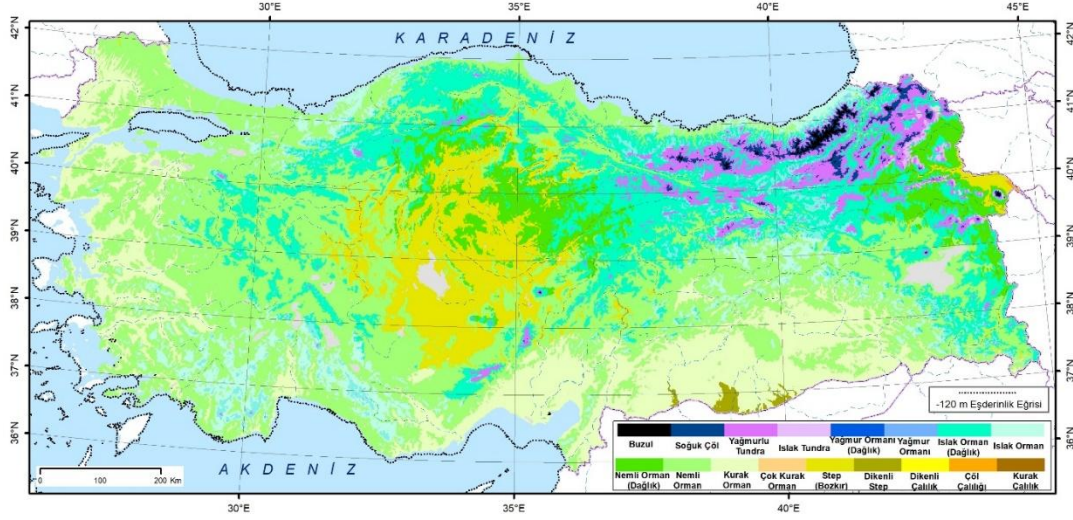
Şekil 6. CCSM4 modeline göre Türkiye’de SBM Holdridge biyom alanları ile paleobuzul alanı karşılaştırması (Sol grafikteki renkler, Şekil 5 ile aynıdır). Yatay eksenler, alanları (km<sup>2</sup>) göstermektedir.

CCSM4 modeli buzul ve soğuk çöl alanları ile paleobuzul alanları karşılaştırıldığında, bu sahaların oranı ancak % 48,8 olmuştur. Model, Doğu Karadeniz paleobuzullarını % 7 geniş gösterirken, Nemrut-Bingöl-Ağrı volkanik sahası paleobuzullarını % 39, Güneybatı Anadolu paleobuzul sahasını % 20, Erciyes paleobuzulunu ise % 14 dar oluşturmakta, Munzur, Bitlis-Hakkari, Ilgaz, Orta Karadeniz paleobuzul sahaslarında ise daha yüksek hata vermektedir. Bu verilere göre modelin, Doğu Karadeniz, Güneybatı Anadolu, İç Anadolu ve Doğu Anadolu’nun bir kısmı için isabetli ardgörüler oluşturduğu anlaşılmaktadır.

### 3.2. CNRM-CM5 Modeli ve Buzul Sahaları

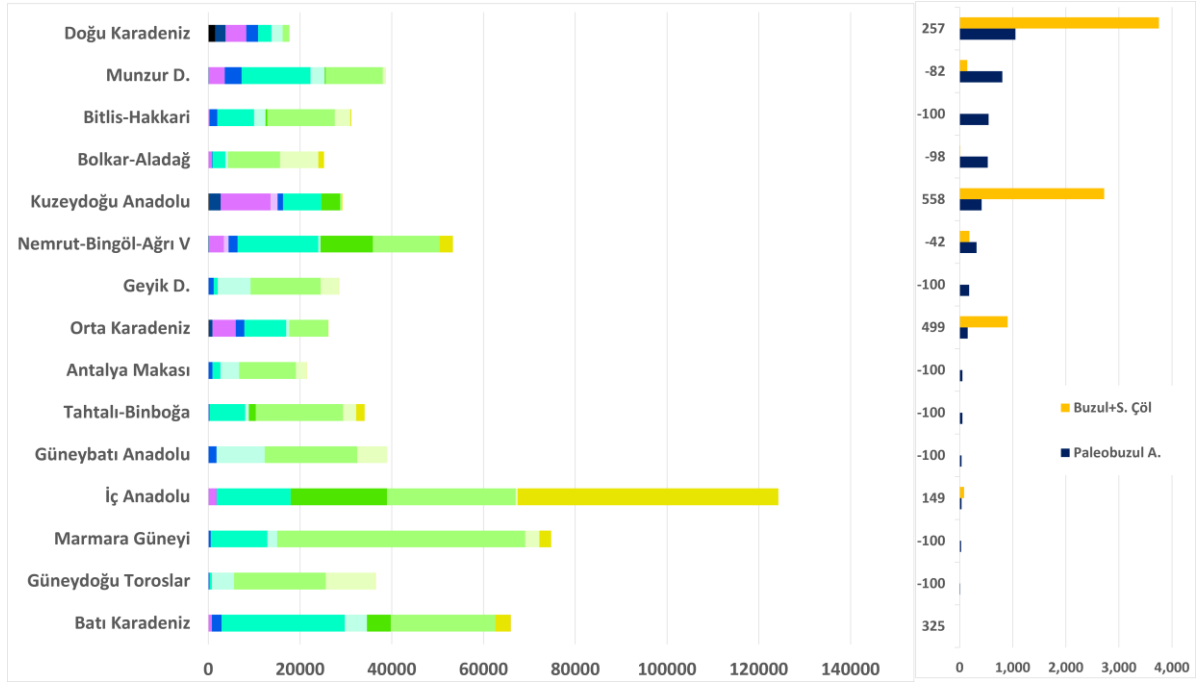
CNRM-CM5 modeli, ARPEGE-Climate (v5.2) atmosferik, NEMO (v3.2) okyanus, ISBA kara yüzeyi ile bileşik GELATO (v5) ve OASIS (v3) deniz buzu modelleri ile oluşturulmuştur (Voldoire vd. 2013). Atmosfer modelindeki yatay çözünürlük 1,4° ile 2,8° arasında değişirken, okyanus modeli çözünürlüğü 2°’dir. CNRM-CM3 versiyonunda 45 olan atmosfer katı, geliştirilmiş olan CNRM-CM5 modelinde 91 kata çıkarılmıştır. Model, 10 farklı grubun çalışmasıyla oluşturulmaktadır (Kamworapan ve Surussavadee, 2019). Tüm modellerde oluşan çift ITCZ (intertropical convergence zone, tropiklerarası yaklaşım kuşağı) problemi, bu modelde de oluşmakta, güneyde oluşan ITCZ hattı kuzeydekine göre zayıf özellik göstermektedir (Oueslati ve Bellon, 2013).

Model verileri ile Türkiye için elde edilen HEB biyomları incelendiğinde, kıyılarda kurak ve nemli ormanların, İç Anadolu Bölgesi ve Iğdır Depresyonunda step alanlarının, yüksek dağlık alanlarda ise dağlık ıslak orman ve yağmurlu tundraların hâkim olduğu görülmektedir (Şekil 7, Şekil 8). Modele göre, paleobuzul alanı bulunan Bitlis-Hakkâri dağlık alanı, Geyik Dağları, Antalya Makası, Tahtalı-Binboğa Dağları, Güneybatı Anadolu, Marmara güneyi ve Güneydoğu Toroslarda buzul sahası ortaya çıkmamıştır.



Şekil 7. CNRM-CM5 modeline göre Türkiye'nin SBM HEB biyomları

CNRM-CM5 modeline göre Türkiye'de, Doğu Karadeniz, Munzur Dağları, Bolkar-Aladağ dağlık alanları, Kuzeydoğu Anadolu, Nemrut-Bingöl-Ağrı volkanik alanı, Orta ve Batı Karadeniz'in yüksek sahaları ile İç Anadolu'da buzul ve soğuk çöl alanları belirlenmiştir (Şekil 7, Şekil 8). Modelin buzul oluşumuna imkân tanımadığı sahalarsa da, buzul oluşturduğu sahalardaki buzulların oldukça geniş olduğu ve tüm Türkiye paleobuzul alanından % 86 daha geniş buzul sahaları oluşturduğu görülmüştür. Bu alanlar ile paleobuzul alanları karşılaştırıldığında, Doğu Karadeniz, Kuzeydoğu Anadolu ve Orta ve Batı Karadeniz dağlık alanlarında modelde belirlenen buzul alanları paleobuzul alanlarından daha geniş, diğer alanlar daha dardır. Hata oranı Kuzeydoğu Anadolu'da % 558, Orta Karadeniz'de % 499, Batı Karadeniz'de % 325'tir. Munzur Dağları'nın da % -82,5, Bolkar ve Aladağlar'da ise % 98,5'tir.



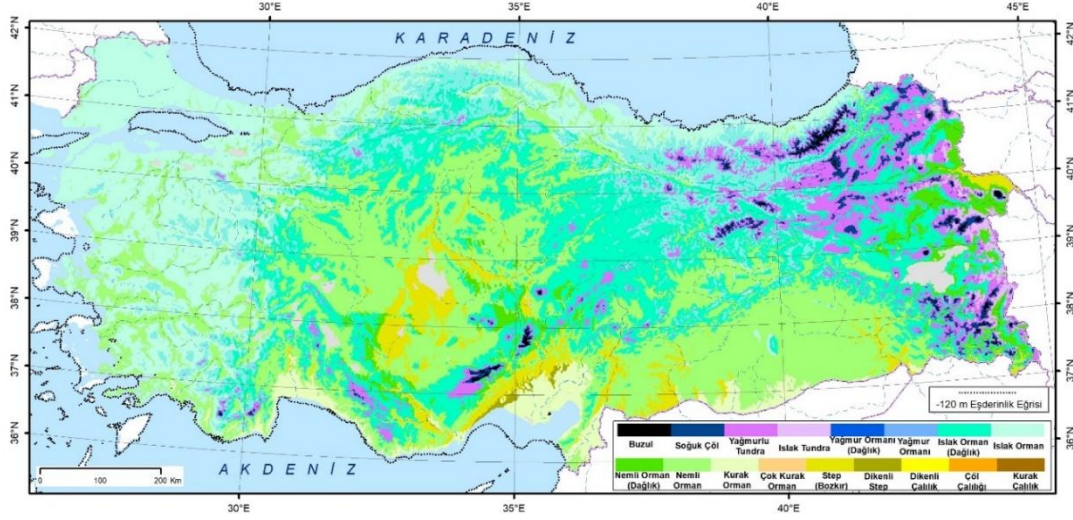
Şekil 8. CNRM-CM5 modeline göre Türkiye’de SBM Holdridge biyom alanları ile paleobuzul alanı karşılaştırması (Sol grafikteki renkler, Şekil 7 ile aynıdır). Yatay eksenler, alanları (km<sup>2</sup>) göstermektedir.

CNRM-CM5 modeli, Erciyes pelebuzul alanından % 148, Ilgaz pelebuzullarından % 325, Doğu Karadeniz pelebuzul alanından % 257, Kuzeydoğu Anadolu pelebuzul alanından % 558, Orta Karadeniz pelebuzul alanından ise % 499 daha geniş, buna rağmen Munzur Dağları pelebuzullarını % 82, Bolkar-Aladağ pelebuzullarını % 98, Nemrut-Bingöl-Ağrı volkanik alanı pelebuzullarını % 42 daha dar oluşturmaktadır. CNRM-CM5 modeli, Türkiye buzul alanlarını göstermekte genel olarak isabetli olmayan sonuçlar vermektedir.

### 3.3. FGOALS-G2 Modeli ve Buzul Sahaları

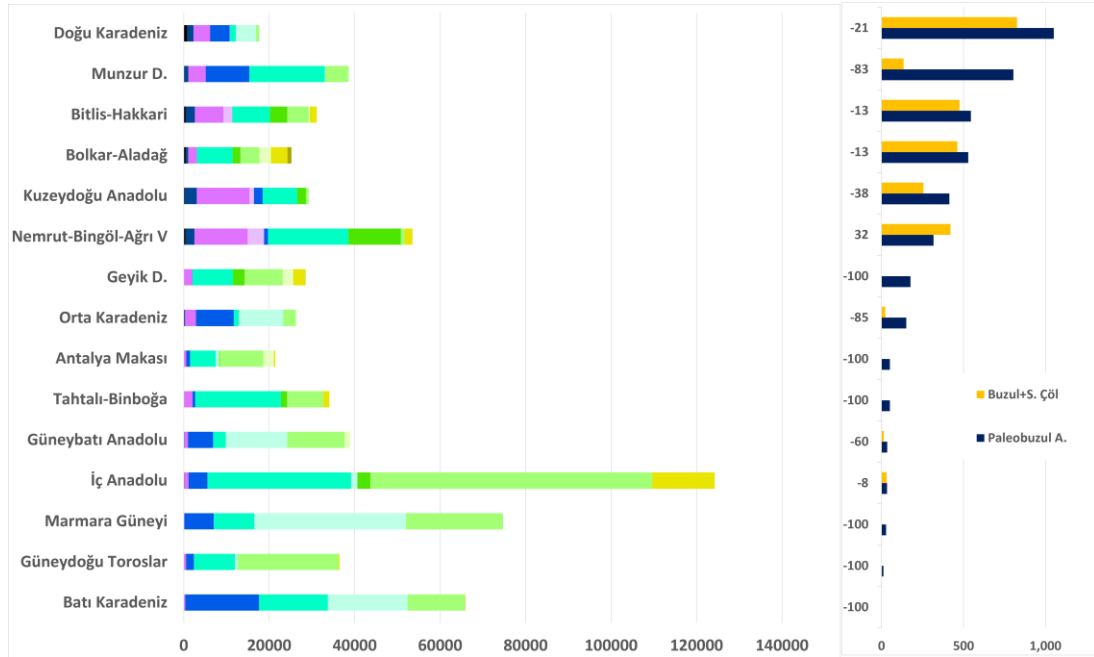
Bulut radyasyonu süreçlerini, Asya musonlarını, Güneyli salınımı, Atlantik Meridyenel Devrik Dolaşımı ve deniz buzlarını daha iyi yansıtması için iyileştirilen FGOALS-G2 iklim modeli (Zhou vd., 2018), 10 yıllık veri setleri ile çalıştırıldığında, Çin’deki hava sıcaklıklarını ve Pasifik deniz suyu sıcaklıklarını daha iyi göstermekte (Wang vd., 2013) buna rağmen antropojenik kaynaklı zorlamaya bağlı olarak deniz buzu albedosu ve su buharı geribildirimini şiddetli yansıtmaktadır (Zhou vd., 2013). Modelin SBM’de dünyayı ortalama 4,6 °C daha serin, yağışı ise % 10 düşük olarak ardgördüğü, Güneyli salınımı da daha zayıf oluşturduğu belirlenmiştir (Zheng ve Yu, 2013).

FGOALS-G2 modeli sonuçların göre oluşturulan HEB biyomlarında, İç ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri nemli orman, Türkiye’nin dağlık alanları genel olarak dağlık ıslak ormanlar ile kaplıyken, Marmara ve Ege bölgelerinde ıslak orman hakimdir ( Şekil 9, Şekil 10). Antalya çevresinde ve Çukurova’da kurak orman, Iğdır Ovası’nda ise step bulunmaktadır. FGOALS-G2 modelinde, Türkiye’de paleobuzul alanı belirlenen, Geyik Dağları, Antalya Makası, Tahtalı-Binboğa Dağları, Marmara Güneyi, Güneydoğu Toroslar ve Ilgaz Dağları’nda buzul ya da soğuk çöl alanı belirlenememiş, bu alanlarda model ardgörülerinin isabetsiz olduğu değerlendirilmiştir.



Şekil 9. FGOALS-G2 modeline göre Türkiye'de SBM Holdridge biyomları

FGOALS-G2 modeli tüm Türkiye'de buzul sahalarını paleobuzul alanlarından daha dar göstermekte, buzulların ancak % 63'ünün oluşumuna imkan vermektedir. FGOALS-G2 modeli, Munzur Dağları buzullarının % 83'ünü, Kuzeydoğu Anadolu buzullarının % 38'ini, Orta Karadeniz buzullarının % 85'ini, Güneybatı Anadolu buzullarının % 60'ının oluşumunu sağlamakta, dar göstermekte, Nemrut-Bingöl-Ağrı volkanik alanlarındaki buzulları ise % 32 daha geniş oluşturmaktadır ( Şekil 9, Şekil 10).



Şekil 10. FGOALS-G2 modeline göre Türkiye'de SBM Holdridge biyom alanları ile paleobuzul alanı karşılaştırması (Sol grafikteki renkler, Şekil 9 ile aynıdır). Yatay eksenler, alanları (km<sup>2</sup>) göstermektedir

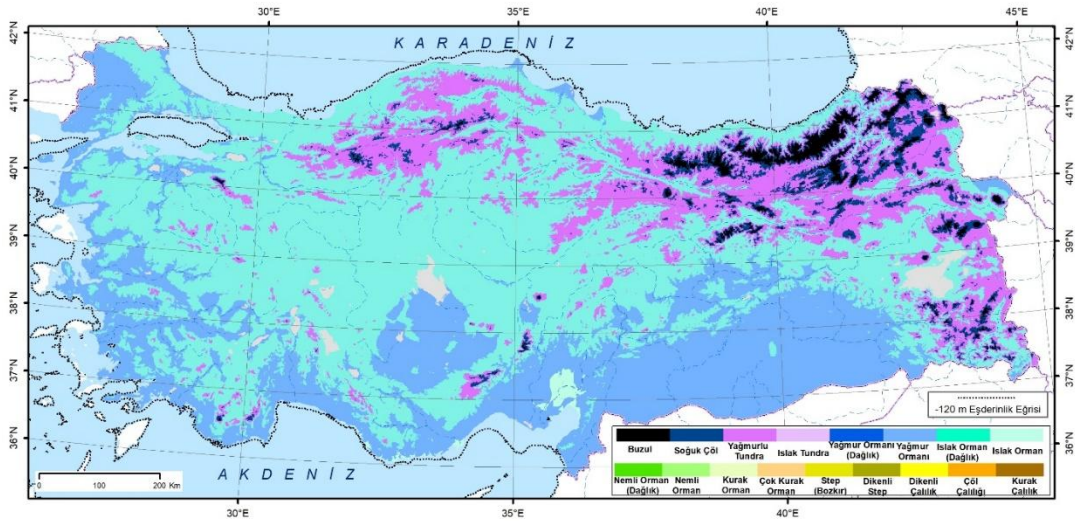
FGOALS-G2 modeli, Doğu Karadeniz buzullarını % 21, Bitlis-Hakkari Dağları ile Bolkar-Aladağ buzullarını % 13, İç Anadolu'daki buzulları ise % 8 hata ile göstermekte, bu

değerlendirmelerle modelin İç Anadolu ile Toroslar ve Doğu Karadeniz Dağlarını daha az hata ile yansıttığı ve bu alanlardaki ardgörülerinin kullanılabilceği anlaşılmaktadır.

### 3.4. IPSL-CM5A-LR Modeli ve Buzul Sahaları

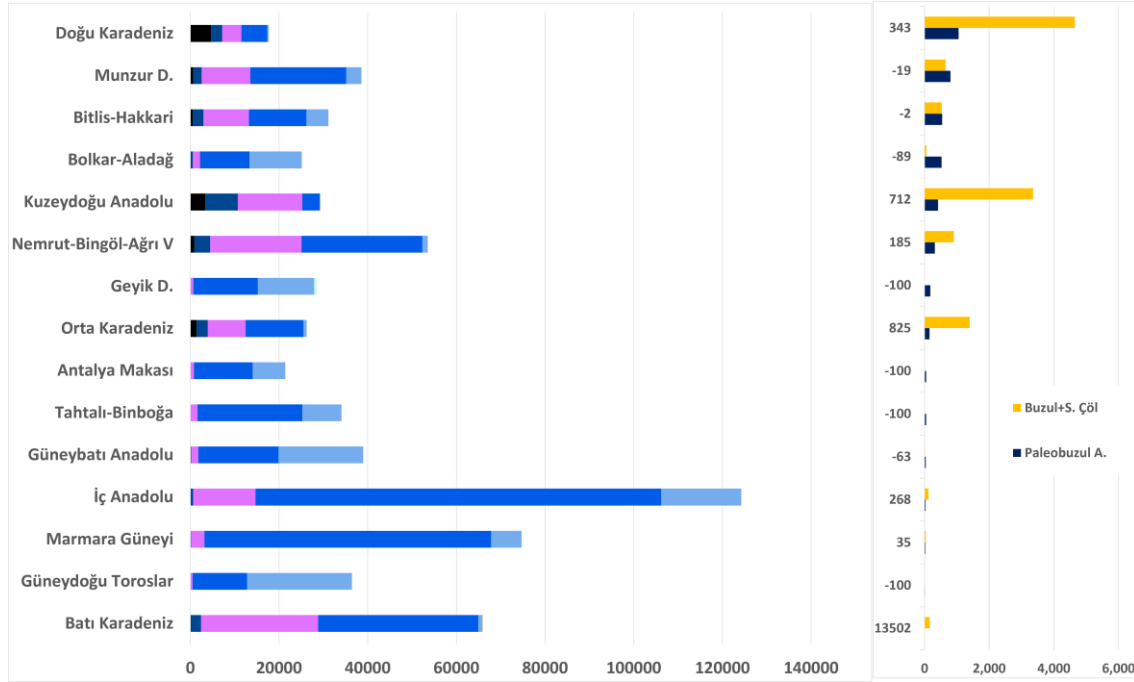
Pierre Simon Laplace Enstitüsü tarafından geliştirilen modelin daha evvelki sürümlerinde 19 atmosfer katı olmasına rağmen, yeni sürümünde atmosfer, 15'i Stratosferde olmak üzere toplam 39 katmanla gösterilmiştir (Hourdin vd., 2013). Modelin Orta Pliyoseni kapsayan ardgörülerini de bulunmakta, bu ardgörülerle Muson yağışları incelenmiş ve yüzey sıcaklığındaki artışın, buharlaşmayı ve yağışı artırdığı görülmüştür (Sun vd., 2016). Model ardgörülerini ile SBM'deki nehir akışlarını araştıran çalışmalar da bulunmaktadır (Alkama vd., 2008).

Model, Türkiye genelinde oldukça homojen biyom dağılışı göstermekte, kıyılarda yağmur ormanı ve ıslak ormanlar, yükseklerde ise yağmurlu tundralar ve soğuk çöllerle, buzul alanları oluşmaktadır. Bunun nedeni, modelin Türkiye yağışlarını oldukça yüksek ardgörmesidir (Aylık ortalama yağış 300 mm'den yüksektir). Model, yüksek yağışa bağlı geniş buzul alanları gösterse de sıcaklığın yüksek olduğu, güneyde yer alan Geyik Dağları, Antalya Makası, Tahtalı-Binboğa Dağlık Alanı ve Güneydoğu Toroslarda soğuk çöl ve buzul alanı oluşumuna imkân vermemektedir (Şekil 11, Şekil 12).



Şekil 11. IPSL-CM5A-LR modeline göre Türkiye'de SBM Holdridge biyomları

IPSL-CM5A-LR modeline göre Türkiye'deki buzul ve soğuk çöl alanları, paleobuzul alanlarının yaklaşık üç katıdır (% 283). Bu alanların Türkiye'deki buzul sahalarına dağılışı da homojen değildir. Model ardgörülerine göre Ilgaz paleobuzul alanından % 13502, Orta Karadeniz paleobuzul alanlarından % 825, Kuzeydoğu Anadolu paleobuzul alanlarından % 712, Doğu Karadeniz paleobuzul alanlarından % 343, Nemrut-Bingöl-Ağrı paleobuzul alanlarından % 185, Uludağ paleobuzul alanından ise % 35 daha geniş buzul alanı oluşmuştur. Ilgaz dağındaki yüksek değer, buradaki paleobuzul alanının gerçekte çok dar olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 12. İPSL-CM5A-LR modeline göre Türkiye’de SBM Holdridge biyom alanları ile paleobuzul alanı karşılaştırması (Sol grafikteki renkler, Şekil 11 ile aynıdır). Yatay eksenler alanları (km<sup>2</sup>) göstermektedir.

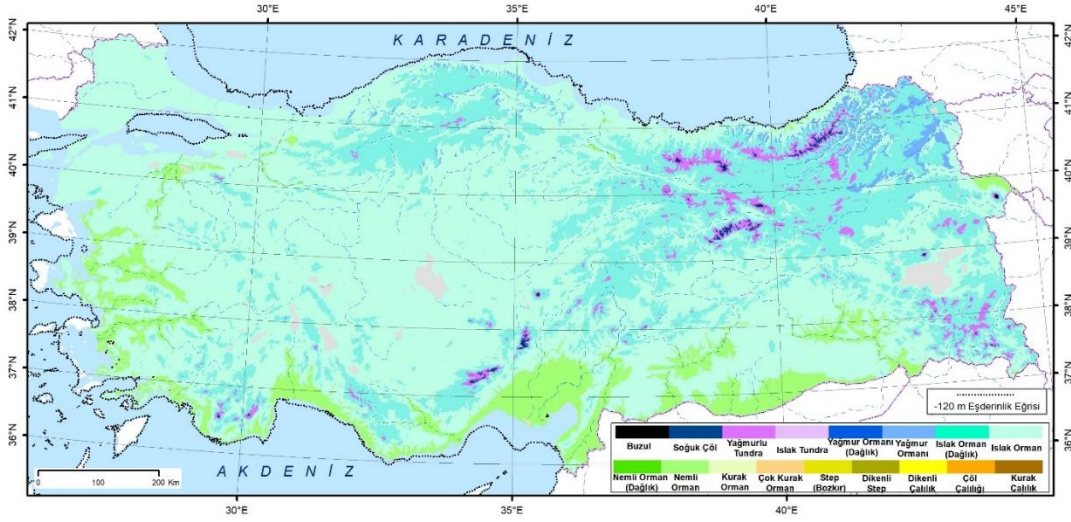
Model ardgörürleri, Bitlis-Hakkâri Dağlarındaki paleobuzul alanlarının % 2, Munzur Dağlarındaki paleobuzul alanlarının ise % 19 daha dar oluşmasına imkan tanımaktadır. Bu değerlere göre model, Türkiye’nin Bitlis-Hakkari Dağlık alanı ile Munzur Dağlarında düşük hata vermekte, bu alanlar için yaklaşık eskiortam koşullarını yansıtmaktadır.

### 3.5. MICRO-ESM Modeli ve Buzul Sahaları

Model, Arktik deniz buzu değişim modellemelerinde (Peng vd., 2020), gelecekteki bitki tür dağılışı (Koo vd., 2017) ve SBM’deki bitki göç koridorları çalışmalarında (Chala vd., 2017) kullanılmıştır. Atmosfer modeli içerisine Mezosfer’i dahil eden model, 80 atmosfer tabakası ile çalışmakta ve farklı zamansal ölçeklerde çalıştırılabilmektedir (Watanabe vd., 2011).

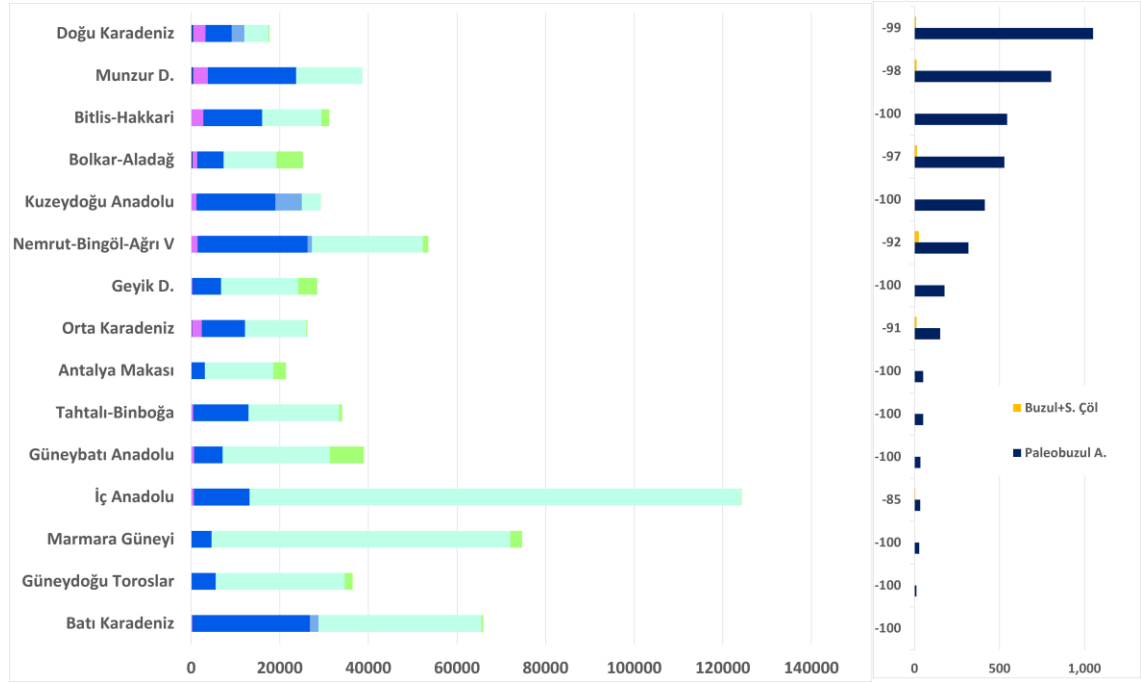
Model ardgörülerine göre Türkiye kıyılarındaki nemli ormanlar, yükseklerle çıkıldıkça ıslak ve dağlık ıslak orman alanlara dönüşmektedir. Paleobuzul alanlarında yağmurlu tundralar ve yağmur ormanları hakim durumdayken Türkiye’de step ya da diğer kurak biyomlara rastlanmamıştır (Şekil 13, Şekil 14). MICRO-ESM modeline göre Türkiye’de Bitlis-Hakkâri dağlık alanında, Kuzeydoğu Anadolu’da, Geyik Dağlarında, Antalya Makası, Tahtalı-Binboğa dağlık alanında, Güneybatı Anadolu’da, Marmara güneyinde, Güneydoğu Toroslar ve Batı Karadeniz’de buzul ya da soğuk çöl alanları belirlenememiştir.





Şekil 13. MICRO-ESM modeline göre Türkiye’de SBM Holdridge biyomları

MICRO-ESM modeli Türkiye genelinde düşük buzullaşma oranı oluşturmakta, paleobuzul alanlarının ancak % 2’si kadar buzul sahası vermektedir. HEB biyomlarına göre model, Doğu Karadeniz ve Munzur Dağları, Bolkar-Aladağ buzul bölgesi, Nemrut-Bingöl-Ağrı volkanik dağları ile Orta Karadeniz buzul bölgesi ve Erciyes Dağında, paleobuzul alanının % 10’undan az buzul oluşumuna imkan tanımaktadır (Şekil 14). Bu nedenle modelin Türkiye’yi temsil etme imkânı çok sınırlıdır.

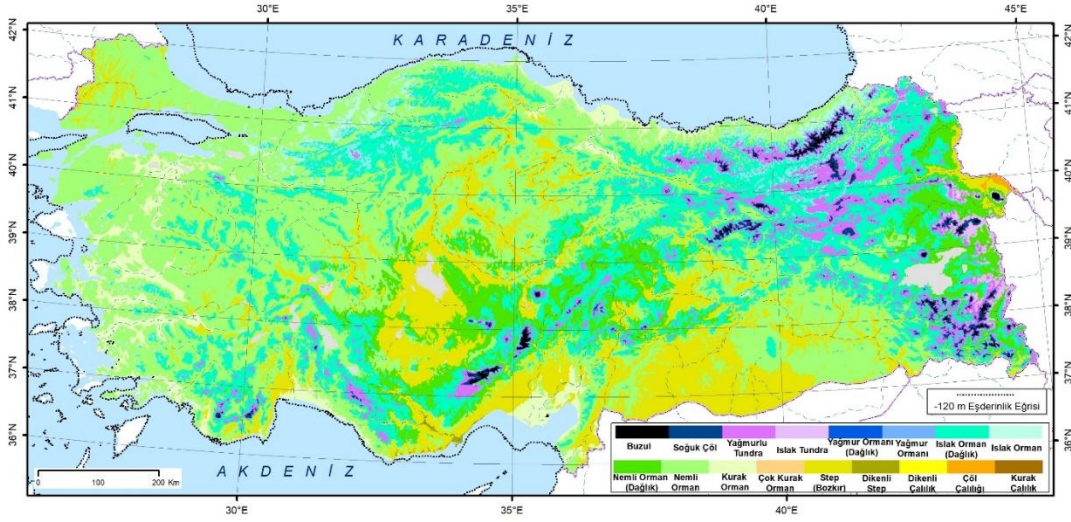


Şekil 14. MICRO-ESM modeline göre Türkiye’de SBM Holdridge biyom alanları ile paleobuzul alanı karşılaştırması (Sol grafikteki renkler, Şekil 13 ile aynıdır). Yatay eksenler alanları (km<sup>2</sup>) göstermektedir.

### 3.6. MPI-ESM-P Modeli ve Buzul Sahaları

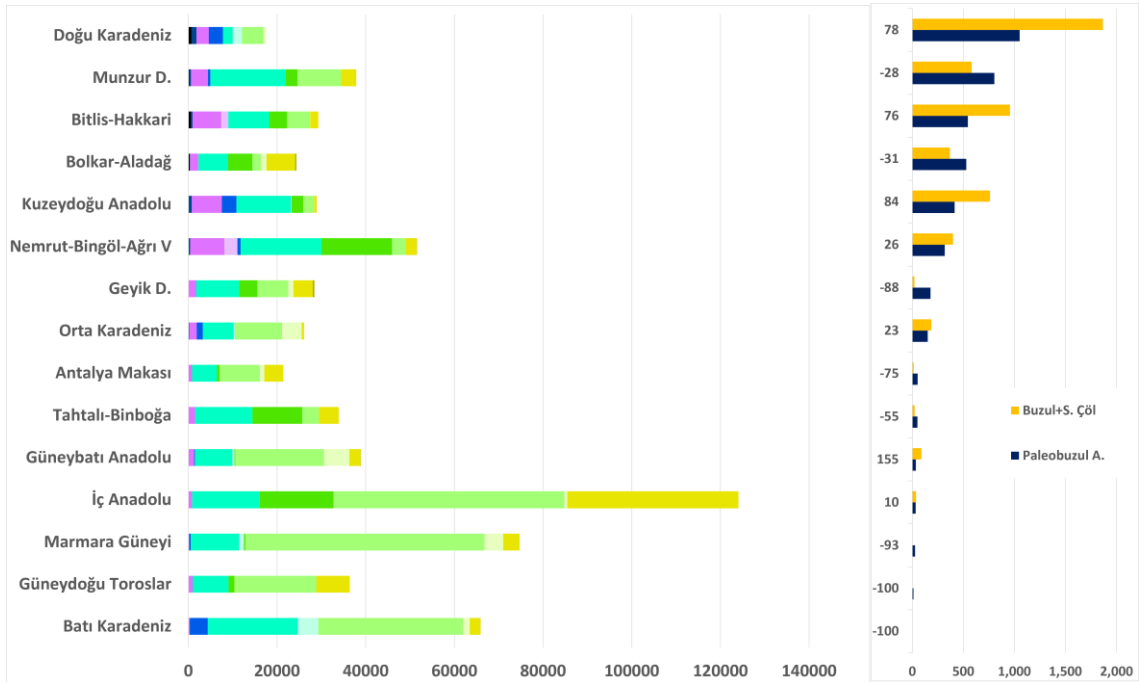
Max Planck Meteoroloji Enstitüsü tarafından geliştirilen MPI-ESM-P, ilk başta son binyıldaki karbon döngüsü için hazırlanmıştır (Jungclauss vd. 2010, 2013). MPI-ESM-P, JSBACH yer modeli ile ilişkili ECHAM atmosferik modelini, MPIOM okyanus sirkülasyon modelini ve HAMOCC biyojeokimyasal modelini içeren bir YSM modelidir (Giorgetta vd., 2013). Modelin bitki örtüsünü kuzey yarım kürede daha iyi simüle ettiğine dair günceli araştırılan çalışma bulunmaktadır (Brovkin vd., 2013; Reick vd., 2013). Model, eğrisel regresyon modelleriyle tahmin yapmakta, diğer modellere benzer şekilde endüstri öncesi dönemi 4-5 °C daha serin göstermektedir (Block ve Mauritsen, 2013).

MPI-ESM-P modeli iklim ardgörülerinden SBM için üretilen HEB biyomlarına göre Türkiye'nin kıyılarında farklı biyomlar görülmekte, kurak, nemli ormanlara ve steplere rastlanmaktadır (Şekil 15, Şekil 16). Stepler, İç ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri ile depresyon alanlarda karşımıza çıkmakta, yükseklerle çıkıldıkça dağlık nemli ormanlar ile ıslak ormanlar yoğunlaşmaktadır. Modele göre, Güneydoğu Toroslar ile Batı Karadeniz buzul bölgesi haricindeki dağlık alanlarda buzullar oluşabilmektedir.



Şekil 15. MPI-ESM-P modeline göre Türkiye’de SBM Holdridge biyomları

MPI-ESM-P modeline göre Türkiye’deki paleobuzul alanlarından % 26 daha fazla soğuk çöl ve buzul alanı belirlenmiş, model, gerçekten daha yüksek buzullaşma oranı vermiştir. Bu sahalar, belirlenen bölgelere göre değerlendirildiğinde, Güneybatı Anadolu paleobuzul alanından % 155, Kuzeydoğu Anadolu paleobuzullarından % 84, Doğu Karadeniz paleobuzul alanından % 78, Bitlis Hakkari paleobuzullarından % 76, Nemrut-Bingöl-Ağrı paleobuzul alanından % 26 daha geniş buzul oluştuğu görülmektedir (Şekil 16).



Şekil 16. MPI-ESM-P modeline göre Türkiye’de SBM Holdridge biyom alanları ile paleobuzul alanı karşılaştırması (Sol grafikteki renkler, Şekil 15 ile aynıdır). Yatay eksenler alanları (km<sup>2</sup>) göstermektedir.

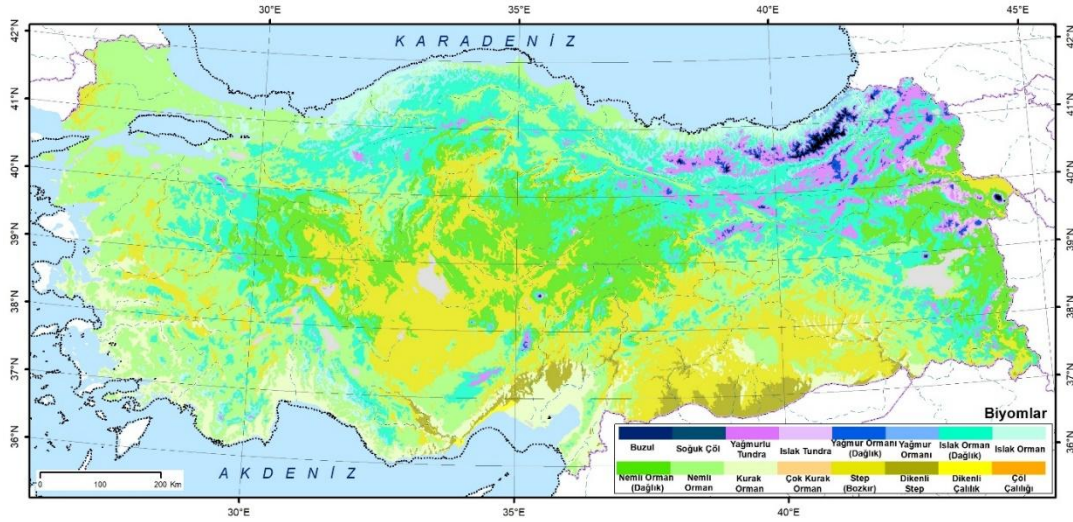
Model ardgörülerine göre, Munzur Dağları paleobuzul alanında % 28, Bolkar-Aladağ paleobuzullarından % 31 daha dar, Nemrut-Bingöl-Ağrı volkanik alanı paleobuzullarından % 26, Orta Karadeniz paleobuzul alanından % 23, İç Anadolu paleobuzul alanından ise % 10 daha geniş buzul

sahası oluşmaktadır. Bu değerlere göre model, İç Anadolu, Orta Karadeniz ve Doğu Anadolu'nun bir kısmında ve Doğu Akdeniz çevresinde isabetli sonuçlar vermektedir.

### 3.7. MRI-CGCM3 Modeli ve Buzul Sahaları

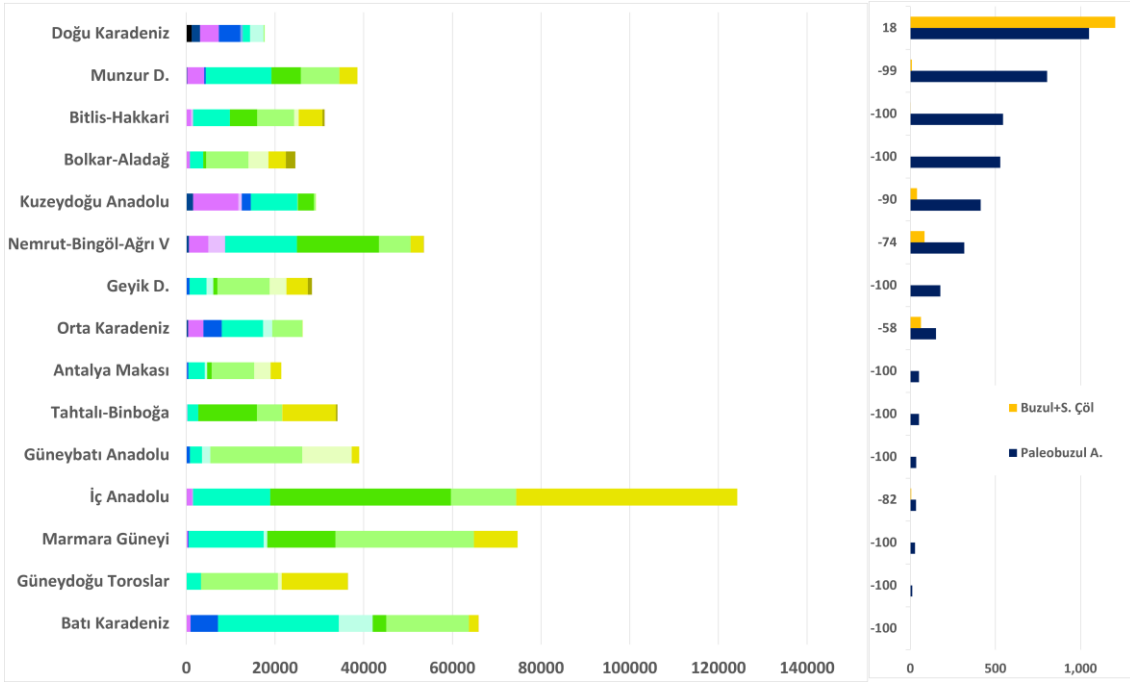
MRI-CGCM3 iklim modeli, Güneyli, Arktik ve Antarktik salınımlarını gerçekçi yansıtmaktadır. Modeldeki sıcaklık sapmaları, kuzey yarıkürede negatif, güney yarıkürede pozitif yönde ardgörmekte, buna bağlı olarak kuzey yarıküre deniz buzlarını daha geniş modellemektedir (Yukimoto vd., 2012). Modele göre bulut geribildirimleri (Kawai vd., 2015), SBM'de tropikal bölgelerin hidrolojik döngüsü (Khon vd., 2014), Antarktika'daki deniz buzu genişlemesi ile batı rüzgarları ilişkisi (Liu vd., 2015) incelenmiştir.

Model ardgörülerinden oluşturulan HEB biyomlarına göre Türkiye'nin kıyılarında kurak, nemli ve ıslak ormanlar yer alırken, iç bölgelerde stepler ve nemli ormanlarla dağlık ıslak ormanlar bulunmaktadır (Şekil 17). Çukurova, Mut Havzası ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde dikenli stepler bulunmakta, yüksek dağlık alanlarda ise tundra ve yağmurlu tundralar hâkim durumdadır. Model ardgörülerini, Türkiye'de paleobuzul alanı belirlenen Bitlis-Hakkâri dağlık alanı, Bolkar-Aladağ buzul bölgesi, Geyik Dağları, Antalya Makası, Tahtalı-Binboğa Dağları, Güneybatı Anadolu, Uludağ, Ilgaz Dağı ve Güneydoğu Toroslarda buzul oluşumuna imkân vermemektedir (Şekil 18).



Şekil 17. MRI-CGCM3 modeline göre Türkiye'de SBM Holdridge biyomları

Model, Türkiye'deki paleobuzul alanlarının ancak % 34'ünde buzul oluşumuna imkan tanımakta, buzullaşma oranını düşük tahmin etmektedir. MRI-CGCM3 modeli çıktıklarına göre paleobuzul alanları Doğu Karadeniz düşük hata ile belirlenmiş (% 82 doğruluk), Kuzeydoğu Anadolu (%10 doğruluk), İç Anadolu (% 12 doğruluk) ve Orta Karadeniz buzul bölgelerinde (% 42 doğruluk) ise bu oran artmıştır. Bu sonuçlara göre model Türkiye'de sadece Doğu Karadeniz'i temsil etmekte, diğer alanlarda yüksek hatalar vermektedir.

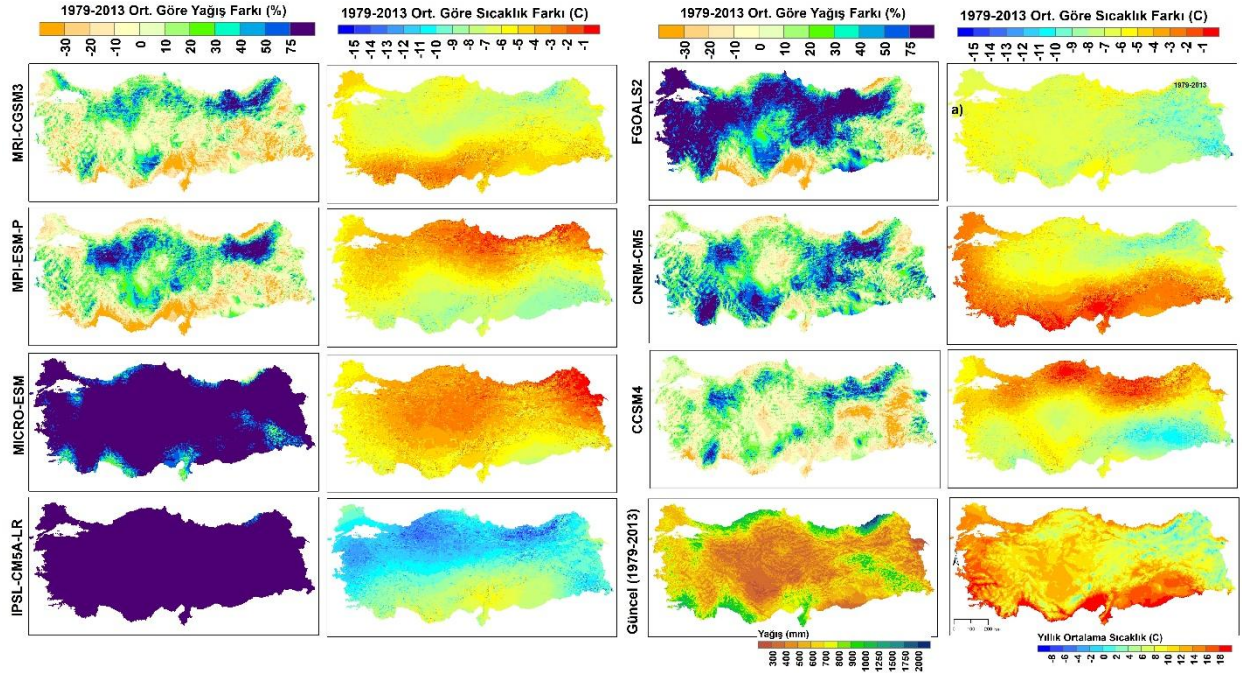


Şekil 18. MRI-CGCM3 modeline göre Türkiye’de SBM Holdridge biyom alanları ile paleobuzul alanı karşılaştırması (Sol grafikteki renkler, Şekil 17 ile aynıdır). Yatay eksenler alanları (km<sup>2</sup>) göstermektedir.

#### 4. Genel Değerlendirme

Paleobuzul alanları ile model ardgörülerine göre oluşturulan HEB biyomlarından elde edilen buzul alanları karşılaştırıldığında, FGOALS-G2 (% 63), CCSM4 (% 49), MRI-CGCM3 (% 34) ve MICRO-ESM (% 2) modellerinin Türkiye paleobuzul alanlarını eksik tahmin ederken, MPI-ESM-P (% 126), CNRM-CM5 (% 186) ve IPSL-CM5A (% 283) modellerinin ise daha geniş tahmin ettiği görülmektedir. Genel değerlendirmedeki sapmalar, buzul bölgelerine göre de farklılık göstermekte, bazı modeller Türkiye’nin kuzey yarısını, bazıları doğusunu daha iyi ardgörmektedir.

İncelenen modeller içerisinde Doğu Karadeniz buzul bölgesi için en uygun ardgörüler CCSM4 ve MRI-CGSM3 modelleri tarafından sağlanmıştır. CCSM4 modeli, SBM’deki yağışın bu dağlık alanda günümüze göre % 50, MRI-CGSM3 modeline göre ise % 100’den fazla ardgörmektedir (Şekil 19). Benzer şekilde, CCSM4 modeli SBM’de 5-6 °C, MRI-CGSM3 ise 8-10 °C daha soğuk koşullar oluşturmaktadır. Yine CCSM4 modeli paleobuzul alanlarında % 7 dar, MRI-CGSM3 modeli ise % 18 daha geniş buzul alanı oluşturmaktadır. Bu değerlendirmelere göre, CCSM4 modelindeki yağış miktarının biraz daha yüksek olması ya da yine CCSM4 modelindeki sıcaklıkların 1-2 °C daha düşük olması durumunda hata oranının ortadan kalkacağı, modelin daha uygun sonuçlar vereceği anlaşılmaktadır. Bunlarla beraber, saha için incelenen iki modeldeki sıcaklık farkları Türkiye için ters dağılım vermekte, CCSM4 modeli, günümüz nemli sahalarında düşük sıcaklık farkları ardgörürken, MRI-CGSM3 modelindeki farklar genel olarak kuzeyden güneye artmaktadır.



Şekil 19. Farklı iklim modellerinin, günümüz yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama sıcaklıklarının SBM'deki değerlerine göre oranları ve farkları

Orta Karadeniz ve Doğu Anadolu Bölgesinin büyük bölümünde tutarlı sonuçlar veren MPI-ESM-P YSM iklim ardgörülerine göre, Orta Karadeniz SBM'de günümüze göre 1-3 °C, Doğu Anadolu Bölgesi ise doğusu ve depresyon alanları daha az sıcak olacak şekilde 1-6 °C daha soğuk özellik göstermektedir (Şekil 19). MPI-ESM-P modeli, Orta Karadeniz ve Çoruh Vadisi çevresinde günümüze göre % 75'i aşan yağış artışı, Doğu Anadolu Bölgesinin güney yarısında ise % 30'a varan yağış azalmaları ardgörmektedir.

Munzur Dağları buzul bölgesi için en uygun sonuçlar, IPSL-CM5A-LR ve MPI-ESM-P modelleri ardgörülerinden elde edilmiştir. Bu bölge SBM'de, IPSL-CM5A-LR modeline göre 10-13 °C, MPI-ESM-P modeline göre ise 1-5 °C daha soğukken, yağış açısından değişken bir özellik sergilemektedir. IPSL-CM5A-LR modeline göre bölgede SBM'deki yağış günümüz yağışlarının iki katını geçerken, MPI-ESM-P modelinde paleobuzul alanının kuzey ve güneyi farklı yağış değişimi göstermekte, kuzeyinde % 30'a varan artışlar, güneyinde ise azalışlar ortaya çıkmaktadır. MPI-ESM-P modeli, günümüze göre % 28, IPSL-CM5A-LR % 19 daha dar buzul sahası oluşturmakta, bu değerlendirmelere göre sahada, SBM'deki yağış miktarının günümüzden daha yüksek olması gerektiği ortaya çıkmakta, her iki model verisinden de farklı iklimsel şartların hüküm sürmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

Bitlis-Hakkâri dağlık alanı, incelenen modellerde, çevresine göre nispeten düşük yağış alan bir sahadır (Şekil 19). Bu saha için en uygun model ardgörülerini, FGOALS2 ve IPSL-CM5A-LR modelleri vermektedir. Her iki model de SBM'de günümüze göre 8-11 °C düşük sıcaklıklar vermekteyken, IPSL-CM5A-LR günümüze göre 2 kat yüksek, FGOALS modeli ise % 10-30 arasında yağış azalmaları ardgörmektedir. Bununla beraber, IPSL-CM5A-LR % 2, FGOALS-G2 ise % 13 daha dar buzul alanı oluşturmaktadır. Bu değerlendirmelere bağlı olarak, sahanın SBM'de 8-11 °C daha soğuk

olması beklenmekte, yağışın ise günümüzdekinden yüksek olması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Tabii burada, FGOALS-G2 modelindeki hatanın yüksek olmasını, yağış azlığından kaynakladığı düşünülse de, sıcaklık daha da düşürülmesi, model hatasını giderebilecektir.

İç Anadolu Bölgesi için tutarlı sonuçlar veren CCSM4, MPI-ESM-P ve FGOALS-G2 modelleri ardgörülerine göre bölgede sıcaklık SBM’de günümüze göre 5-8 °C daha düşük, yağış ise günümüzden % 10-30 ve hatta bölgeyi çevreleyen dağlık alanlarda % 50’den daha yüksek olması gerekmektedir (Şekil 19). Günümüzde bu saha, kış, bahar ve yaz yağışları almakta, polar cephelerden etkilenmektedir. Yağışın bölgedeki artışı, tüm Türkiye’de olduğu gibi, SBM’de polar cephenin kuvvetlenmesi, genişlemesi, dolayısıyla cephe sistemlerinin daha fazla yağış bırakmasıyla ilişkili olmalıdır. Yine de bu bölge için yapılan değerlendirmelerde, paleobuzul alanı darlığının yarattığı dezavantajlar da söz konusudur. Bu tür bir çalışmada, sağlama yapmak için kullanılan alan daraldıkça, değerlendirmenin güvenilirliği de azalmaktadır.

Aladağlar ve Bolkar Dağları çevresinde en tutarlı sonuçlar veren FGOALS-G2 ve MPI-ESM-P YSM iklim ardgörülerine göre bu alanda SBM’deki sıcaklıklar 8-10 °C daha düşük, yağış ise günümüzden % 30-50 daha yüksektir. MPI-ESM-P modeli buzul alanını % 31, FGOALS-G2 modeli ise % 13 dar belirlemiştir. Bu değerlere göre, dağlık alanın SBM’de günümüzdekine göre 10 °C daha düşük sıcaklığa sahip olduğu ve bu alandaki yağışın ise günümüzdekinin 2 katına yakın olduğu söylenebilir.

Güneybatı Anadolu’daki buzul alanları için CCSM4 verileri daha tutarlı sonuçlar verse de buzulları % 20 dar oluşturmuştur. Modele göre SBM’de günümüze göre 5-8 °C daha düşük sıcaklık yaşanmış, yağış özellikleri günümüze göre farklı özellik göstermiştir. CCSM4 modeline göre, kıyılarda % 30’u aşan yağış azalmaları, Teke Platosu ve Bey Dağları çevresinde ise günümüzün iki katına varan yağış artışları ortaya çıkmaktadır. Bu duruma göre, Güneybatı Anadolu’nun SBM’de sıcaklığın 8 °C civarında düşük, yağışın ise günümüzdekinin 2 katına yakın olması gerektiği anlaşılmaktadır. Bu değerlendirme, Türkiye’nin güneyinde buzul alanı oluşmasının ya sıcaklıkların çok fazla düşmesi ya da yağışın birkaç katı kadar artmasıyla mümkün olabildiğini göstermektedir.

Tüm YSM iklim modelleri değerlendirildiğinde, Türkiye geneli için en uygun ardgörüler, MPI-ESM-P (6 buzul bölgesi) tarafından sağlanmakta bunu CCSM4 modeli (3 buzul bölgesi) takip etmektedir. Bunun yanında, buzul bölgelerinin bazıları, hiçbir iklim ardgörüsü ile temsil edilememiştir. Bu bölgeler, Antalya Makası, Geyik Dağları, Tahtalı-Binboğa Dağları, Güneydoğu Toroslar, Marmara güneyi (Uludağ) ve Ilgaz Dağları olarak sıralanabilir. Marmara Denizi ve Karadeniz’in SBM’de göl olması, bu göller çevresindeki sahalardaki iklim ardgörülerinin isabet derecesini düşürmekte, modellerin bu alanları temsiliyet kabiliyetleri azalmaktadır.

YSM modelleri, çok sayıda farklı alt modelden oluşmakta, farklı zamansal ve mekânsal çözünürlükte çalıştırılmaktadır. Her iklim modeli aynı zamanda bir deniz buzu ve arazi örtüsü modeli içermekte, bu modeller dinamik olarak değişkenlik göstermektedir. Dolayısıyla modelin doğruluğu, modelde kullanılan alt modellerin ve kullanılan algoritmaların doğruluğuna bağlıdır. Günümüzde kullanılan YSM modelleri, oldukça düşük çözünürlük sunmakta bu da bu modellerin kullanımını zorlaştırmakta, ancak ölçek küçültme ya da istatistiksel yöntemlerle model çözünürlükleri

artırılabilir. Bu işlem esnasında da kullanılan yöntemle ilgili hatalar da oluşabilmektedir. Örneğin, (Fick ve Hijmans, 2017) tarafından kullanılan yöntemle yapılan çözünürlük artırma işlemi sadece çoklu regresyon kullanmakta ve tüm küre aynı parametre tahminleriyle modellenmektedir. Buna rağmen, (Karger vd., 2017) tarafından oluşturulan model de temelde regresyon mantığına dayansa da değişken sayısı artmakta ve bölgesel olarak farklı parametre tahminleri yapabilmektedir. Bu da hatanın bir nebze olsun azalmasında etkili olmaktadır. Dolayısıyla, çalışmada kullanılan verilerin bir kısım hatası YSM modelinden bir kısmı ise kullanılan çözünürlük artırma yönteminden kaynaklanmaktadır.

Çalışmanın doğruluğunu etkileyen bir diğer etmen ise paleobuzul alanlarının doğruluğudur. Çalışmada kullanılan ve mekânsal çözünürlüğü yer yer 1/10.000 ölçeğine ulaşan bu verilerin ilerdeki değerlendirmelerle değişeceği ve fakat paleobuzul alanlarının daha da genişleyeceği düşünülmektedir. Bu nedenle, yapılan analizlerde bu alanlardan kaynaklı, düşük de olsa hatalar bulunmaktadır. Bir diğer hata kaynağı ise, HEB bölgelerindeki buzul ve soğuk çöl alanlarının, gerçekte buzul alanlarına karşılık gelip gelmediği hususudur. Bu konuda çalışma olmasa da küresel ölçekte yapılan karşılaştırma, bu alanların birbiri ile uyumlu olsa da tam örtüşmediğini göstermektedir.

En nihayetinde, yukarıda anlatılan 4 farklı hata kaynağının yanında, iklim modeli, buzul modeli, jeomorfolojik model farklılığı da ayrı bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. YSM modeli, iklim verisi üretirken, bu veriye göre oluşabilecek buzul sahası genel olarak zirve ve sırtlardan başlamakta, bu da yağışın, gelen enerji ile hal değiştirmesi ve buharlaşması ile şekillenmektedir. Buzulun, zirve ve sırtlardan başlaması, jeomorfolojik olarak tezatlar oluşturmaktadır. Bu tür farklılıkların, daha yüksek çözünürlüklü veriler kullanılarak, dinamik, jeomorfolojik süreçleri dahil eden modellerle giderilebileceği düşünülmektedir.

## 5. Sonuç

Bu çalışmada, 7 farklı YSM iklim ardgörüsünün, çözünürlüğü artırılmış veriler ile HEB biyomları üretilmiş, bu biyomlardaki buzul alanları ile, Türkiye'deki paleobuzul alanları karşılaştırılmış ve aralarındaki uyumlar değerlendirilmiştir. Neticede, Tüm Türkiye'yi karakterize edebilecek tek bir iklim modelinin olmadığı, model tutarlılıklarının bölgesel olarak değiştiği anlaşılmıştır.

HEB biyomlarından elde edilen buzul alanları ile paleobuzul alanları arasındaki farkı %  $\pm 30$  hata değeri ölçüt alınarak değerlendirildiğinde;

- Doğu Karadeniz buzul bölgesinde CCSM4 ve MRI-CGSM3,
- Orta Karadeniz, Kuzeydoğu Anadolu ve Nemrut-Bingöl-Ağrı volkanik sahalarında MPI-ESM-P
- Munzur Dağları'nda MPI-ESM-P,
- Bitlis-Hakkâri dağlık alanında FGOALS2,
- Bolkar-Aladağ buzul bölgesinde FGOALS-G2 ve MPI-ESM-P,



- Güneybatı Anadolu’da CCSM4,
- İç Anadolu Bölgesinde ise CCSM4, FGOALS-G2 ve MPI-ESM-P modellerinin isabetli sonuçlar verdiği anlaşılmıştır.

IPSL-CM5A-LR modeli, Bitlis-Hakkâri ve Munzur Dağları’nda isabetli sonuçlar vermiş, buna rağmen, yağış öngörülerinin çok yüksek olduğu görülmüştür. Bu nedenle, bu modellerin kullanımında daha temkinli olunması gerekmektedir.

Türkiye geneli için tek model kullanılmak istendiğinde, en az hatalı değerler MPI-ESM-P ve CCSM4 modelleri ile elde edilmiş, bu modellerin tek başlarına Türkiye’yi temsil etme kabiliyetlerinin yüksek olduğu görülmüştür.

### Notlar

<sup>1</sup>Türkiye’de “*tahmin (estimation)*”, evrene ait bir parametre için önerilen tahmin ediciyken, “*kestirim (prediction)*”, bir değişken için seçilen bir model parametrelerinin tahmin değerleri yerine konulduğunda elde edilen değer, “*öngörü (forecasting)*” ise tahmin ve kestirim kavramlarından farklı olarak, model parametrelerinin tahmin edilmesi ile rasgele değişkenin gelecekte alacağı değer için önceden kestirim için kullanılmaktadır (Akdi, 2003:94). Bu çalışmada, geçmiş dönemin kestirimi için “*ardgörü (hindcasting)*” terimi önerilmiş ve kullanılmıştır. Bu terim, geçmiş dönemi modelleyen sistemin, geçmiş dönem için sağladığı çıktılar, sonuçlar ve sayısal veriler için kullanılmıştır. Terim hem isim hem de fiil olarak kullanılabilir özelliktedir.



## Evaluation of Earth System Models' Last Glacial Maximum Climate Hindcasts with Holdridge Biomes and Paleoglacier Areas

Erkan Yılmaz\*<sup>a</sup>, Serdar Yeşilyurt<sup>b</sup>

Submitted: 01.05.2023

Accepted: 14.06.2023

### EXTENDED ABSTRACT

#### 1. Introduction

During the Last Glacial Maximum (LGM) 23000–19000 years ago, global sea water temperatures were 6.1 °C lower (Tierney et al., 2020), glaciers advanced (Gowan et al., 2021), permafrost areas expanded (Braconnot et al., 2012), hydrological processes differed (Fritz et al., 2004; Goldsmith et al., 2017), lake levels changed (Li and Morrill, 2013; Prentice et al., 1992), and different geological, geomorphological, and pedological processes dominated. Reconstruction of the LGM can be indirectly revealed using oxygen isotope, fossil pollen, fossil diatom, element, and stalactite analyses. Earth system models (ESM-Earth System) can also be performed to gain insights. These models are basically created based on weather forecast models and used to describe the past environmental processes and changes in the oceans, ice spheres, land cover, and ground perspective and axis, unlike weather forecasts.

In this work, seven different ESM models produced for the LGM on a global scale with increased resolution developed by Karger et al. (2020) were examined, and detailed Holdridge ecological zones (HEZs) in Turkey were produced. The cold desert and glacier areas obtained from the HEZs were compared with the manually drawn paleoglacial areas, and the most consistent ESM model climate history evaluations were made for the glacial areas in Turkey considering the compatibility of these two data as criteria. This method can also be used for different fields on a global scale. The selected models are show the most consistent LSM models not only for Turkey but also for the Caucasus, Iranian Plateau, the Mediterranean, and the Middle East, which is an important insight.

#### 2. Data and Methods

Seven different ESM models developed by Karger et al. (2017) at increased resolutions were employed. Geographic (square) projection was used, and data were generated with a standard resolution of 30 s. This value provides a resolution of 0.75 km in the south of Turkey (at 36° latitude) and 0.71 km in the northernmost (42° latitude) for a pixel. Data were first converted to a two-standard parallel Albers projection, and the resolution was set to 1 km for all parts of Turkey.

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: erylilmaz@ankara.edu.tr

<sup>a</sup> Ankara Üniversitesi, Ankara/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0002-3821-3648>

<sup>b</sup> Ankara Üniversitesi, Ankara/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0002-2896-9644>

### 3. Results and Discussion

The paleoglacial and the glacial areas obtained from HEZ biomes, which were generated based on model histories: FGOALS-G2 (63%), CCSM4 (49%), MRI-CGCM3 (34%), and MICRO-ESM (2%), underestimated the paleoglacial areas of Turkey, while MPI-ESM-P (126%), CNRM-CM5 (186%), and IPSL-CM5A (283%) overestimated the areas. Additionally, the deviations in the overall assessment differed based on the glacial regions, with some models better overestimating the northern half of Turkey while the others overestimating the eastern half.

Among the models explored, the most suitable escape model for the Eastern Black Sea glacier region was provided using the CCSM4 and MRI-CGSM3 models. The CCSM4 model overestimated the precipitation in the LGM by 50% compared to present day and by more than 100% compared to the MRI-CGSM3 model in this mountainous area. Similarly, the CCSM4 model predicted 5 °C–6 °C cooler conditions in the LGM, while the MRI-CGSM3 generated 8 °C–10 °C colder conditions. Again, the CCSM4 model created a 7% narrower glacial area in the paleo glacial areas and the MRI-CGSM3 model created an 18% wider glacier area. From these evaluations, if the precipitation amount is slightly higher or the temperatures in the CCSM4 model are 1 °C–2 °C lower, the error rate would disappear, and the model would yield more appropriate results. Moreover, the temperature differences in the CCSM4 and MRI-CGSM3 models examined for the field gave an inverse distribution for Turkey: the CCSM4 model followed low temperature differences in present day's humid areas, while the MRI-CGSM3 model generally had increased temperature from north to south.

From the MPI-ESM-P YSM climate forecasts, which generated consistent results in most of the Central Black Sea and Eastern Anatolia Regions, the temperature was 1 °C–3 °C lower in the Central Black Sea in the LGM compared to the present and 1 °C–6 °C less warm in the Eastern Anatolia Region, with its eastern and depression areas. The MPI-ESM-P model presented an increase in precipitation exceeding 75% in the Central Black Sea and Çoruh Valley and a decrease in precipitation of up to 30% in the southern half of the Eastern Anatolia Region in the LGM.

Optimal results for the Munzur Mountains glacial region were obtained with the IPSL-CM5A-LR and MPI-ESM-P models. While this region was 10 °C–13 °C colder than the IPSL-CM5A-LR model and 1 °C–5 °C colder than the MPI-ESM-P model in the LGM, it showed variable characteristics regarding precipitation. Based on the IPSL-CM5A-LR model, the precipitation in the LGM in the region exceeded twice the current precipitation, while in the MPI-ESM-P model, the north and south of the paleoglacial area had different precipitation changes, that is, an increase up to 30% in the north and a decrease in the south. The MPI-ESM-P model produced a 28% narrower glacier area, and IPSL-CM5A-LR predicted a 19% narrower glacier area than today. It is understood that conditions must prevail.

The Bitlis-Hakkari mountainous area is an area that received relatively low precipitation compared to its surroundings in the models examined. The FGOALS2 and IPSL-CM5A-LR models obtained the most suitable escape model for this field. While both models gave –11 °C lower temperatures in the LGM compared to today, IPSL-CM5A-LR presented twice higher than today and

FGOALS exhibited precipitation decreases of 10%–30%. However, IPSL-CM5A-LR predicted a 2% narrower glacier area and FGOALS-G2 showed 13% narrower glacier area. Based on the above, it is suggested that the site is 8 °C–11 °C colder in the LGM and the precipitation is higher than it is today. Of course, although it is thought that the high error in the FGOALS-G2 model is due to the lack of precipitation, lowering the temperature further would eliminate the model error.

For the CCSM4, MPI-ESM-P, and FGOALS-G2 models, which gave consistent results for the Central Anatolia Region, the temperature in the region was 5 °C–8 °C lower than present in the LGM, the precipitation was 10%–30%, and even in the mountainous areas surrounding the region, it was higher than 50%. Today, this area receives winter, spring, and summer precipitation and is affected by polar fronts. The increase in precipitation in the region may be associated with the strengthening and enlargement of the polar front in the LGM, as is the case in all of Turkey, and thus, the front systems release more precipitation. However, there are also disadvantages created by the narrowness of the paleoglacial area in the evaluations made for this region. In this type of study, the credibility of the assessment diminishes as the field used for verification shrinks.

The FGOALS-G2 and MPI-ESM-P YSM climate hindcasts obtained the most consistent results around the Aladağlar and Bolkar Mountains: the temperatures in the LGM were 8 °C–10 °C lower and precipitation was 30%–50% higher than present in this area. The MPI-ESM-P model determined the glacier area to be 31% narrow, while the FGOALS-G2 model predicted it to be 13% narrow. From these values, it is suggested that the mountainous area has a 10 °C lower temperature in the LGM than present and the precipitation in this area is close to twice what it is currently.

Although the CCSM4 data for the glacier areas in Southwest Anatolia gave more consistent results, they formed 20% narrow glaciers. Based on the model, the temperature was 5 °C–8 °C lower than today in the LGM and the precipitation exhibited different characteristics compared to today. In addition, precipitation decreased greater than 30%, which took place on the coasts, while precipitation increased up to twice compared to today's around the Teke Plateau and the Bey Mountains. Based on the above results, it is suggested that the temperature is around 8 °C low and the precipitation is close to twice what it is today in the LGM of Southwest Anatolia. This assessment reveals that the formation of a glacier area in the south of Turkey is possible either when the temperatures drop too much or the precipitation increases several times.

Evaluating all the ESM climate models, the most appropriate escape model for Turkey in general is provided by the MPI-ESM-P (six glacial regions), followed by the CCSM4 model (three glacial regions). These regions are Antalya Makası, the Geyik Mountains, the Tahtalı-Binboğa Mountains, the Southeast Taurus Mountains, the south of Marmara (Uludağ), and the Ilgaz Mountains. The fact that the Marmara Sea and the Black Sea are lakes in the LGM reduces the accuracy of climate forecasting in the areas around these lakes and, therefore, the ability of the models to represent these areas decreases.

#### 4. Conclusions

In this work, HEZ biomes were generated from the increased resolution data of seven different ESM climate shunts, comparison of the glacier areas in these biomes and the paleo glacial areas in Turkey was performed, and the compatibility between them was evaluated. Consequently, it is acknowledged that no single climate model can characterize the whole of Turkey and the consistency of the models varies in each region.

Evaluating the difference between the glacial areas obtained from HEZ biomes and the paleo glacial areas by taking a  $\pm 30\%$  error value as a criterion,

- CCSM4 and MRI-CGSM3 provided the most plausible modeling results in the Eastern Black Sea glacier region.
- MPI-ESM-P offered the most plausible modeling results in the Central Black Sea, Northeast Anatolia, and Nemrut-Bingöl-Ağrı volcanic fields.
- MPI-ESM-P gave accurate results in the Munzur Mountains.
- FGOALS 2 obtained consistent results in the Bitlis-Hakkari mountainous area.
- FGOALS-G2 and MPI-ESM-P provided consistent results in the Bolkar-Aladağ glacier region.
- CCSM4 offered accurate results in Southwest Anatolia.
- The CCSM4, FGOALS-G2, and MPI-ESM-P models gave accurate results in the Central Anatolia Region.

The IPSL-CM5A-LR model gave accurate results of Bitlis-Hakkari and the Munzur Mountains, albeit predicted very high precipitation. Thus, it is necessary to be more cautious in using this model.

If a single model is desired to be used for Turkey, the MPI-ESM-P and CCSM4 models can be utilized, because they obtained the least erroneous values in this work and thus they can represent Turkey accurately.

#### Referanslar/References

- Akçar, N., Yavuz, V., Yeşilyurt, S., Ivy-Ochs, S., Reber, R., Bayrakdar, C., Kubik, P.W., Zahno, C., Schlunegger, F., Schlüchter, C. (2017). Synchronous last glacial maximum across the Anatolian peninsula. *Geological Society, London, Special Publications*, 433 (1), 251-269. doi: 10.1144/SP433.7
- Akdi, Y. (2003). *Zaman Serileri, Birim Kökkler ve Kointegrasyon*. Ankara: Bıçaklar Kitabevi.,
- Alder, J. R., Hostetler, S. W. (2019). Applying the Community Ice Sheet Model to evaluate PMIP3 LGM climatologies over the North American ice sheets. *Climate Dynamics*, 53 (5-6), 2807-2824. doi: 10.1007/s00382-019-04663-x
- Alkama, R., Kageyama, M., Ramstein, G., Marti, O., Ribstein, P., Swingedouw, D. (2008). Impact of a realistic river routing in coupled ocean-atmosphere simulations of the Last Glacial Maximum climate. *Climate dynamics*, 30 (7), 855-869. doi: 10.1007/s00382-007-0330-1
- Arslan, E. S., Örücü, Ö.K. (2019). Present and future potential distribution of the *Pinus Nigra* Arnold. and *Pinus Sylvestris* L. using Maxent model. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES)* 9 (4), 787-98. doi: 10.31407/ijeess9425

- Bilgin, T. (1972). *Munzur Dağları Doğu Kısımının Glasiyal ve Periglasiyal Morfolojisi*. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Matbaası.
- Block, K., Mauritsen, T. (2013). Forcing and feedback in the MPI-ESM-LR coupled model under abruptly quadrupled CO<sub>2</sub>. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, 5 (4), 676-691. doi: 10.1002/jame.20041
- Boston, C. M. (2012). A glacial geomorphological map of the Monadhliath Mountains, Central Scottish Highlands. *Journal of Maps*, 8 (4), 437-444. doi: 10.1080/17445647.2012.743865
- Braconnot, P., Harrison, S. P., Kageyama, M., Bartlein, P. J., Masson-Delmotte, V., Abe-Ouchi, A., Otto-Bliesner, B., Zhao, Y. (2012). Evaluation of climate models using palaeoclimatic data. *Nature Climate Change*, 2 (6), 417-424. doi: 10.1038/nclimate1456
- Brovkin, V., Boysen, L., Raddatz, T., Gayler, V., Loew, A., Claussen, M. (2013). Evaluation of vegetation cover and land-surface albedo in MPI-ESM CMIP5 simulations. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, 5 (1), 48-57. doi: 10.1029/2012MS000169
- Candaş, A., Sarıkaya, M. A., Köse, O., Şen, Ö. L., Ciner, A. (2020). Modelling Last Glacial Maximum ice cap with the Parallel Ice Sheet Model to infer palaeoclimate in south-west Turkey. *Journal of Quaternary Science*, 35 (7), 935-950. doi: 10.1002/JQS.3239
- Chala, D., Zimmermann, N. E., Brochmann, C., Bakkestuen, V. (2017). Migration corridors for alpine plants among the 'sky islands' of eastern Africa: do they, or did they exist?. *Alpine Botany*, 127 (2), 133-144. doi: 10.1007/s00035-017-0184-z
- Çoban, H. O., Örcü, Ö. K., Arslan, E. S. (2020). MaxEnt modeling for predicting the current and future potential geographical distribution of *Quercus libani* Olivier. *Sustainability*, 12 (7), 1-17. doi: 10.3390/su12072671
- Dagtekin, D., Şahan, E. A., Denk, T., Köse, N., Dalfes, H. N. (2020). Past, present and future distributions of Oriental beech (*Fagus orientalis*) under climate change projections. *PLoS One*, 15 (11), 1-19. doi: 10.1371/journal.pone.0242280
- Danabasoglu, G., Bates, S. C., Briegleb, B. P., Jayne, S. R., Jochum, M., Large, W. G., Peacock, S., Yeager, S. G. (2012). The CCSM4 ocean component. *Journal of Climate*, 25 (5), 1361-1389. doi: 10.1175/JCLI-D-11-00091.1
- Doğu, A. F., Somuncu, M., Çiçek, İ., Tunçel, H., Gürgen, G. (1993). Kaçkar Dağında buzul şekilleri, yaylalar ve turizm. *Türkiye Coğrafyası Ar. ve Uyg. Mer. Der. 2*, 157-84.
- Dufresne, J. L., Foujols, M. A., Denvil, S., Caubel, A., Marti, O., Aumont, O., Balkanski, Y., Bekki, S., Bellenger, H., Benshila, R., Bony, S., Bopp, L., Braconnot, P., Brockmann, P., Cadule, P., Cheruy, F., Codron, F., Cozic, A., Cugnet, D., de Noblet, N., Duvel, J. P., Ethé, C., Fairhead, L., Fichefet, T., Flavoni, S., Friedlingstein, P., Grandpeix, J. Y., Guez, L., Guilyardi, E., Hauglustaine, D., Hourdin, F., Idelkadi, A., Ghattas, J., Joussaume, S., Kageyama, M., Krinner, G., Labetoulle, S., Lahellec, A., Lefebvre, M. P., Lefebvre, F., Levy, C., Li, Z. X., Lloyd, J., Lott, F., Madec, G., Mancip, M., Marchand, M., Masson, S., Meurdesoif, Y., Mignot, J., Musat, I., Parouty, S., Polcher, J., Rio, C., Schulz, M., Swingedouw, D., Szopa, S., Talandier, C., Terray, P., Viovy, N., Vuichard, N. (2013). Climate change projections using the IPSL-CM5 Earth System Model: from CMIP3 to CMIP5. *Climate Dynamics*, 40, 2123-2165. doi: 10.1007/s00382-012-1636-1
- Dury, M., Doutreloup, S., Hardy, O., Fayolle, A., Fettweis, X., Hambuckers, A., Gallée, H., François, L. (2017). Modelling past and present distributions of tropical African biomes and species using a dynamic vegetation model. İçinde: *European Conference of Tropical Ecology*. Brussels, Belgium. <https://hdl.handle.net/2268/227208> adresinden alınmıştır.
- Ekström, M., Grose, M. R., Whetton, P. H. (2015). An appraisal of downscaling methods used in climate change research. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 6 (3), 301-319. doi: 10.1002/wcc.339
- Erinç, S. (1945). *Doğu Karadeniz Dağlarında Glasiyal Morfoloji Araştırmaları*. İst. Üniv. Ed. Fak. Coğ. Enst. Doktora Tezi, Seri No:1, İstanbul.
- Fathinia, B., Rödder, D., Rastegar-Pouyani, N., Rastegar-Pouyani, E., Hosseinzadeh, M. S., Kazemi, S. M. (2020). The past, current and future habitat range of the Spider-tailed Viper, *Pseudocerastes urarachnoides* (Serpentes: Viperidae) in western Iran and eastern Iraq as revealed by habitat modelling. *Zoology in the Middle East*, 66 (3), 197-205. doi: 10.1080/09397140.2020.1757910
- Fick, S. E., Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37 (12), 4302-4315. doi: 10.1002/joc.5086
- Flato, G., Marotzke, J., Abiodun, B., Braconnot, P., Chou, S. C., Collins, W., Cox, P., Driouech, F., Emori, S., Eyring, V., Forest, C., Gleckler, P., Guilyardi, E., Jakob, C., Kattsov, V., Reason, C., Rummukainen, M. (2013). Evaluation of climate models. In: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y.,

- Bex, V., Midgley, P.M. (ed.). *Climate Change 2013 the Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. C. 9781107057, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 741–866.
- Fritz, S. C., Baker, P. A., Lowenstein, T. K., Seltzer, G. O., Rigsby, C. A., Dwyer, G. S., Tapia, P.M., Arnold, K.K, Ku, T.L., Luo, S. (2004). Hydrologic variation during the last 170,000 years in the southern hemisphere tropics of South America. *Quaternary Research*, 61(1), 95-104. doi: 10.1016/J.YQRES.2003.08.007
- Gent, P. R., Danabasoglu, G., Donner, L. J., Holland, M. M., Hunke, E. C., Jayne, S. R., Lawrence, D.M., Neale, R.B., Rasch, P.J., Vertenstein, M., Worley, P.H., Yang, Z.L., Zhang, M. (2011). The community climate system model version 4. *Journal of climate*, 24 (19), 4973-4991. doi: 10.1175/2011JCLI4083.1
- Giorgetta, M.A., Jungclaus, J., Reick, C.H., Legutke, S., Bader, J., Böttinger, M., Brovkin, V., Crueger, T., Esch, M., Fieg, K., Glushak, K., Gayler, V., Haak, H., Hollweg, H.D., Ilyina, T., Kinne, S., Kornblueh, L., Matei, D., Mauritsen, T., Mikolajewicz, U., Mueller, W., Notz, D., Pithan, F., Raddatz, T., Rast, S., Redler, R., Roeckner, E., Schmidt, H., Schnur, R., Segschneider, J., Six, K.D., Stockhause, M., Timmreck, C., Wegner, J., Widmann, H., Wieners, K.H., Claussen, M., Marotzke, J., Stevens, B. (2013). Climate and carbon cycle changes from 1850 to 2100 in MPI-ESM simulations for the Coupled Model Intercomparison Project phase 5. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems* 5 (3), 572–97. doi: 10.1002/JAME.20038.
- Goldsmith, Y., Polissar, P. J., Ayalon, A., Bar-Matthews, M., DeMenocal, P. B., Broecker, W. S. (2017). The modern and Last Glacial Maximum hydrological cycles of the Eastern Mediterranean and the Levant from a water isotope perspective. *Earth and Planetary Science Letters*, 457, 302-312. doi: 10.1016/J.EPSL.2016.10.017
- Gowan, E. J., Zhang, X., Khosravi, S., Rovere, A., Stocchi, P., Hughes, A. L., Gyllencreutz, R., Mangerud, J., Svendsen, J.I., Lohmann, G. (2021). A new global ice sheet reconstruction for the past 80 000 years. *Nature Communications*, 12 (1), 1–9. doi: 10.1038/s41467-021-21469-w
- Gül, S., Kumlucaş, Y., Ilgaz, Ç. (2015). Climatic preferences and distribution of 6 evolutionary lineages of *Typhlops vermicularis* Merrem, 1820 in Turkey using ecological niche modeling. *Turkish Journal of Zoology*, 39 (2), 235-243. doi: 10.3906/zoo-1311-9
- Gür, H. (2013). The effects of the Late Quaternary glacial–interglacial cycles on Anatolian ground squirrels: range expansion during the glacial periods?. *Biological Journal of the Linnean Society*, 109 (1), 19-32. doi: 10.1111/bij.12026
- Gür, H. (2017). Geç Kuvaterner buzul buzullararası döngülerinin Anadolu'nun biyolojik çeşitliliği üzerine etkileri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 60 (4), 507-528. doi: 10.25288/tjb.363813
- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G., Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 25 (15), 1965-1978. doi: 10.1002/joc.1276
- Hoffman, F., Fung, I., Randerson, J., Thornton, P., Foley, J., Covey, C., John, J., Levis, S., Post, W.M., Vertenstein, M., Stöckli, R., Running, S., Heinsch, F.A., Erickson, D., Drake, J. (2006). Terrestrial biogeochemistry in the community climate system model (CCSM). *Journal of Physics: Conference Series*, 46 (1), 363–69. doi: 10.1088/1742-6596/46/1/051
- Holdridge, L. R. (1947). Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science*, 105 (2727), 367–68. doi: 10.1126/science.105.2727.367
- Holdridge, L. R., Joseph, A.T. (1967). *Life Zone Ecology with Photographic Supplement Prepared*. Costa Rica.
- Hopcroft, P. O., Valdes, P. J. (2015). How well do simulated last glacial maximum tropical temperatures constrain equilibrium climate sensitivity?. *Geophysical Research Letters*, 42 (13), 5533-5539. doi: 10.1002/2015GL064903
- Hourdin, F., Foujols, M. A., Codron, F., Guemas, V., Dufresne, J. L., Bony, S., Denvil, S., Guez, L., Lott, F., Ghattas, J., Braconnot, P., Marti, O., Meurdesoif, Y., Bopp, L. (2013). Impact of the LMDZ atmospheric grid configuration on the climate and sensitivity of the IPSL-CM5A coupled model. *Climate Dynamics*, 40 (9-10), 2167-2192. doi: 10.1007/s00382-012-1411-3
- Ju, L., Wang, H., Jiang, D. (2007). Simulation of the Last Glacial Maximum climate over East Asia with a regional climate model nested in a general circulation model. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 248 (3-4), 376-390. doi: 10.1016/J.PALAEO.2006.12.012
- Jungclaus, J. H., Fischer, N., Haak, H., Lohmann, K., Marotzke, J., Matei, D., Mikolajewicz, U., Notz, D., Von Storch, J. S. (2013). Characteristics of the ocean simulations in the Max Planck Institute Ocean Model (MPIOM) the ocean component of the MPI-Earth system model. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, 5 (2), 422-446. doi: 10.1002/jame.20023
- Jungclaus, J. H., Lorenz, S. J., Timmreck, C., Reick, C. H., Brovkin, V., Six, K., Segschneider, J., Giorgetta, M.A., Crowley,

- T.J., Pongratz, J., Krivova, N.A., Vieira, L.E., Solanki, S.K., Klocke, D., Botzel, M., Esch, M., Gayler, V., Haak, H., Raddatz, T.J., Roeckner, E., Schnur, R., Widdmann, H., Claussenn, M., Stevens, B., Marotzke, J. (2010). Climate and carbon-cycle variability over the last millennium. *Climate of the Past*, 6 (5), 723-737. doi: 10.5194/cp-6-723-2010
- Kamworapan, S., Surussavadee, C. (2019). Evaluation of CMIP5 global climate models for simulating climatological temperature and precipitation for Southeast Asia. *Advances in Meteorology*, 1-18. doi: 10.1155/2019/1067365
- Karger, D. N., Conrad, O., Böhner, J., Kawohl, T., Kreft, H., Soria-Auza, R. W., Zimmermann, N.E., Linder, H.P., Kessler, M. (2017). Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas. *Scientific Data*, 4 (1), 1-20. doi: 10.1038/sdata.2017.122
- Kawai, H., Koshiro, T., Webb, M., Yukimoto, S., Tanaka, T. (2015). Cloud feedbacks in MRI-CGCM3. *CAS/JSC WGNE Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling/WMO*, 45, 7-11.
- Khon, V., Wang, Y., Schneider, B. (2014). Variations of the tropical hydrological cycle during the last glacial-interglacial period: a model-data intercomparison. In *EGU General Assembly Conference Abstracts*, 16,1538
- Kilic, O. M., Gunal, H. (2021). Spatial-temporal changes in rainfall erosivity in Turkey using CMIP5 global climate change scenario. *Arabian Journal of Geosciences*, 14 (12). doi: 10.1007/s12517-021-07184-2
- Koç, D. E., Biltekin, D., Ustaoglu, B. (2021). Modelling potential distribution of *Carpinus betulus* in Anatolia and its surroundings from the Last Glacial Maximum to the future. *Arabian Journal of Geosciences*, 14 (12). doi: 10.1007/s12517-021-07444-1
- Koç, D. E., Dalfes, H. N., Avcı, M. (2022). Anadolu'da Konifer Ağaçların Yayılış Alanlarındaki Değişimler. *Coğrafya Dergisi, Journal of Geograph* (44), 81-95. doi: 10.26650/JGEOG2022-974433
- Koc, D. E., Svenning, J. C., Avcı, M. (2018). Climate change impacts on the potential distribution of *Taxus baccata* L. in the Eastern Mediterranean and the Bolkar Mountains (Turkey) from last glacial maximum to the future. *Eurasian Journal of Forest Science*, 6 (3), 69-82. doi: 10.31195/ejfs.435962
- Kohn, M. J., McKay, M. P. (2012). Paleocology of late Pleistocene–Holocene faunas of eastern and central Wyoming, USA, with implications for LGM climate models. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 326, 42-53. doi: 10.1016/J.PALAEO.2012.01.037
- Koo, K. A., Park, S. U., Kong, W. S., Hong, S., Jang, I., Seo, C. (2017). Potential climate change effects on tree distributions in the Korean Peninsula: Understanding model & climate uncertainties. *Ecological Modelling*, 353, 17-27. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2016.10.007
- Lawrence, D. M., Oleson, K. W., Flanner, M. G., Fletcher, C. G., Lawrence, P. J., Levis, S., Swenson, S.C., Bonan, G. B. (2012). The CCSM4 land simulation, 1850–2005: Assessment of surface climate and new capabilities. *Journal of Climate*, 25 (7), 2240-2260. doi: 10.1175/JCLI-D-11-00103.1
- Leemans, R. (1990). *Possible changes in natural vegetation due to a global warming. Global data sets collected and compiled by the Biosphere Project*. C. Working Pa., Laxenburg, Austria: IIASA.
- Li, C., Battisti, D. S. (2008). Reduced Atlantic storminess during Last Glacial Maximum: Evidence from a coupled climate model. *Journal of Climate*, 21 (14), 3561-3579. doi: 10.1175/2007JCLI2166.1
- Li, Y., Morrill, C. (2013). Lake levels in Asia at the Last Glacial Maximum as indicators of hydrologic sensitivity to greenhouse gas concentrations. *Quaternary Science Reviews*, 60, 1-12. doi: 10.1016/J.QUASCIREV.2012.10.045
- Lionello, P., D'Agostino, R. (2019). Consensus and disagreement among models on Mediterranean climate changes from the last glacial maximum to future high emission scenarios. In *Geophysical Research Abstracts*, 21.
- Liu, W., Lu, J., Leung, L. R., Xie, S. P., Liu, Z., Zhu, J. (2015). The de-correlation of westerly winds and westerly-wind stress over the Southern Ocean during the Last Glacial Maximum. *Climate Dynamics*, 45 (11–12), 3157–3168. doi: 10.1007/s00382-015-2530-4
- Lofverstrom, M. (2020). A dynamic link between high-intensity precipitation events in southwestern North America and Europe at the Last Glacial Maximum. *Earth and Planetary Science Letters*, 534, 116081. doi: 10.1016/j.epsl.2020.116081
- Louis, H. (1944). Die Spuren eiszeitlicher Vergletscherung in Anatolien. *Geologische Rundschau*, 34 (7-8), 447-481. doi: 10.1007/BF01803099
- Messerli, B. (1967). Die eiszeitliche und die gegenwärtige Vergletscherung im Mittelmeerraum. *Geographica Helvetica*, 22 (3), 105-228. doi: 10.5194/gh-22-105-1967
- NE. (2021). Natural Earth. 13 Aralık 2022 tarihinde <https://www.naturalearthdata.com/downloads/> adresinden alınmıştır.



- Oerlemans, J. (1998). Modelling glacier fluctuations. In *Into the Second Century of Worldwide Glacier Monitoring: Prospects and Strategies*. 85–96.
- Oster, J. L., Ibarra, D. E., Winnick, M. J., Maher, K. (2015). Steering of westerly storms over western North America at the Last Glacial Maximum. *Nature Geoscience*, 8 (3), 201-205. doi: 10.1038/ngeo2365
- Oueslati, B., Bellon, G. (2013). Convective entrainment and large-scale organization of tropical precipitation: Sensitivity of the CNRM-CM5 hierarchy of models. *Journal of Climate*, 26 (9), 2931-2946. doi: 10.1175/JCLI-D-12-00314.1
- Palmer, T. (2014). Climate forecasting: Build high-resolution global climate models. *Nature*, 515(7527), 338-339. doi: 10.1038/515338a
- Pederson, G. T., Fagre, D. B., Gray, S. T., Graumlich, L. J. (2004). Decadal-scale climate drivers for glacial dynamics in Glacier National Park, Montana, USA. *Geophysical Research Letters*, 31 (12). doi: 10.1029/2004GL019770
- Pellitero, R., Rea, B. R., Spagnolo, M., Bakke, J., Hughes, P., Ivy-Ochs, S., Lukas, S., Ribolini, A. (2015). A GIS tool for automatic calculation of glacier equilibrium-line altitudes. *Computers & Geosciences*, 82, 55-62. doi: 10.1016/J.CAGEO.2015.05.005
- Pellitero, R., Rea, B. R., Spagnolo, M., Bakke, J., Ivy-Ochs, S., Frew, C. R., Hughes, P., Ribolini, A., Lukas, S., Renssen, H. (2016). GlaRe, a GIS tool to reconstruct the 3D surface of palaeoglaciers. *Computers & Geosciences*, 94, 77-85. doi: 10.1016/j.cageo.2016.06.008
- Peng, G., Matthews, J. L., Wang, M., Vose, R., Sun, L. (2020). What do global climate models tell us about future Arctic sea ice coverage changes? *Climate*, 8 (1). doi: 10.3390/cli8010015
- Prentice, I. C., Guiot, J., Harrison, S. P. (1992). Mediterranean vegetation, lake levels and palaeoclimate at the Last Glacial Maximum. *Nature*, 360(6405), 658-660. doi: 10.1038/360658a0
- Reber, R., Akçar, N., Tikhomirov, D., Yesilyurt, S., Vockenhuber, C., Yavuz, V., Ivy-Ochs, S., Schlüchter, C. (2022). LGM glaciations in the northeastern anatolian mountains: new insights. *Geosciences*, 12 (7). doi: 10.3390/geosciences12070257
- Reber, R., Akçar, N., Yesilyurt, S., Yavuz, V., Tikhomirov, D., Kubik, P. W., Schlüchter, C. (2014). Glacier advances in northeastern Turkey before and during the global Last Glacial Maximum. *Quaternary Science Reviews*, 101, 177-192. doi: 10.1016/j.quascirev.2014.07.014
- Reick, C. H., Raddatz, T., Brovkin, V., Gayler, V. (2013). Representation of natural and anthropogenic land cover change in MPI-ESM. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, 5(3), 459-482. doi: 10.1002/jame.20022
- Sarikaya, M. A., Çiner, A., Haybat, H., Zreda, M. (2014). An early advance of glaciers on Mount Akdağ, SW Turkey, before the global Last Glacial Maximum; insights from cosmogenic nuclides and glacier modeling. *Quaternary Science Reviews*, 88, 96-109. doi: 10.1016/j.quascirev.2014.01.016
- Sarikaya, M. A., Çiner, A., Yıldırım, C. (2017). Cosmogenic <sup>36</sup>Cl glacial chronologies of the Late Quaternary glaciers on Mount Geyikdağ in the Eastern Mediterranean. *Quaternary Geochronology*, 39, 189-204. doi: 10.1016/j.quageo.2017.03.003
- Sarikaya, O., Karaceylan, I. B., Sen, I. (2018). Maximum entropy modeling (maxent) of current and future distributions of *Ips mannsfeldi* (Wachtl, 1879) (Curculionidae: Scolytinae) in Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*, 16 (3), 2527–2535. doi: 10.15666/aeer/1603\_25272535
- Schär, C., Fuhrer, O., Arteaga, A., Ban, N., Charpiloz, C., Di Girolamo, S., Hentgen, L., Hoefler, T., Lapillonne, X., Leutwyler, D., Osterried, K., Panosetti, D., Rüdüsühli, S., Schlemmer, L., Schulthess, T. C., Sprenger, M., Ubbiali, S., Wernli, H. (2020). Kilometer-scale climate models: Prospects and challenges. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 101 (5), 567-587. doi: 10.1175/BAMS-D-18-0167.1
- Schmidli, J., Frei, C., Vidale, P. L. (2006). Downscaling from GCM precipitation: a benchmark for dynamical and statistical downscaling methods. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 26 (5), 679-689. doi: 10.1002/joc.1287
- Sun, Y., Zhou, T., Ramstein, G., Contoux, C., Zhang, Z. (2016). Drivers and mechanisms for enhanced summer monsoon precipitation over East Asia during the mid-Pliocene in the IPSL-CM5A. *Climate Dynamics*, 46 (5-6), 1437-1457. doi: 10.1007/s00382-015-2656-4
- Tarikahya-Hacıoğlu, B., Karacaoğlu, Ç., Özüdoğru, B. (2014). The speciation history and systematics of *Carthamus* (Asteraceae) with special emphasis on Turkish species by integrating phylogenetic and Ecological Niche Modelling data. *Plant systematics and evolution*, 300 (6), 1349-1359. doi: 10.1007/s00606-013-0966-8
- Tatli, H., Dalfes, H.N., Menteş, Ş.S. (2004). A statistical downscaling method for monthly total precipitation over

- Turkey. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 24 (2), 161-180. doi: 10.1002/joc.997
- Tatlı, H. (2017). Classification of the Köppen and Holdridge life zones with respect to the climate scenarios-Rcp4. 5 over Turkey. In *8th Atmospheric Sciences Symposium-01-04 November 2017*, 651-657.
- Tekin, M. K., Tatlı, H., Koç, T. (2018). Türkiye'deki yaşam-bölgelerinin Holdridge yaşam-zon yöntemi ile belirlenmesi. *TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu*, 30, 713-722.
- Thorp, P. W. (1981). A trimline method for defining the upper limit of Loch Lomond Advance glaciers: examples from the Loch Leven and Glen Coe areas. *Scottish Journal of Geology*, 17 (1), 49-64. doi: 10.1144/sjg17010049
- Tierney, J. E., Zhu, J., King, J., Malevich, S. B., Hakim, G. J., Poulsen, C. J. (2020). Glacial cooling and climate sensitivity revisited. *Nature*, 584 (7822), 569-573. doi: 10.1038/s41586-020-2617-x
- Tonbul, S. (1997). Bingöl Dağında buzul şekilleri. *Türkiye Coğrafyası Ar. ve Uy. Mer. Der.*, 6, 347-374.
- Ülker, E. D., Tavşanoğlu, Ç., Perктаş, U. (2018). Ecological niche modelling of pedunculate oak (*Quercus robur*) supports the 'expansion-contraction' model of Pleistocene biogeography. *Biological Journal of the Linnean Society*, 123 (2), 338-347. doi: 10.1093/biolinnean/blx154
- Vaissi, S. (2021). Potential changes in the distributions of Near Eastern fire salamander (*Salamandra infraimmaculata*) in response to historical, recent and future climate change in the Near and Middle East: Implication for conservation and management. *Global Ecology and Conservation*, 29, e01730. doi: 10.1016/j.gecco.2021.e01730
- Voldoire, A., Sanchez-Gomez, E., Salas y Mélia, D., Decharme, B., Cassou, C., Sénési, S., Valcke, S., Beau, I., Alias, A., Chevallier, M., Deque, M., Deshayes, J., Douville, H., Fernandez, E., Madec, G., Maisonnave, E., Moine, M.P., Planton, S., Saint-Martin, D., Szopa, S., Tyteca, S., Alkama, R., Belamari, S., Braun, A., Coquart, L., Chauvin, F. (2013). The CNRM-CM5. 1 global climate model: description and basic evaluation. *Climate Dynamics*, 40 (9-10), 2091-2121. doi: 10.1007/s00382-011-1259-y
- Wang, B., Liu, M., Yu, Y., Li, L., Lin, P., Dong, L., Liu, L., Liu, J., Huang, W., Xu, S., Shen, S., Pu, Y., Xue, W., Xia, K., Wang, Y., Sun, W., Hu, N., Huang, X., Liu, H., Zheng, W., Wu, B., Zhou, T., Yang, G. (2013). Preliminary evaluations of FGOALS-g2 for decadal predictions. *Advances in Atmospheric Sciences*, 30 (3), 674-683. doi: 10.1007/s00376-012-2084-x
- Watanabe, S., Hajima, T., Sudo, K., Nagashima, T., Takemura, T., Okajima, H., Nozawa, T., Kawase, H., Abe, M., Yokohata, T., Ise, T., Sato, H., Kato, E., Takata, K., Emori, S., Kawamiya, M. (2011). MIROC-ESM 2010: Model description and basic results of CMIP5-20c3m experiments. *Geoscientific Model Development*, 4 (4), 845-872. doi: 10.5194/gmd-4-845-2011
- Winkelmann, R., Martin, M. A., Haseloff, M., Albrecht, T., Bueler, E., Khroulev, C., Levermann, A. (2011). The Potsdam parallel ice sheet model (PISM-PIK)-Part 1: Model description. *The Cryosphere*, 5 (3), 715-726. doi: 10.5194/tc-5-715-2011
- Yeşilyurt, S. (2017). Kavuşşahap Dağları'nda ( Van ) Geç Kuvaterner Buzullaşması: Bölgesel Paleoiklim Açısından Değerlendirme. Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü (Yayımlanmamış Doktora Tezi).
- Yılmaz, E. (2021a). Yüksek çözünürlüklü CCSM4 model verilerine göre Son Buzul Maksimumunda (SBM) Türkiye'nin Holdridge Ekolojik Bölgeleri ve günümüz iklim şartlarıyla karşılaştırılması. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 19(2), 331-67. doi: 10.33688/aucbd.880675
- Yılmaz, E. (2021b). Yüksek çözünürlüklü ERA-Interim ve HadGEM2-CC model verilerine göre Türkiye'nin güncel ve gelecekteki Holdridge ekolojik bölgeleri. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 19(1), 29-60. doi: 10.33688/aucbd.778259
- Yukimoto, S., Adachi, Y., Hosaka, M., Sakami, T., Yoshimura, H., Hirabara, M., Tanaka, T.Y., Shindo, E., Tsujino, H., Deushi, M., Mizuta, R., Yabu, S., Obata, A., Nakano, H., Koshiro, T., Ose, T., Kitoh, A. (2012). A new global climate model of the Meteorological Research Institute: MRI-CGCM3: -Model description and basic performance-. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 90(A), 23-64. doi: 10.2151/jmsj.2012-A02
- Zheng, W., Yu, Y. (2013). Paleoclimate simulations of the mid-Holocene and Last Glacial Maximum by FGOALS. *Advances in Atmospheric Sciences*, 30 (3), 684-698. doi: 10.1007/s00376-012-2177-6
- Zhou, T., Song, F., Chen, X. (2013). Historical evolution of global and regional surface air temperature simulated by FGOALS-s2 and FGOALS-g2: How reliable are the model results?. *Advances in Atmospheric Sciences*, 30(3), 638-657. doi: 10.1007/s00376-013-2205-1
- Zhou, T., Wang, B., Yu, Y., Liu, Y., Zheng, W., Li, L., Wu, B., Lin, P., Guo, Z., Man, W., Bao, Q., Duan, A., Liu, H., Chen, X., He, B., Li, J., Zou, L., Wang, X., Zhang, L., Sun, Y., Zhang, W. (2018). The FGOALS climate system model as a modeling tool for supporting climate sciences: An overview. *Earth and Planetary Physics*, 2 (4), 276-291. doi: 10.26464/epp2018026



# Yasaklı Bitkiden Potansiyel Bir Hazineye Doğru: Samsun, Amasya ve Tokat İllerinde Kenevir (*Cannabis sativa* L. hemp) Yetiştiriciliğinin Best-Worst Yöntemiyle Analizi

*From a forbidden plant to a potential treasure: Analysis of cannabis (*Cannabis sativa* L. hemp) cultivation in Samsun, Amasya and Tokat provinces by best-worst method*

Mesut Gök<sup>\*a</sup>, Enes Taşoğlu<sup>b</sup>

## Makale Bilgisi

Araştırma Makalesi

DOI:

10.33688/aucbd.1298715

Makale Geçmişi:

Geliş: 18.05.2023

Kabul: 04.09.2023

Anahtar Kelimeler:

Kenevir

Tarım

Samsun-Amasya-Tokat

Best-worst

Uygunluk

## Öz

Neolitik dönemde tarımın keşfedilmesiyle birlikte kültür altına alınan ve medeniyetlerin gelişmesinde son derece önemli bir paya sahip olan kenevir, zengin lif içeriğiyle pek çok alanda kullanılabilmesine rağmen THC oranı yüksek olan kenevir türünün (*marijuana*) yasa dışı uyuşturucu olarak kullanılması sebebiyle Dünya'nın en şüpheli yaklaşılan bitkisi haline gelmiştir. Endüstriyel kenevir olarak da bilinen kenevir türü (*hemp*) ekolojik olarak çevreye olumlu etkilerinden ve yüksek ekonomik getirisinden dolayı ülkemizde bazı alanlarda izinli olarak yetiştirilmektedir. Kenevirin ekonomik getirisi ve 25.000 farklı ürünün ham maddesi olması dolayısıyla ülkemizde kenevir yetiştiriciliği teşvik edilmelidir. Bu çalışmada, Samsun, Amasya ve Tokat illerinde kenevir yetiştiriciliği için uygun sahaların tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda bitkinin ekolojik istekleriyle sahanın ekolojik koşulları Best-worst yöntemiyle analiz edilmiş ve sonuçlar haritalanarak çalışma sahasındaki tarım alanlarının %22-29'unun kenevir tarımına uygun olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma, pek çok açıdan sürdürülebilirliğe katkısı olacak kenevirin tanıtılmasını ve yetiştiriciliğinin yaygınlaşmasını sağlamak açısından önemlidir.

## Article Info

Research Article

DOI:

10.33688/aucbd.1298715

Article History:

Received: 18.05.2023

Accepted: 04.09.2023

Keywords:

Cannabis

Cultivation

Samsun-Amasya-Tokat

Best-worst

Suitability

## Abstract

*Cannabis*, which was cultivated with the discovery of agriculture in the Neolithic period and has an extremely important share in the development of civilizations, can be used in many areas with its rich fiber content, but it is the most suspicious plant in the world due to the use of cannabis with high THC content (*marijuana*) became an illegal drug. Cannabis type (*hemp*), also known as industrial cannabis, is cultivated with permission in some areas in Türkiye due to its ecologically positive effects on the environment and high economic returns. Also, 25,000 different products produced by using cannabis. In this study, it was aimed to determine suitable fields for cannabis cultivation in Samsun, Amasya and Tokat provinces. For this purpose, ecological demands and field conditions were analyzed using the Best-worst method, revealing that 22-29% of the study area's agricultural land is suitable for hemp cultivation. This study is important for promoting widespread hemp cultivation.

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: mesutgok@ohu.edu.tr

<sup>a</sup>Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Niğde/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-7710-7784>

<sup>b</sup>Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Niğde/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-6365-6926>

## 1. Giriş

Günümüzde tekstil sanayinin hammaddesi olan lif, Dünya'nın farklı bölgelerinde farklı bitkilerden elde edilir. Pamuk, keten, kenevir, rami ve jüt bunların en bilinenleridir. Sıcak bölge iklimlerinde rami ve jüt gibi bitkilerden sağlanan lif, ülkemizde pamuk başta olmak üzere keten ve kenevirden elde edilirken; kenevir üretiminin kısıtlanmasıyla pamuğun önemi artmış, fakat iklim koşullarının ülkenin her yerinde pamuk üretimine izin vermemesi ve yetiştirilen pamuk liflerinin ihtiyacı karşılayamaması lif ihtiyacımızın ithalat yoluyla karşılanmasına neden olmuştur. Pamuğun yetişmesine uygun olmayan sahalarda yetiştirilebilecek en önemli lif kaynağı olan kenevir, özellikle Karadeniz Bölgesi iklim koşullarına uyum sağlamış ve geçmiş yıllarda üretiminden önemli başarılar elde edilmiştir. Uzun, dayanıklı ve kaliteli liflerin elde edildiği bu bölgede yetiştirilen lifler ülkemiz için önemli bir potansiyele sahiptir.

Günümüzden yaklaşık 13.000 yıl önce tarım devriminin gerçekleşmesiyle birlikte doğada yabani olarak yetişen kenevir de zaman içerisinde kültür altına alınmıştır (Hancock, 2012). Yetiştirilen onlarca bitki arasında yer alan ve yalnızca birkaç düzine bitkiyle birlikte medeniyetlerin gelişmesine katkı sağlamış olan kenevir (*Cannabis*) tarımının geçmişinin, günümüzden 12.000 yıl öncesine kadar uzandığı ve kenevirin insanlık tarihinin bilinen en eski ekili bitkileri arasında yer aldığı belirtilmektedir (Abel, 1980; Chang, 1986; Te-k'un, 1966).

Schultes ve Hofmann (1992), kenevirin (*Cannabis*) günümüzden 8.500 yıl önce Çin'de hasat edilmiş olduğunu aktarırlarken, bu hasadın kültür altına alınan bitkilerden olduğunu ifade etmemeleri bitkinin henüz kültür altına alınmadığı fikrini de güçlendirmektedir. (Fleming ve Clarke, 1998), ise kenevirin günümüzden en az 6.000 yıl öncesinde üretildiğini belirtmektedirler. Diğer birçok tarım ürününe olduğu gibi yazının bulunmasından çok önceleri yetiştirilen bu bitkilerin kültür altına alınıp yetiştirilmesi hakkında kesin bir tarih vermek mümkün değildir.

Cannabaceae familyasına ait tek yıllık bir bitki olan kenevir (*Cannabis*), birbiriyle yakından ilişkili birkaç türü içermektedir ki bunlar bilimsel adlarıyla; *Cannabis sativa*, *Cannabis indica* ve *Cannabis ruderalis* olarak adlandırılırlar. Belirtilen türlerin her birinin çeşitli varyantları ve alt türleri bulunur. *Cannabis sativa* cinsi kendi içerisinde iki alt türe ayrılırken *Cannabis sativa* L. (hemp) psikoaktif etkilerden uzak olarak kullanılan tür olup THC (Tetrahidrokannabinol-psikoaktif madde) oranı %1'den daha azdır. *Cannabis sativa* (marijuana) türü ise esrarın hammaddesi olarak kabul edilir ve içerisindeki THC oranı %4 ile %20 arasında değişir. Tarihsel ve coğrafi dağılışı olarak birbirine çok yakın olan bu iki tür iç içe geçmiş olmalarına rağmen aynı değillerdir (Warf, 2014).

Zengin lif içeriğiyle pek çok alanda kullanılan kenevirin en önemli özelliklerinden biri radyasyonu azaltması ve oksijen üretimine yüksek oranda katkı vermesidir (Başer ve Bozoğlu, 2020). Çeşitli duyuşsal ve psikolojik etkilere neden olan THC, bireyler arasında farklı gelişen duygulara sebep olmaktadır. Duyuşsal farkındalığın artması, yaratıcı düşünce, kısa süreli hafıza bozukluğu, zaman ve mekân kavramlarının değişmesi bunlardan bazılarıdır (Zablocki vd., 1991).

Esrarın en önemli kaynağı olarak bilinen *Cannabis sativa* (marijuana), dünyanın en çok tanınan ve şüpheyle yaklaşılan bitkisidir. Kullanım alanlarının geniş olmasının yanında özellikle yasa dışı ilaç

yapımında kullanılması, bu türü yasaklı ve tartışmalı bir hale getirirken *Cannabis sativa* L. (hemp) ise günümüzde endüstriyel kenevir olarak bilinmekte olup bu çalışmanın odağını oluşturmaktadır.

Tohumlarından elde edilen yağlar nedeniyle endüstriyel bitki olarak da değerlendirilen kenevir, hem tıbbi-aromatik hem de lif bitkileri arasında yer alan tek yıllık bir bitkidir. Endüstriyel tarımın çok yönlü bitkisi olan kenevirin kullanım alanlarından bazıları tekstil, biyo kompozit, kâğıt yapımı, otomotiv, inşaat, biyoyakıt, fonksiyonel gıda, yağ, kozmetik, kişisel bakım ve ilaç endüstrisidir (Elfordy vd., 2008; Karus ve Vogt, 2004). Farklı kaynaklarda kullanım alanlarıyla ilgili verilen bilgilerde bitkinin 5.000-6.000 kadar kullanım alanı olduğu ifade edilirken; (Salentijn vd., 2015), kenevir için küresel pazarın 25.000'den fazla üründen oluştuğunu tahmin etmektedirler. Kenevirin lif ve tohumlarının ayrı ayrı ekonomik değeri olması kullanım alanlarını çeşitlendirmektedir. Hem tıbbi-aromatik hem de lif bitkileri arasında yer alıp tek yıllık bir bitki olan kenevir, kullanım alanlarının çeşitliliği nedeniyle farklı çalışmalara konu olmuştur. Örneğin (Abel, 1980), kenevirin kullanım alanlarının çeşitliliğine değinirken, farklı kültürlerde (Çin, Japon, Pers, Hint, Arap ve Roma) hangi amaçlarla kullanıldığını ve medeniyetlerin gelişmesine etkilerini tüm yönleriyle ele almaktadır. (Clarke ve Merlin, 2013), kenevirin botanik özellikleri, ekolojisi, tür çeşitliliği ve günümüze kadar geçen sürede geçirdiği değişimler ile gelecekte ortaya çıkabilecek yeni türleri hakkında bilgiler vermektedirler. (Haney ve Kutscheid, 1975), kültür altına alınmış kenevirin ekolojik özelliklerini inceledikleri çalışmalarında geçmiş literatür üzerinden de değerlendirmeler yaparak bitkinin doğal yayılış alanları ile dişi ve erkek türler arasındaki karşılaştırmalar üzerinden değerlendirmeler yapmışlardır. (Kaya ve Öner, 2020), çalışmalarında kenevirin fiziksel ve kimyasal özelliklerine değinmekle birlikte bitkiden nasıl lif elde edildiğini, ayrıca elde edilen liflerin kullanım alanları hakkında bilgi vermektedirler. (Yıldırım ve Koca Çalışkan, 2020), çalışmalarında kenevirin geçmişten bugüne kullanıldığı alanları belirttikten sonra özellikle bitkinin tedavi edici yönlerini incelemişler ve kenevirin pek çok hastalıkta tedavi edici etkisi olduğunu ortaya koymuşlardır. (Başer ve Bozoğlu, 2020), çalışmalarında bitkinin tohum, sap ve çiçeklerinden nasıl faydalandığını aktarmakla birlikte Türkiye’de geçmişten bugüne kenevir politikasının ne olduğu ve günümüzde belirli alanlarda ekimine izin verilen bitkinin ekonomik değeri üzerinde durmuşlardır. (Acar ve Dönmez, 2016), çalışmalarında kenevirin bir enerji kaynağı olarak kullanımı hakkında bilgi vermişlerdir. Ayrıca Coşkun vd. (2023) katkılanmış aktif kenevir biyokütlesinin iletkenliği üzerine yaptıkları gözlemlere göre ileride kenevirin teknolojik cihazlarda kullanılabileceğini rapor etmişlerdir. (Kurtuldu ve Erdem İşmal, 2019), kenevir üzerinde yaptıkları araştırmada tekstil sektöründe önemli bir yeri olan kenevirin çevresel faktörler üzerine de olumlu etkileri olduğunu aktarmışlardır. Aksoy vd. (2019), kenevir tarımının tarihçesi hakkında bilgiler verirken, bitkinin kullanım alanlarının çeşitliliği ve tarımını da değerlendirmişlerdir. (Aytaç vd., 2018), sıcaklık koşullarının kenevirin ekimi sonrasındaki gelişimi üzerindeki etkilerini ele almışlardır. Aydoğan vd. (2020), çalışmalarında Osmanlı döneminden itibaren ülkemizde kenevir yetiştiriciliğinin en çok yapıldığı bölgelerden biri olan Vezirköprü (Samsun) ilçesinde bitkinin yetiştiriciliğini ekonomik yönden incelemişlerdir.

Pek çok farklı alanda kullanıma sahip olan kenevir yetiştiriciliği ülkemizde politik sebeplerle büyük oranda azalmış olmakla birlikte vadettiği potansiyel değerlendirildiğinde sürecin tekrar tersine döndürülmesi gereklidir. Günümüz dünyasının yaşadığı pek çok sorunun çözümünde kenevirin olumlu katkıları olacağı düşünüldüğünden, kenevir üretimi tüm insanlığın geleceği için önemli bir yatırımdır.

İstanbul Aydın Üniversitesi tarafından düzenlenen II. Endüstriyel Kenevir Forumu'nda kenevir "Yeşil Hazine" olarak tanımlanırken, bitkinin doğaya ve insan hayatına katkıları hakkında ifade edilenler özetle şöyledir; Bir dönümlük kenevir tarlasının ürettiği oksijen, 25 dönümlük ormanın ürettiği oksijene eşittir. Bir dönüm kenevir tarlasından üretilen kâğıt, dört dönüm ağaçtan elde edilen kâğıda eşittir. Ayrıca kenevir sekiz kez kâğıda dönüştürülebilirken; ağaç üç kez kâğıda dönüştürebilmektedir. Kenevir dört ayda yetişirken bir ağaç 20-50 yılda yetişebilmektedir. Kenevir, gerçek bir radyasyon temizleyicidir. Kenevir su ihtiyacı çok fazla olmayan bir bitki olduğundan dünyanın her yerinde yetiştirilebilmekte ve kendisini böceklerden koruyabildiği için tarım ilacına da ihtiyaç duymamaktadır. Kenevir ile yapılan tekstil ürünleri yaygınlaşırsa tarım ilacı sektörü tamamen ortadan kalkacaktır. Kenevir; ip, halat, çanta, ayakkabı ve şapka yapımı için ideal bir bitkidir. Kenevirden yapılan ilaçlar, AIDS ile kanser tedavilerinde; kemoterapi ve radyasyonun etkisini azaltmak için kullanılmaktadır. Ayrıca romatizma, kalp, sara, astım, mide, uykusuzluk, psikolojik bozukluklar ve omurga rahatsızlıkları gibi en az 250 hastalıkta da etkilidir. Kenevir tohumunun protein değeri çok yüksektir ve içindeki Omega 3-6-9 yağ asitleri de doğada başka hiçbir yerde bulunmamaktadır. Kenevirle beslenen hayvanlar, hormon takviyesine ihtiyaç duymamaktadırlar. Tek kullanımlık plastik ürünlerin tamamı kenevirden üretilmektedir ve biyopolimer kenevir plastiğinin doğada dönüşmesi oldukça kolaydır. Bir arabanın gövdesi kompozit olarak kenevirden yapılırsa dayanıklılığı çelikten tam on kat fazla olmaktadır. Yangına dayanıklı, ucuz ve esnek bir inşaat malzemesi olan kenevir binaların yalıtımı için de kullanılabilir. Kenevirle yapılan sabunlar ve kozmetik ürünler, suyu kirletmemekte; cilde de hayat vermektedir. Endüstriyel kenevir, yalnızca bir tarım ürünü değil aynı zamanda petrolün de panzehridir (Aydın, 2019). Küresel sıcaklık artışlarıyla birlikte endüstriyel kirlenmenin son derece arttığı ve Dünya'nın geri dönüşü olmayacak bir noktaya sürüklendiği günümüzde kenevir tarımının geliştirilmesi doğaya yeniden var olma şansı tanıyacak, bununla birlikte canlıların yaşamına da pek çok açıdan katkılar sağlayacaktır.

Çalışmada Samsun, Amasya ve Tokat illerinin kenevir yetiştiriciliğine uygunluğu çok kriterli karar verme (ÇKKV) tekniklerinden olan best-worst (BW) yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. BW yöntemi, geleneksel ÇKKV tekniklerinden analitik hiyerarşi süreci (AHS) gibi kriterlerin ikili karşılaştırmalarına dayalıdır. AHS'ye göre farkı tüm kriterler birbirleriyle ikili karşılaştırmaya tabi tutulmaz. BW yönteminde kriterler arasında en iyi ve en kötü olan kriterin diğer kriterlerle ikili karşılaştırması yapılır. Sonuç olarak her kriter için ağırlık değerleri elde edilmiş olur. Daha az ikili karşılaştırma, daha az tutarsız seçimi ortaya çıkardığından BW uygulamalarında modellerin tutarlılık oranı AHS gibi diğer ÇKKV tekniklerine göre daha yüksek değerlere ulaşmaktadır. Ayrıca yöntemin algoritmasının da oldukça hızlı işlem yapması BW yönteminin önemli bir avantajıdır (Rezaei, 2015; 2016). BW yönteminin coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ile kullanımı son yıllarda daha fazla artmıştır. (Pamucar vd., 2017), rüzgâr tribünlerinin kurulacağı yer seçimini belirlemek için yaptıkları çalışmada BW yöntemini kriter ağırlıklarını belirlemede kullanmışlardır. Hashemizadeh vd. (2020), fotovoltaiik enerji santrali kurulumu için en uygun yerlerin belirlenmesinde yedi farklı kriterin önceliklendirilmesinde BW yöntemini kullanmış ve bu yaklaşımın sürdürülebilir enerji yatırımlarına yardımcı olacağını belirtmişlerdir. Ecer (2021), hâlihazırda kurulu olan rüzgâr santrallerinin sürdürülebilirlik faktörlerini BW yöntemi ile değerlendirmiş ve korunan alanlara olan uzaklığın

sürdürülebilirlik performansı açısından en önemli faktör olduğu sonucuna ulaşmıştır. (Everest vd., 2022), yaptıkları çalışmada Çanakkale için çeltik ekimi açısından uygun alanların belirlenmesinde BW yöntemini kullanmışlar ve çalışma sahasının %6'sının çeltik ekimi için çok uygun olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca BW yönteminin hızlı ve pratik olmasının yanında ürün bazlı arazi uygunluk çalışmaları için de güvenilir sonuçlar üreten bir yaklaşım olduğunu belirtmişlerdir.

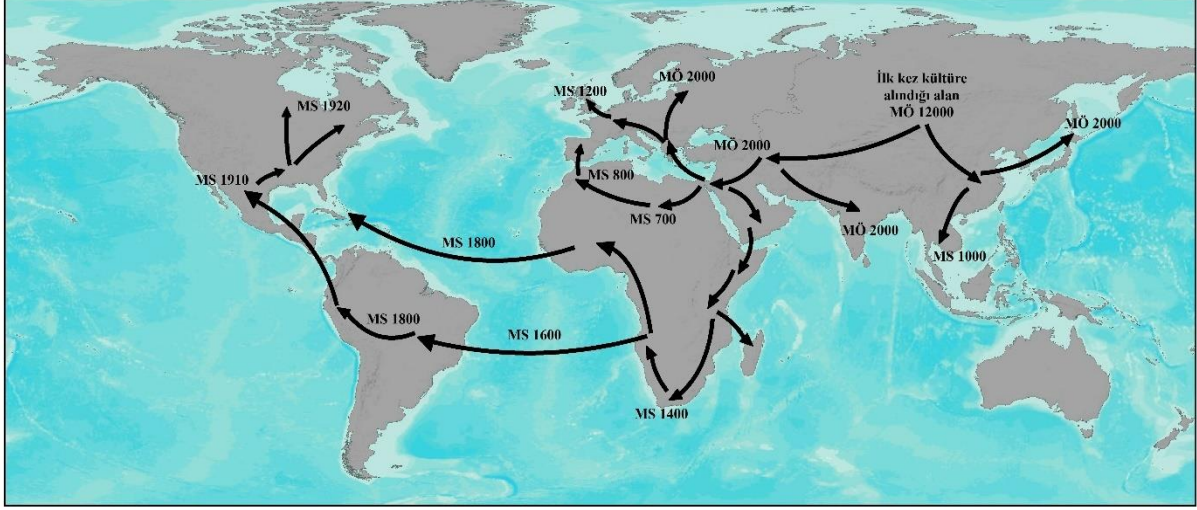
Bu çalışmada kenevir bitkisinin tarihsel ve coğrafi dağılışının incelemesinin yanı sıra bitkinin kullanım alanlarının bir derlemesi sunulmaktadır. Araştırmada odaklanılan konu, seçilen iller için uygun yetiştirme alanlarının belirlenmesiyle beraber ortaya çıkışı nispeten yeni olarak nitelendirilebilen BW yönteminin de tanıtılmasını sağlayacaktır. Bu çalışma, kenevir üretiminin ekonomik getirisinden ziyade; özellikle sanayi devriminden sonraki süreçte doğal çevrenin uğradığı tahribatı azaltabilmek, çeşitli kullanım alanlarını vurgulayarak bu alanları genişletmek, kâğıt üretiminde bitkinin payını artırarak orman ekosistemini korumak, fosil yakıtlardan elde edilen ürünlerin (plastik ve türevleri) kullanımı azaltmak ve tarım ilaçlarının yoğun kullanımını en aza indirebilmektir. Bu amaç kapsamında Yeşilirmak havzasında Samsun, Amasya ve Tokat illerinde kenevir yetiştiriciliği için uygun alanların tespit edilerek bu alanların kenevir üretim sahalarına dönüştürülmesi hedeflenmektedir. Ayrıca bu araştırma, BW yönteminin CBS çerçevesinde ürün temelli tarımsal uygunluk haritalamalarında kullanımına bir örnek teşkil etmektedir.

### 1.1. Kenevir Bitkisinin Kökeni ve Dünyaya Yayılışı

Farklı ekolojik bölgelerde yetiştirilebilen kenevir hakkındaki bilgiler polen ve tohum analizlerine dayanır. Sibiryada M.Ö. 3000'lere dayanan kurgan mezar höyüklerinde yanmış kenevir tohumları bulunmuştur (Godwin, 1967). Turfan Havzası'ndaki Yanghai mezarları gibi Sincan ve Sibiryada da M.Ö. 2500 yıllarında Kafkas soylularının mezarlarındaki mumyaların cesetlerinin psikoaktif *Cannabis sativa* içerdiği rapor edilmiştir (Jiang vd., 2006; Russo vd., 2008). Kenevirin yaygın olarak ılıman Orta veya Batı Asya topraklarında özgü bir bitki olduğu düşünülmeyle birlikte Doğu Asya'ya kadar uzanabileceği muhtemeldir (Li, 1973). Bu konuda farklı araştırmacıların çalışmaları olmakla birlikte ortak bir görüş belirlenmemiştir. Biyocoğrafya alanında çalışmalar yapan bir araştırmacı olan (De Candolle, 2014), kenevirin Güney Hazar Bölgesi'ne ait olduğunu ifade etmiştir. Sharma (1979), yaptığı çalışma sonucunda kenevirin Sibiryada, Çin veya Himalayalar'a özgü olduğunu belirtirken, Small vd. (2003), bitkinin Orta Asya bozkırlarında özellikle Moğolistan ve Güney Sibiryaya özgü olduğunu belirtmişlerdir. Piomelli ve Russo (2016), kenevirin kökenini "Merkezi Asya ya da muhtemelen Himalayalar'ın etekleri" olarak belirtmişlerdir.

Kenevir büyük bir ihtimalle Aryan istilaları sırasında M.Ö. 2000 ile 1000 yılları arasında Güney Asya alt kıtasına taşınmıştır (Zuardi, 2006). Aryan dünyasında yaygın olarak kullanılan ve Rig Veda'da çokça ifade edilen ünlü ilaç Soma'nın kenevir olabileceği düşünülmektedir (Bennett, 2010; Clarke ve Merlin, 2013). Hindistan'dan gelen göç dalgalarıyla 7. yüzyılda Tibet ve Nepal'e taşınan kenevir, M.S. 6. yüzyılda Güneydoğu Asya'ya tanıtılmıştır (Martin, 1975). Kenevirin Ortadoğu'ya ulaşması ise M.Ö. 2000 ile 1400 yılları arasındadır (Aldrich, 1997). İskitler muhtemelen yüzyıllarca işgal altında tuttukları güneydoğu Rusya ve Ukrayna'ya keneviri taşıdılar. Aryan tüccarları ve savaşçıları Doğu Avrupa'ya keneviri belki de M.Ö. 3000 gibi erken bir zamanda getirdiler (Clarke ve Merlin, 2013). Yine İskitler

ritüelleri için kullandıkları ve ayrıca mezarlarına koydukları keneviri İran ve Anadolu topraklarına taşımışlardır (Artamonov, 1965). Bu bilgilere göre bitki kesinlikle Eski dünya kökenli ve tarih öncesi dönemlerde Asya'nın birçok bölgesini doğal olarak işgal etmiş ve buralardan tüm Dünya'ya yayılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Cannabis sativa'nın tarihsel/coğrafi dağılımı

Kaynak: Warf, 2014'ten düzenlenmiştir.

İnsanlığın en eski bitkilerinden biri olduğuna inanılan kenevir; Neolitik zamanlardan beri lif kaynağı, yağ, yiyecek, ilaç ve sarhoşluk veren bitki olarak yetiştirilmektedir (Fleming ve Clarke, 1998; Li, 1973; Schultes, 1973). Lifleri için yetiştirilen kenevir M.Ö. 2000-1000 yılları arasında Asya'nın batısına ve Mısır'a ardından da Avrupa kıtasına ulaşmış, Avrupa kıtasında bitkinin yaygın olarak ekimi M.S. 500'lü yıllarda başlamıştır. Amerika kıtasının kenevir ile tanışması 1545 yılında bitkinin Güney Amerika'ya (Şili) ulaşmasıyla olmuş ve kenevir 1606 yılında Kuzey Amerika'ya (Port Royal Acadia) getirilmiştir (Small, 1979).

Lif için yetiştirilen kenevir, Batı Asya ve Mısır'a ve ardından M.Ö. 2000 ile 1000 yılları arasında Avrupa'ya tanıtılırken, Avrupa'da kenevir ekimi M.S. 500'den sonra yaygınlaşmıştır. Batı dünyasının ılıman bölgelerinde en önemli lif ürünleri arasında yer alan kenevirin en parlak dönemi 16. yüzyıldan 18. yüzyıla kadar olan dönem olmuştur. Kenevir, Avrupa kıtasında ise önemini 19. yüzyılın ortalarına kadar korumuş ve bu döneme kadar kıta Avrupası'nın önemli bitkilerinden biri olmuştur (Boyce, 2021).

Yapılan derlemelerden çıkarılacak sonuç, bitkinin çok geniş bir coğrafi dağılışa sahip olduğudur. Bitki, Çin'den Hindistan'a; Orta Asya'dan Anadolu ve Avrupa'ya; Orta Doğu'dan Afrika'ya; oradan da Latin Amerika ve Kuzey Amerika'ya kadar dağılmıştır.

## 1. 2. Kenevirin Ekolojisi, Üretimi ve Ekonomik Değeri

Doğal koşullar altında nehir ve göl kenarlarındaki tarım arazilerinin sınırlarında kendiliğinden yetişen kenevir, iyi drene edilmiş topraklara, yeterli güneş ışığına ve neme ihtiyaç duyar (Clarke ve Merlin, 2013; Small, 2015). Sıcaklık, su ve ışık gibi çevresel faktörler bitkinin hem morfolojisi hem de fizyolojisi üzerinde önemli etkilere sahiptir. Ayrıca bitki ılık iklim kuşağından subtropik iklim kuşağına kadar geniş bir sahada yayılmaktadır. Ortalama 15,6–26,6°C sıcaklıklarda optimum gelişim gösteren



kenevir, ilkbahar geç donlarına karşı hassasiyet gösterir ve  $-5^{\circ}\text{C}$ 'den daha düşük sıcaklıklarda zarar görürken, düşük sıcaklıklar bitkinin çimlenmesini de geciktirir. Yabani kenevirler sel baskınlarının olduğu alüvyon bölgelerde doğal olarak yetişmektedir (Haney ve Bazzaz, 1970; Haney ve Kutscheid, 1975). İyi drenaja sahip, derin, havadar, besin maddelerince zengin, kireçli, gevşek ve organik madde bakımından zengin topraklar kenevirin en iyi geliştiği topraklardır. Ağır, hafif, fakir, geçirgenliği zayıf, asitli topraklar ile hafif kurak ve kumlu topraklar kenevir tarımı için uygun değildir. Kenevir besin maddesi açısından zengin toprakları sever. Yetiştirildiği toprakta nem olması bitkinin gelişimini hızlandırırken, toprağın uzun süre suyla kaplı olması yapraklarında sararmalara neden olur (Gizlenci vd., 2019).

Kenevir için ideal topraklar verimli, sıkıştırılmamış, topraklardır. Yüksek oranda kil içeren topraklar kenevirin verimliliğini düşürür. Kumlu topraklar, kenevir üretiminde sulama ve gübreleme ihtiyacını arttırdığından ekonomik değildir. Kenevir yetiştiriciliği için uygun topraklar nötr, hafif alkali ve pH değerleri 5,8 ile 7,5 arasında olmalıdır (Bocsa ve Karus, 1998). Organik madde açısından zengin ve özellikle hayvan gübresi olan topraklar kenevir yetiştiriciliğinde oldukça verimlidir.

Farklı sıcaklık değerlerinde gelişebilmesine rağmen bitki ılıman bölgeler için çok uygundur. Kenevirin çimlenmesi için yüksek sıcaklıklara ihtiyaç duyması bitkinin ekiliş döneminin gecikmesine neden olmaktadır (Bocsa ve Karus, 1998). Karadeniz kıyı şeridi gibi nemli iklim bölgelerinde rahatlıkla yetişebilen kenevir, daha kurak bölgelerde sulamaya ihtiyaç duyar. Bitkinin lif üretimi için dört ay, tohum üretimi için beş ay vejetasyon süresine ihtiyacı vardır. Karadeniz bölgesi gibi nemli ve yağışlı bölgelerde bitkiden alınan lif verimi yüksekken, yetersiz yağış (700 mm'den az yağış) alan bölgelerde sulama yoluyla ürün alınabilir. Yüksek sıcaklık ve kuraklık bitkinin olgunlaşmasını hızlandırmakla birlikte lif verimini ve kalitesini düşürmektedir (Gizlenci vd., 2019). Kenevir bitkisinin farklı türleri arasında ve farklı iklim koşullarına göre sıcaklık istekleri hakkında kesin bilgiler bulunmamaktadır.

Kenevir yetiştirilecek alanlarda ekim öncesi toprak hazırlığı da oldukça önemlidir. Bir önceki yıl yetiştirilen ürünün hasadı sonrasında tarlanın derin olarak sürülmesi ve ekime hazır hale getirilmesi verimi olumlu yönde etkileyecektir. Bulunduğu bölgenin ekolojik koşullarına göre değişmekle birlikte ülkemizde kenevir ekimi ilkbahar aylarında yapılır. Tohumlarının toprağa ekilmesi elle ya da tarım makineleri kullanılarak yapılabilir. Gizlenci vd. (2019) kenevir ekimi sırasında pinomatik mibzer kullanımının son derece önemli olduğunu, bu şekilde tohumların istenilen aralıkta ve derinlikte toprakla buluşturulabileceğini ifade ederler. Ekimde kullanılacak tohum miktarı üretim amacına göre değişmektedir. Yapılan ekimden lif elde edilmesi planlanıyorsa 20 cm arayla metrekareye 160 bitki, tohum için üretim yapılıyorsa yine 20 cm arayla bu kez metrekareye 120 bitki ekilmelidir. Ekilen bitki tohumlarının derinliği ise kolaylıkla yüzeye çıkmaları açısından 2 ya da 3 cm olarak ayarlanmalıdır.

Kenevir yetiştiriciliği tohum ve lif üretimi olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilir. Başer ve Bozoğlu, 2018 yılında Dünya'da kenevir tohumu üretimi yapılan 32.140 ha alandan 142.883 ton ürün elde edildiğini, Fransa'nın bu üretim içerisinde 16.511 ha ile ilk sırada olduğunu ifade ederler. Kenevir tohumu üretiminde Fransa'nın ardından Rusya (4.691 ha) ikinci, Çin (4.342 ha) üçüncü ve Şili (2.660 ha) dördüncü sıradadır. Türkiye kenevir tohumu üretiminde 6 ha alan ile Dünya kenevir tohumu üretiminin %0,2'sine sahiptir. Birim alandan (birim alan = hektar) alınan verimlere bakıldığında Fransa

(7.592 kg) ilk sırada gelirken, Fransa'yı İspanya (5.357 kg) ve Çin (2.722 kg) takip eder. Türkiye'de hektar başına alınan verim 500 kg'dır. Lif olarak yapılan üretimde Dünya'da 2018 yılında 41.588 ha alanın ekimi yapılmış ve bu alanlardan 60.657 ton kenevir lifi üretilmiştir. Kenevir lifi üretiminde en fazla üretim yapılan yer Kuzey Kore (21.457 ha) olurken, Kuzey Kore'yi Çin (4.449 ha), Şili (4.386 ha) ve Rusya (3.262 ha) takip eder. Türkiye'de kenevir lifi üretimi için ayrılan saha 10 ha'dır. Birim alandan (birim alan = hektar) alınan verimlere bakıldığında Hollanda'nın 7.644 kg, İtalya'nın 6.911 kg, Avusturya'nın 4.745 kg ve Türkiye'nin 900 kg ürün aldığı görülür (Başer ve Bozoğlu, 2020).

Türkiye'de yıllara göre kenevir üretimi lif ve tohum olarak iki farklı şekilde gerçekleştirilmektedir. 2004 yılı öncesinde üretim yalnızca Samsun, Çorum, Kütahya ve Kastamonu illerinde yapılmıştır (Aydoğan vd., 2020). Türkiye'de kenevir tohumu üretimi 2005 yılında 650 dekar alanda yapılmış olup bu alanlardan 30 ton ürün alınmıştır. 2006 yılında azalmaya başlayan ekim alanı 2013 yılına kadar dalgalı olarak devam etmiş ve aynı şekilde üretim miktarları da düşmüştür. 2013 yılında 7 dekar alanda yetiştirilen kenevir tohumundan 1 ton ürün alınmıştır. 2014 yılından itibaren genişleyen tohum üretim alanları 2019 yılında 536 dekar alana ulaşmış ve bu alanlardan 20 ton tohum üretilmiştir. 2020 yılında 4252 dekar alanda yetiştirilen kenevir tohumundan 273 ton ürün alınırken, 2021 yılında 317 dekar alandan 20 ton ve 2022 yılında 1963 dekar alandan 159 ton ürün alınmıştır. Kenevir lifi üretiminde de tohum üretiminde olduğu gibi dalgalı bir seyir görülür. 2005 yılında 650 dekar alandan 55 ton kenevir lifi elde edilirken, ekiliş alanları ve üretim miktarları sürekli azalarak 2015 yılında 10 dekar alandan 1 ton lif üretimine kadar gerilemiştir. 2016 yılından itibaren genişleyen ekim alanları ve üretim miktarı 2019 yılında 160 dekardan 19 ton lif üretimine ulaşmıştır. 2020 yılında 101 dekar alandan 9 ton ürün alınırken, 2021 yılında 324 dekar alandan 21 ton ve 2022 yılında 365 dekar alandan 31 ton ürün alınmıştır (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Türkiye'de yıllara göre kenevir ekim alanları ve üretim miktarları.

Yıllar	Kenevir Lifi		Kenevir Tohumu	
	Ekim Alanı (da)	Üretim (ton)	Ekim Alanı (da)	Üretim (ton)
2005	650	55	650	30
2006	645	60	645	13
2007	559	38	529	24
2008	294	21	294	12
2009	66	4	66	3
2010	221	10	221	7
2011	157	16	140	8
2012	63	6	64	4
2013	12	1	7	1
2014	10	1	10	1
2015	10	1	10	1
2016	45	7	25	1
2017	46	7	24	1
2018	55	7	59	3
2019	160	19	536	20
2020	101	9	4252	273
2021	324	21	317	20
2022	365	31	1963	159

**Kaynak:** TÜİK ekim ve üretim istatistikleri.

Kenevir pazar alanı geniş ve uluslararası ölçekte ticareti yapılan önemli bir bitki olmasına rağmen, yetiştiriciliğinin sıkı denetime tabi olması üretimi ve ticaretine ait güvenilir verilere ulaşmayı

zorlaştırmaktadır. Dünya pazarlarında kenevir yağı olarak ihraç edilen ürünlerin toplam değeri 2017 yılında 2,55 milyar Amerikan dolaryken, 2021 yılı verilerine göre 3,56 milyar Amerikan dolarına ulaşmıştır. Bu veriler geçen kısa süre içerisinde sektörün %39,4 oranında büyüdüğünü gösterir. Kenevir yağı ihracatında önde gelen ilk 5 ülke Çin, Hindistan, ABD, İspanya ve Almanya'dır. Kenevir yağı tedarikini elinde bulunduran bu ülkelerin yıllık ihracatları tüm kenevir yağı ihracatının %71,8'ini oluşturur (URL 1).

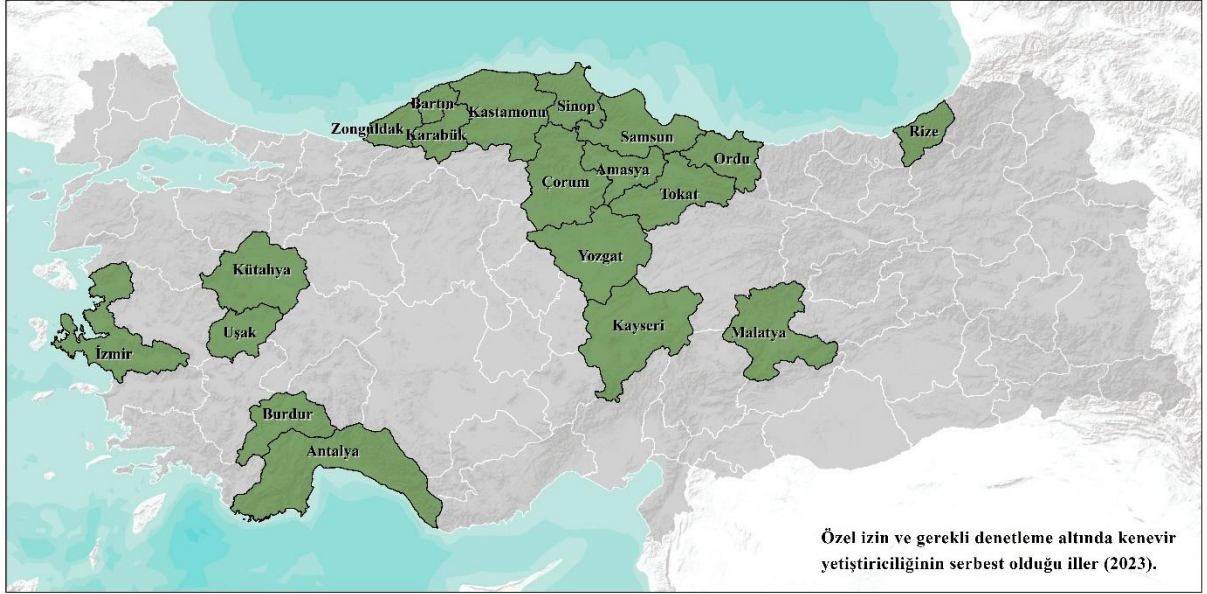
Türkiye kenevir üretiminde oldukça gerilerde yer almakta olup 2022 yılında lif ve tohum olmak üzere kenevirden elde edilen ürün miktarı 190 tondur. Aydoğan vd., (2020) Vezirköprü (Samsun) ilçesinde kenevir ekilen alanlarda yaptıkları çalışmalarda, bitkiden beş farklı şekilde elde edilen ürünlerin maliyetleri ve kârlılıklarını hesaplamış, ayrıca sahada yetiştiriciliği en fazla olan ürünlerin bir kısmı ile kenevir üretimini ekonomik açıdan karşılaştırılarak kenevir üretiminden elde edilen gelirleri net olarak ortaya koymuşlardır. Çalışma sonucunda sap ve tohumların ham olarak pazarlanması sonucu dekarda nisbi kârın (nispi kâr, işletmeye yatırılan bir birim sermayenin üretim faaliyeti sonucunda işletmeye getirisidir) 1.87 TL ve lif kısmını saplarından ayırmadan ham olarak yapılan pazarlamadan dekarda nisbi kârın 1.83 TL olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca kenevir üretiminden elde edilen kâr ilçede en çok yetiştirilen ürünlerle kıyaslandığında, nisbi kârın kenevir ürünlerinde ortalama 1.85 TL, ayçiçeğinde 1.53 TL, buğdayda 1.36 TL, silajlık mısırdaki 1.34 TL ve şekerpancarında 1.27 TL olduğu görülmüştür (Aydoğan vd., 2020). Gerekli izinler alınarak yapılan kenevir ekimine dekara başına olan 700 TL devlet desteği de eklendiğinde bitkinin yetiştiriciliği ekonomik olarak daha cazip hale gelecektir.

### 1.3. Çalışma Sahasının Genel Coğrafi Özellikleri

Ülkemizde endüstriyel kenevir ekiminin izin verildiği on dokuz il bulunmaktadır. Endüstriyel kenevirin yetiştirilmesi; Amasya, Antalya, Bartın, Burdur, Çorum, İzmir, Karabük, Kastamonu, Kayseri, Kütahya, Malatya, Ordu, Rize, Samsun, Sinop, Tokat, Uşak, Yozgat ve Zonguldak illerinin tüm ilçelerinde izinli ve gerekli denetimler altında yapılmaktadır (Şekil 2).

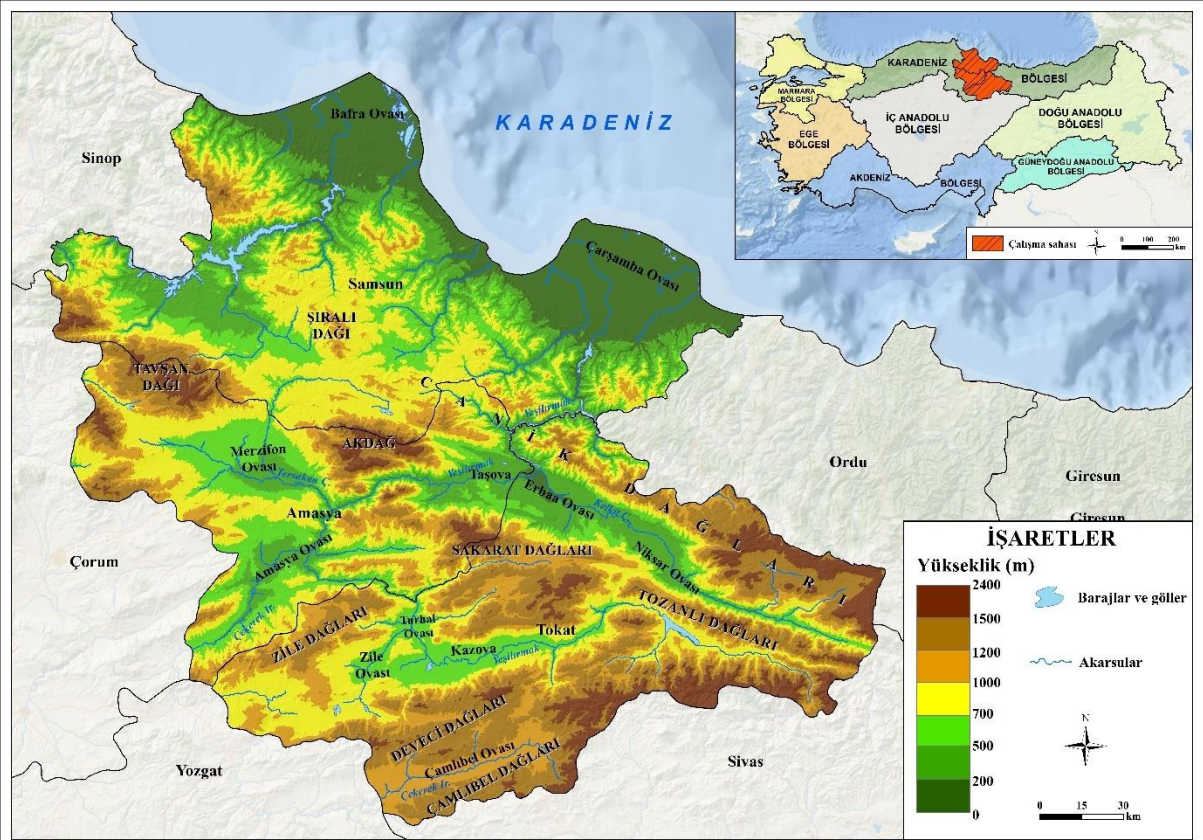
Çalışma sahası olarak bu on dokuz il arasından Samsun, Amasya ve Tokat illerinin idari sınırları coğrafi ortam faktörleri dikkate alınarak seçilmiştir (Şekil 3). Araştırma alanı Karadeniz Bölgesi'nin Orta Karadeniz Bölümü'nde Yeşilirmak Havzası'nda yer alır. Samsun, Amasya, Tokat ve Çorum illerinin bulunduğu saha İstatistik Bölge Birimleri Sınıflamasında (İBBS) Düzey 2 bölgeleri arasında TR83 koduyla yer alan Orta Karadeniz Bölgesi'ni ve Orta Karadeniz Kalkınma Ajansı Bölgesi'ni (OKA) oluşturur. Bölge sistematığına göre idari bölgeler fonksiyon bölgeleri içerisinde yer almaktadır. İdari bölge niteliği taşıyan Samsun, Amasya ve Tokat illerinin idari alanları çalışma sahası olarak belirlenmiş, TR83 bölgesi içerisinde yer alan Çorum ilinin doğal ekolojik koşullarıyla toprak özelliklerinin kenevir tarımı için ekonomik olarak yeterli olmadığı düşüncesiyle bu alan kapsam dışında bırakılmıştır.

Çalışma sahasının ana jeomorfolojik özelliklerini farklı yükselti basamaklarında yer alan dağlık-platoluk alanlar, tektonik depresyonlar ile ovalar, vadiler ve delta ovaları oluşturur. Kuzeyde yer alan Samsun, Canik Dağları'nın oluşturduğu yükselti ve bunların kuzeye doğru alçaldığı uzantılar üzerinde yer alır. Deniz kıyısından güneye doğru yükseltinin kademeli olarak arttığı sahanın en alçak kesimlerinde alüvyal malzemeye bezenmiş Çarşamba ve Bafra delta ovaları yer alır.



Şekil 2. Türkiye'de izinli olarak endüstriyel kenevir yetiştiriciliğine izin verilen iller.

Kaynak: Kenevir Yetiştiriciliği ve Kontrolü. Mevzuat no: 22881, Bölüm 2, Madde5/1.



Şekil 3. Çalışma sahasının fiziki haritası. Çalışma sahasının sınırlarını Samsun, Amasya ve Tokat illerinin idari sınırları oluşturmaktadır.

Bu ovalar primer faaliyetler olarak adlandırılan tarımsal üretimin en yaygın olduğu sahalardır. Yeşilirmak ve kolları tarafından oluşturulmuş bir delta ovası olan Çarşamba ovası batıdaki Bafra

Ovası'ndan daha büyük bir alana sahiptir. Delta ovalarından güneye gidildikçe yükselti önce 1000 metrelerin üzerine çıkmakta ve tekrar 500 metrelere kadar inmektedir. Yükseltinin azaldığı bu saha KAF (Kuzey Anadolu Fayı) boyunca uzanan Ladik Gölü'nün de içerisinde yer aldığı Lâdik-Havza depresyon sahasıdır. Tektonik kökenli bir depresyon sahası olan Lâdik-Havza depresyonu ilin güney kesimlerindeki alçak sahaları oluşturur. Dağlık sahanın güneyini ise Canik dağları ve bu dağlık sahanın batısında bulunan Akdağlar ile Kunduz dağları yöresi kuşatır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) iklim verilerine göre il genelinde ortalama sıcaklıkların yıllık  $14,6^{\circ}\text{C}$  olduğu görülür. Sıcaklık ortalamaları nisan ( $11,3^{\circ}\text{C}$ ) ayından itibaren  $10^{\circ}\text{C}$ 'nin üzerine çıkar, mayıs ( $15,6$ ), haziran ( $20,2^{\circ}\text{C}$ ) temmuz ( $23,2^{\circ}\text{C}$ ), ağustos ( $23,6^{\circ}\text{C}$ ) ve eylül ( $20,3^{\circ}\text{C}$ ) ayları boyunca da  $10^{\circ}\text{C}$ 'nin üzerinde kalmaya devam eder. Yıllık toplam yağış miktarı 719,5 mm olan ilde yağışların aylara dağılışı da nispeten homojendir. En yüksek yağışın olduğu kasım ayında toplam 83,4 mm yağış düşerken yağışların en az olduğu temmuz ayında 34,8 mm yağış düşmektedir (MGM, 2023). Ortalama  $15,6-26,6^{\circ}\text{C}$  sıcaklıklarda optimum gelişim gösteren ve 700 mm toplam yağış alan yerlerde doğal olarak yetişebilen kenevir tarımı için Samsun ili oldukça elverişlidir.

Çalışma sahasının idari açıdan ikinci ünitesi olan Amasya ilinin ana jeomorfolojik ünitelerini Amasya ovası ile ovayı kuşatan dağlık-platoluk sahalara, depresyonlar ve tektonik ovalar oluşturur. Kuzeyde Kunduz dağı, Tavşan dağı ve Canik dağlarının güney yamaçlarını oluşturan yüksek saha Amasya ilinin kuzey sınırlarını oluşturmakta olup, kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzanır. Dağlık sahanın güneyinde yer alan Erbaa-Taşova depresyonu ile Suluova-Merzifon depresyon sahası bölgenin alçak kesimleridir. Tersakan çayının alüvyonlarıyla bezenmiş Suluova ve Merzifon ovaları ile Yeşilirmak alüvyonlarıyla bezenmiş Taşova sahanın tarımsal potansiyeli yüksek ovalarıdır. İlin ikinci kuşak çöküntü sahasını oluşturan Amasya ovası, çevresindeki dağlık-platoluk sahalarda içerisinde jeomorfolojik bir havza görünümündedir. Amasya ovasının kuzeyi bütünüyle Çakır dağlarıyla kaplıyken, doğuda Sakarat ve Sarıtaş dağları, güneyde Zile dağları (Buzluk) ve batıda Kırlar dağı yer alır. Amasya ovası ve çevresinin suları Yeşilirmak ile kolları (Çekerek ırmağı, Tersakan Çayı ve Çorum çayı) tarafından drene edilir. MGM verilerine göre il genelinde yıllık ortalama sıcaklığın  $13,6^{\circ}\text{C}$  olduğu görülür. Sıcaklık ortalamaları nisan ( $13,4^{\circ}\text{C}$ ) ayından itibaren  $10^{\circ}\text{C}$ 'nin üzerine çıkar, mayıs ( $17,6$ ), haziran ( $21,3^{\circ}\text{C}$ ) temmuz ( $23,8^{\circ}\text{C}$ ), ağustos ( $23,9^{\circ}\text{C}$ ) ve eylül ( $20^{\circ}\text{C}$ ) ayları boyunca da  $10^{\circ}\text{C}$ 'nin üzerinde kalmaya devam eder. Yıllık toplam yağış miktarı 461,6 mm olan Amasya'da kenevir yetiştiriciliği için sulamaya ihtiyaç duyulur (MGM, 2023).

Çalışma sahasının üçüncü ili olan Tokat, yine dağlık-platoluk sahalara, bu dağlık sahalara bir diğerinden ayıran depresyonlar ve depresyon sahalarda içerisinde yerleşmiş vadiler ile bu vadilerin çevresindeki alüvyon ovalardan oluşur. Kuzeyden güneye doğru kuşaklar halinde uzanan ve tarımsal üretimin yoğun olarak yapıldığı ilk depresyon sahası Kelkit-Yeşilirmak depresyonudur. Depresyon sahası içerisinde yer alan Niksar-Erbaa ovaları, Kelkit çayı alüvyonlarıyla bezenmiş tarımsal üretim potansiyeli yüksek alanlardır. Güneydoğu-kuzeybatı doğrultulu bir uzanışa sahip depresyon sahasının kuzeyi Canik Dağları, güneyi ise Tozanlı ve Sakarat dağları tarafından kuşatılmıştır. İlin merkezi kısımlarında yer alan Tozanlı (Tozanlı-Almus-Tokat-Kazova-Turhal-Zile) depresyonu ikinci kuşak depresyon sahasını oluşturur. Yeşilirmak vadisinin içinden geçtiği bu depresyon sahasında doğudan batıya doğru Gözova (Omala) ovası, Tokat ovası, Kazova ve Turhal ovaları yer alır. Turhal ovasından

Hamidiye boğazı, Kazova'dan Ütük beli ile ayrılan Zile ovası depresyonun batı kısımlarını oluşturur. Tozanlı depresyonunun kuzeyi batıdan doğuya doğru Zile dağları, Buzluk dağı, Kamat dağı, Hanife-Arhyo dağları, Bakımlı Dağı ve Yaylacık dağı tarafından çevrelenmiştir. Depresyonu güneyden kuşatan Deveci dağları ve bu dağların ön sıralarını oluşturan Akdağları, Silisözü depresyonu ayırır. Depresyon sahasının güneyinde yer alan Çamlıbel ovası ise Çekerek ırmağı alüvyonlarıyla bezenmiştir. MGM verilerine göre il genelinde ortalama sıcaklıkların 12,5°C olduğu görülür. Sıcaklık ortalamaları nisan (12,5°C) ayından itibaren 10°C'nin üzerine çıkar, mayıs (16,4), haziran (19,7°C) temmuz (22,1°C), ağustos (22,4°C) ve eylül (18,8°C) ayları boyunca da 10°C'nin üzerinde kalmaya devam eder. Yıllık toplam yağış miktarı ise 434,3 mm'dir(MGM, 2023). Kenevir yetiştiriciliği için ihtiyaç duyulan sıcaklık değerlerine sahip olan ilde bitkinin yetiştirilmesi için sulamaya ihtiyaç duyulur.

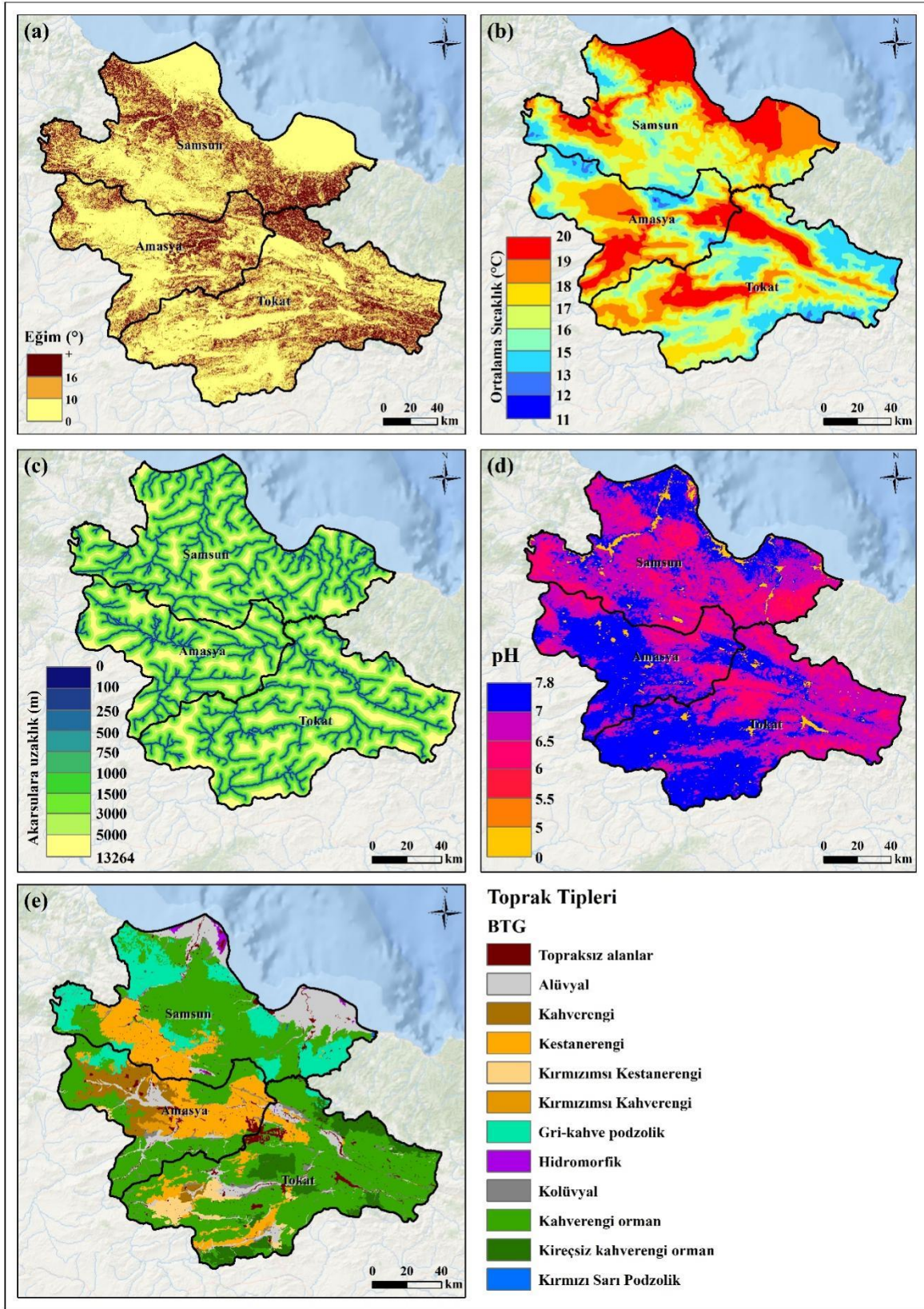
## 2. Veri ve Yöntem

### 2.1. Çalışmada Kullanılan Çevresel Faktörler

Çalışmanın amacına uygun olarak analiz öncesi kenevir bitkisinin ekolojik istekleri dikkate alınarak çevresel değişkenler tespit edilmiştir. Bu başlık altında verilerin alındığı kaynaklar ve ön işlemler anlatılacaktır. Kenevir yetiştiriciliğinde önemli olduğu düşünülen çevresel değişkenler bitkinin ekolojik istekleri temel alınarak eğim, ortalama sıcaklık, toprak tipleri, pH ve akarsulara uzaklık olarak belirlenmiştir. Bu faktörler birtakım CBS araçları kullanılarak çalışma sahasının sınırlarına göre hazırlanmıştır (Şekil 4). Değişkenler arasından eğim ve akarsulara uzaklık 30 m mekânsal çözünürlüğünde bir sayısal yükseklik modeli (SYM) kullanılarak üretilmiştir. Ortalama sıcaklık verisi WorldClim veri tabanından elde edilen ve kenevirin çimlenmeden hasat süresine kadar olan mayıs-eylül arasını kapsayan döneme ait sıcaklık değerlerinin ortalaması alınarak düzenlenmiştir (Fick ve Hijmans, 2017). Toprak tipleri, Tarım ve Orman Bakanlığı'ndan elde edilen büyük toprak grupları (BTG) verisinin raster dönüşümü yapılarak üretilmiştir. Son olarak ise Google Earth Engine platformu yardımıyla SoilGrids veri tabanından sahadaki pH değerlerinin mekânsal dağılışını içeren veri elde edilmiştir (de Sousa vd., 2020) (Çizelge 2). Çalışmada kullanılan tüm katmanlar ve alan hesaplamaları WGS 1984 UTM Zone 37 koordinat sistemine göre düzenlenmiştir.

**Çizelge 2.** Çevresel parametreler, kullanılan birim, veri kaynakları ve hazırlanmasında kullanılan CBS işlemleri.

Faktör	Birim	Veri Kaynağı	İşlem
Eğim	Derece (°)	ASTER	Spatial analysis
Ortalama Sıcaklık	°C	WorldClim	Resample
Toprak tipleri	Kategorik	Tarım ve Orman Bakanlığı (BTG)	Raster dönüşüm
pH	Özgün	SoilGrids	Resample
Akarsulara uzaklık	m	ASTER	Euclidean distance



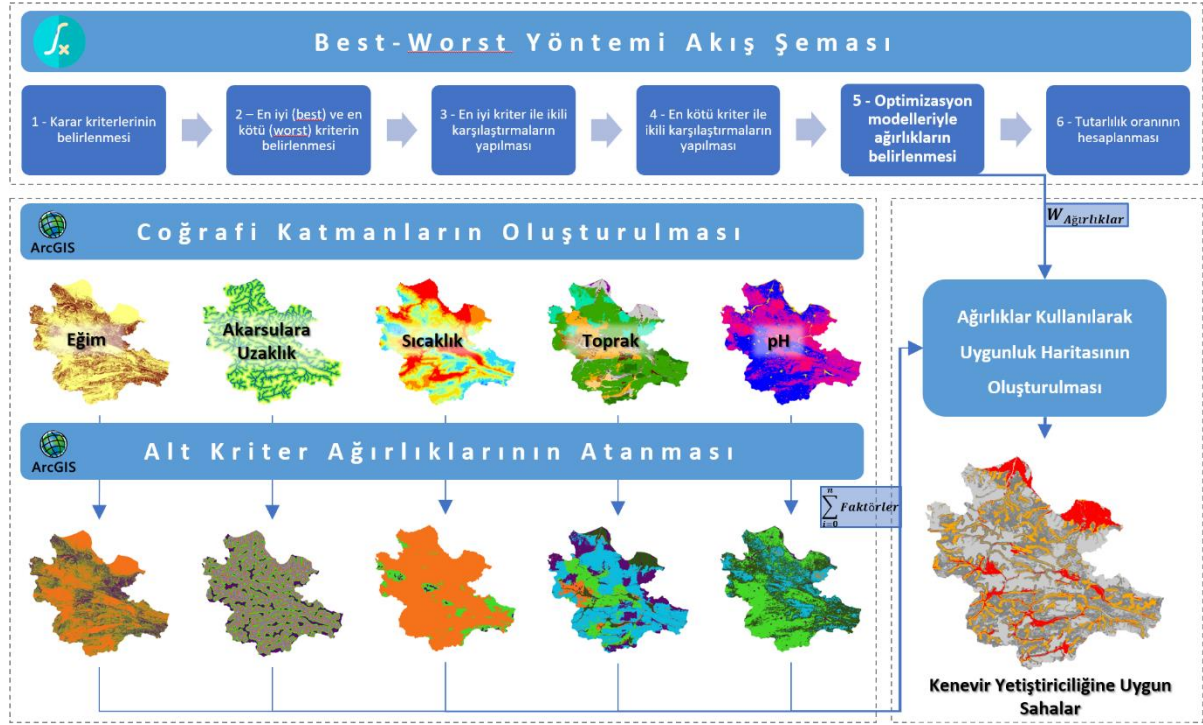
Şekil 4. Analizde kullanılan çevresel parametreler. (a) eğim, (b) ortalama sıcaklık, (c) akarsulara uzaklık, (d) pH, (e) toprak tipleri.

## 2.2. Yöntem

Çok kriterli karar verme (ÇKKV) teknikleri CBS temelli mekânsal analizlerde örnek veri setinin olmadığı arazi uygunluk, afet duyarlılık gibi haritalama çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Bu çalışmada ÇKKV tekniklerinden olan best-worst (BW) yöntemi tercih edilmiştir. BW yöntemi analitik hiyerarşi süreci (AHS) gibi diğer ÇKKV tekniklerine göre daha az ikili karşılaştırmaya dayalı pratik bir yöntemdir (Everest vd., 2022). Nispeten daha yeni olan BW yönteminin AHS'ye göre daha yüksek tutarlılığı dolayısıyla zamanla daha popüler olacağı belirtilmiştir (Mi vd., 2019). BW yönteminin iki farklı uygulaması bulunmaktadır. Bunlardan ilki çoklu ideal sonuçlara ulaşmak için kullanılan doğrusal olmayan (non-linear) ikincisi ise benzersiz tek bir çözüm sunan doğrusal (linear) BW yaklaşımlarıdır (Rezaei, 2015; 2016). Bu çalışmada BW hesaplamasından elde edilen sonuçlar, kriter ağırlıkları olarak kullanılacağı ve faktörler arasında önem sırasının belirleyici olması dolayısıyla doğrusal BW yöntemi tercih edilmiştir. BW yönteminde tüm kriterler arasından en önemlisi (best) ve en az önemli (worst) olanı seçilir. Ardından diğer kriterler sırasıyla en önemli ve en az önemli kritere göre derecelendirilir. Bu aşama AHS yöntemine göre daha az ikili karşılaştırma içermesi dolayısıyla seçimler arası yapılacak tercihler ve derecelendirmelerde tutarsızlığı minimize etmektedir. En önemli ve en önemsiz kriterlere göre yapılan ikili karşılaştırmalarla oluşturulan optimizasyon modeli ile kriter ağırlıkları belirlendikten sonra model doğruluğunu değerlendirmek üzere tutarlılık oranı hesaplanır. Tutarlılık oranı 0-1 arasında ondalık değerler alır. Modelin tutarlılık oranı ile ilgili net bir eşik değer bulunmamakla birlikte bu değer sıfıra yaklaştıkça model doğruluğunun o oranda yükseldiği belirtilmektedir (Mi vd., 2019; Pamucar vd., 2017). BW yönteminin uygulanması ve tutarlılığının hesaplanması altı aşamada gerçekleştirilmiştir. Şekil 5'te BW yöntemi ve CBS'de üretilen çevresel faktörlerin üretim aşamalarıyla beraber analizin akış şeması verilmiştir.

Çevresel faktörlerin alt kriterlerinin derecelendirmesi kenevir bitkisinin ekolojik istekleri dikkate alınarak yapılmıştır. Çalışma sahasının genel coğrafi özellikleri başlığı altında kenevirin yetiştirme şartları çalışma sahasındaki tüm illerin coğrafi özelliklerine göre değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmeler ana faktörlerin belirlenmesi ve alt kriterlerin değerlendirilmesinde kullanılmıştır.





Şekil 5. Best-Worst yöntemi ve çevresel parametrelerin oluşturulmasını gösteren analizin akış şeması.

### 3. Bulgular

Yukarıdaki aşamalara uygun olarak bu çalışmada Samsun, Amasya ve Tokat illerinde kenevir yetiştiriciliğine uygun yerlerin belirlenmesi amacıyla öncelikle kenevir bitkisinin ekolojik isteklerine göre çevresel faktörler (eğim, ortalama sıcaklık, akarsulara uzaklık, pH, toprak tipleri) belirlendi. Ardından en önemli faktör olarak toprak tipleri, en önemsiz faktör olarak da pH seçildi. En iyi ve en kötü kriterlerin diğer kriterlerle ikili karşılaştırmaları yapılarak çevresel parametreler için ağırlık değerleri elde edildi (Çizelge 3). İkili karşılaştırmalar sonucu elde edilen ağırlıklar için tutarlılık oranı 0.079 olarak hesaplandı. Son olarak kenevir bitkisinin ekolojik istekleri baz alınarak alt kriterler için eşik değerler belirlendi ve CBS ortamında raster hesaplayıcı kullanılarak analiz işlemi tamamlandı.

Çizelge 3. Analizde kullanılan çevresel değişkenler ve alt kriterlerin ağırlık değerleri.

Faktörler	Ağırlık	Alt Kriterler	Ağırlık
Eğim (derece)	0.1060	0-10	9
		10-16	7
		16-80	0
Ortalama Sıcaklık (°C)	0.1325	11-13	1
		13-16	2
		16-17	3
		17-18	4
		18-19	8
		19-20	9
Toprak	0.4503	Alüvyal	9
		Kahverengi orman	4
		Topraksız	1
		Kahverengi	3
		Kırmızimsı kestanereği	2
		Kolüvyal	3
		Kestane rengi	2

		Kırmızımsı kahverengi	2
		Kireçsiz kahverengi orman	1
		Hidromorfik	1
		Gri-kahverengi podzolik	1
		Kırmızı sarı podzolik	1
pH	0.0464	0-5	1
		5-5.5	6
		5-5-6	7
		6-6.5	8
		6.5-7	9
		7-7.8	5
Akarsulara uzaklık (m)	0.2649	0-100	9
		100-250	8
		250-500	7
		500-1000	6
		1000-1500	5
		1500-2000	4
		2000-3000	3
		3000-5000	2
		5000-13264	1

### 3.1. Kenevir Yetiştiriciliğine Uygun Sahalar

Kenevir yeterli nem ve güneş ışığı altında özellikle nehir kenarlarında, sel baskınlarının olduğu alüvyon bölgelerde doğal olarak yetişebilirken (Clarke ve Merlin, 2013; Haney ve Bazzaz, 1970; Haney ve Kutscheid, 1975; Small, 2015), iyi drenaja sahip, derin, havadar, besin maddelerince zengin, kireçli, gevşek ve organik madde bakımından zengin topraklar kenevirin en iyi geliştiği topraklardır (Gizlenci vd., 2019). Yeşilirmak vadisi boyunca uzanan alüvyal malzemeye bezenmiş tektonik ovaların geniş yer kapladığı çalışma sahası kenevir yetiştiriciliği için son derece uygundur.

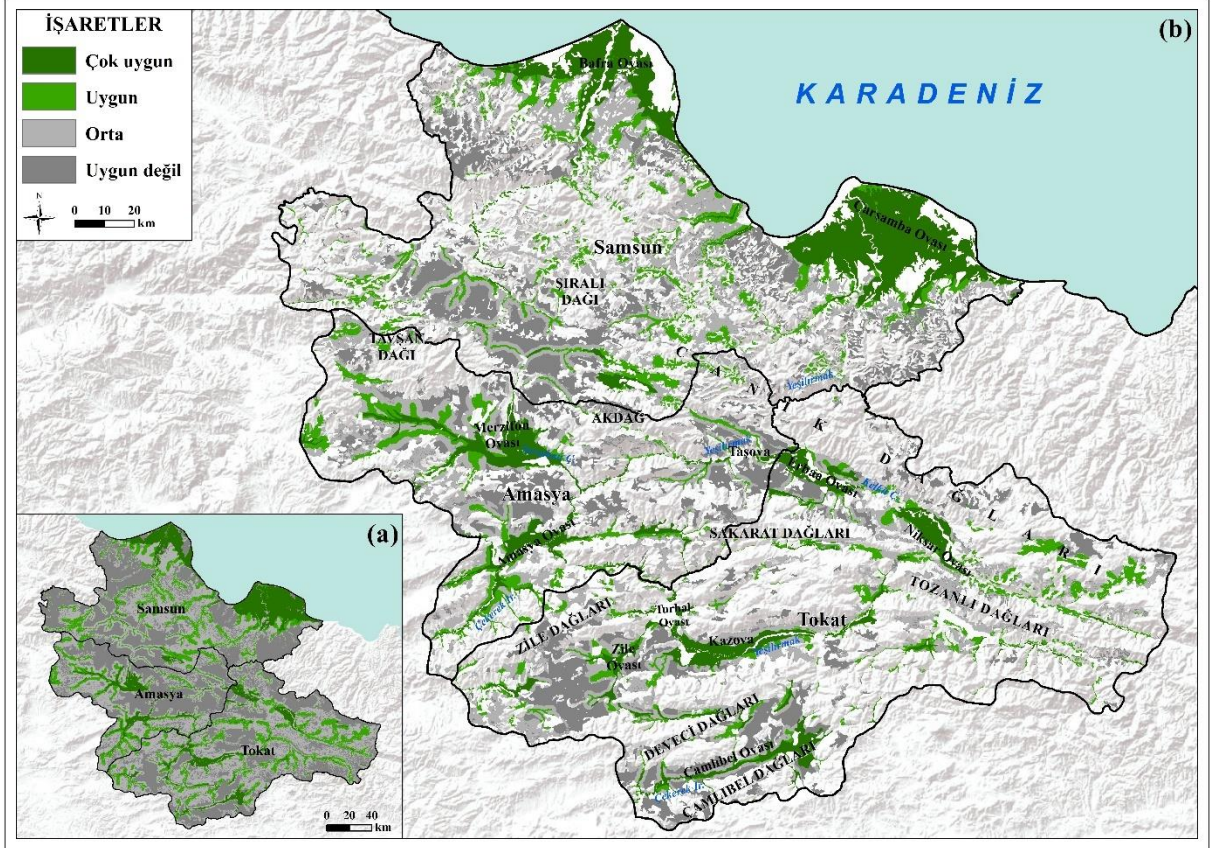
BW hesaplaması sonucu eğim, ortalama sıcaklık, akarsulara uzaklık, pH ve toprak tipleri olmak üzere tüm faktörler için elde edilen ağırlık değerleri kullanılarak çalışma sahası için kenevir yetiştiriciliğine uygun sahalarda tespit edilmiştir. Ardından sonuç haritasında yalnızca tarım alanları değerlendirilmiştir. Uygunluk sınıflamasına göre Samsun ilinde tarım alanlarının %29'u (çok uygun %15, uygun %14), Amasya (çok uygun %7, uygun %15) ve Tokat illerinde (çok uygun %6, uygun %16) tarım alanlarının %22'sinin kenevir tarımı için çok uygun / uygun uygunluk sınıfında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4).

**Çizelge 4.** İllere göre tarım alanlarında kenevir yetiştiriciliğine uygun sahalarda alansal ve oransal dağılışı.

Uygunluk Sınıfları	Amasya		Samsun		Tokat	
	Alan (km <sup>2</sup> )	Yüzde (%)	Alan (km <sup>2</sup> )	Yüzde (%)	Alan (km <sup>2</sup> )	Yüzde (%)
Uygun	829	15	1453	15	1618	16
Çok uygun	397	7	1334	14	595	6
Toplam	1226	22	2787	29	2213	22

Uygunluk sınıflaması sonucunda tespit edilen ve kenevir yetiştiriciliği için uygun/çok uygun olan sahalarda Samsun ilinde özellikle Çarşamba ve Bafra ovaları üzerinde yoğunlaşmaktadır. Delta ovaları dışında Ladik-Havza depresyonu içerisindeki sahalarda da kenevir yetiştiriciliği için uygun/çok uygun sahalarda görülür. Amasya ilinde Erbaa-Taşova depresyon sahasının Amasya ili sınırlarında kalan sahalarda, Tersakan çayının alüvyonlarıyla bezenmiş Suluova ve Merzifon ovaları ile Yeşilirmak alüvyonlarıyla bezenmiş Amasya ovası kenevir yetiştiriciliği için uygun (uygun/çok uygun) sahalardır. Tokat ili sınırları içerisinde Kelkit depresyonunda yer alan Niksar-Erbaa ovaları, Yeşilirmak depresyonu

içerisindeki Gözova, Tokat ovası, Kazova, Turhal ve Zile ovalarıyla Çekerek vadisinde bulunan Çamlıbel ovasının bulunduğu alan uygunluk analizinde uygun/çok uygun sahalara olarak görülür (Şekil 6).



**Şekil 6.** Kenevir yetiştiriciliğine uygun sahalara. (a) çalışma sahasının uygunluğunu, (b) tarım alanlarının uygunluğunu göstermektedir.

#### 4. Sonuç

Nehir ve göl kenarlarındaki tarım alanlarında kendiliğinden yetişen kenevir, drene edilmiş zengin mineralli alüvyon topraklarda en iyi yetiştirme ortamını bulur. Sıcaklık istekleri açısından değerlendirildiğinde bitkinin vejetasyon evresi boyunca ortalama 15,6–26,6°C sıcaklıklarda optimum gelişme gösterdiği ve özellikle ilkbahar geç donlarına karşı hassasiyeti olduğu bilinir. Farklı sıcaklık değerlerinde gelişebilmesine rağmen bitki ılıman bölgeler için çok uygundur. Karadeniz bölgesi gibi nemli ve yağışlı bölgelerde bitkiden alınan lif verimi yüksekken, yetersiz yağış (700 mm'den az yağış) alan bölgelerde sulama yoluyla ürün alınabilir.

Karadeniz boyunca uzanan Kuzey Anadolu Dağları kıyınının nemli ılıman ikliminin iç kesimlere ulaşmasını engellerken, Orta Karadeniz bölümünde dağlık sahalara nispeten alçak olması, Yeşilirmak'ın Canik dağları içerisinde açtığı Boğaz vadi nemli ılıman iklimin iç kesimlere ulaşmasını kolaylaştırır. Ayrıca Türkiye'nin en fazla alüvyal malzeme taşıyan akarsuyu olan Yeşilirmak ve kollarının (Kelkit Çayı, Tozanlı Irmağı, Çekerek Irmağı, Tersakan Çayı) Tokat, Amasya ve Samsun illerindeki tektonik ovalar zincirini izlemesi, bu bölgelerde alüvyon malzemenin çokluğu, bahsedilen

ovalarda vejetasyon evresinde ortalama sıcaklıkların 11°C-23,9°C arasında olması kenevir yetiştiriciliği için uygun ekolojik ortamların oluşmasını sağlar. Yıllık ortalama 719 mm yağış alan Samsun ilinde sulamaya ihtiyaç duyulmadan kenevir yetiştiriciliği yapılabilirken, Amasya ve Tokat illerinde bitki sulamaya ihtiyaç duyar.

Ekolojik istekleri hakkında bilgiler verilen kenevirin Yeşilirmak havzasında yer alan sahalardan için uygunluğu açısından BW yöntemiyle yapılan analizler sonucunda Samsun ilinde tarım alanlarının %29'u (çok uygun %15, uygun %14), Amasya (çok uygun %7, uygun %15) ve Tokat illerinde (çok uygun %6, uygun %16) tarım alanlarının %22'sinin kenevir tarımı için çok uygun/uygun olduğu tespit edilmiştir. Samsun ilinde deniz kıyısında bulunan Çarşamba ve Bafra delta ovaları kenevir tarımı açısından en uygun alanlardır. Bu sahalardan güneyinde bulunan Ladik-Havza depresyonu içerisindeki sahalarda da kenevir yetiştiriciliği için uygun/çok uygun sahalardan olarak görülür. Amasya ilinde Taşova depresyon sahası, Tersakan çayının alüvyonlarıyla bezenmiş Suluova ve Merzifon ovaları ile Yeşilirmak alüvyonlarıyla bezenmiş Amasya ovası kenevir yetiştiriciliği için uygun (uygun/çok uygun) diğer alanları oluşturur. Tokat ilinde Kelkit depresyonu içerisinde yer alan Niksar-Erbaa ovaları, Yeşilirmak depresyonu içerisindeki Gözova, Tokat ovası, Kazova, Turhal ve Zile ovalarıyla Çekerek vadisinde bulunan Çamlıbel ovasının bulunduğu alan uygunluk analizinde uygun/çok uygun olan diğer sahalardır.

Tohum ve lif üretimi olacak şekilde iki ayrı üretim şekli olan kenevirin pazar alanı oldukça geniş ve uluslararası ticareti yapılan bir ürün olduğu bilinmektedir. 2017 yılında Dünya pazarlarında kenevir yağı ihracatının toplam değeri 2,55 milyar ABD dolarıyken 2021 yılında 3,56 milyar ABD dolarına ulaşarak sektör dört yılda yaklaşık %40 kadar büyümüştür. Türkiye kenevir pazarı açısından Dünya'da çok gerilerde yer alır. 2022 yılında lif ve tohum olmak üzere kenevirden elde edilen ürün miktarı 190 tondur. Ülkemizde uygun ekolojik koşullar olmasına rağmen kenevir üretimi oldukça sınırlıdır. Kenevirin hem ekiliş alanlarının hem de üretim miktarının artırılması, ülke ekonomisine katkı sağlamakla kalmayacak aynı zamanda ekolojik çevreye de fayda sağlayacaktır.

Ekonomik, ekolojik, zirai, tıbbi vb pek çok kritere göre değerlendirildiğinde kenevir yetiştirilen alanların genişletilmesi gerektiği görülür. Ekonomik açıdan değerlendirildiğinde özellikle çalışma sahasında yapılan analizlerde en fazla üretimi yapılan ürünlere göre kenevir yetiştiriciliğinde nisbi kârın çok daha fazla olduğu görülmüştür (kenevir ürünlerinde ortalama 1.85 TL, ayçiçeğinde 1.53 TL, buğdayda 1.36 TL, silajlık mısırdaki 1.34 TL ve şekerpancarında 1.27 TL). Kırsal alanlarda tarımsal üretim yaparak geçinen çiftçilerin birim alandan daha fazla kâr elde edebilmeleri için kenevir yetiştiriciliğinin genişletilmesi faydalı olacaktır. Ekolojik ortam açısından değerlendirildiğinde kenevir tarlalarının ormanlara göre 25 kat daha fazla oksijen üretmesi, kağıt endüstrisi açısından ormanlardan dört kat daha fazla verimli olmaları, çok kısa sürede yetiştirilebilmesi, çok fazla suya ihtiyaç duymaması, zararlılara karşı kendini koruyabildiği için tarım ilaçlarına gereksinim duymaması, radyasyon temizleyici özelliği, petrolün panzehri olması, tek kullanımlık plastik ürünlerin tamamının kenevirden üretilebilmesi ve bu ürünlerin doğada kolaylıkla kaybolabilmesi gibi özellikleri kenevirin ekolojik açıdan çevreye duyarlı bir bitki olduğunu gösterir. Zirai olarak kenevirin toprağı kimyasallardan arındırması, faydalı bakterileri beslemesi, bozulan hava, su ve toprak dengesini koruması açısından tarım topraklarının sürdürülebilirliğine katkı sağladığı görülür. Tıbbi açıdan ele alındığında kenevirden yapılan ilaçların AIDS ve kanser tedavilerinde kemoterapi ve radyasyonun etkisini azalttığını

göstermektedir. Romatizma, kalp, sara, astım, mide, uykusuzluk, psikolojik bozukluklar ve omurga hastalıkları gibi daha pek çok hastalığa iyi gelmesi bitkinin insan sağlığı açısından da önemini göstermektedir.

Kenevirin ip, halat, çanta, ayakkabı ve şapka yapımında ideal bir bitki olması, bu ürünlerin imalatının yaygınlaşmasıyla tarım ilaçlarının kullanımının azalmasını sağlayacaktır. Kenevirle beslenen hayvanların hormon takviyesine ihtiyaç duymaması hayvansal gıdaları daha sağlıklı hale getirecektir. Otomotiv sanayinde araç gövdelerinin kenevirden yapıldığında çelikten on kat daha dayanıklı olması hem daha az enerjiyle daha kaliteli ürün elde edilmesini sağlayacak hem de trafik kazalarında yaralanma/ölüm riskini azaltacaktır. Yangına dayanıklı bir inşaat malzemesi olmasının yanında yalıtım için kullanılabilmesi daha az ısıtma ve soğutma enerjisi kullanımını sağlayacaktır. Kenevirle üretilen kozmetik ürünlerin suyu ve havayı kirletmemesi insan yaşamını desteklemektedir.

Burada ifade edilenler dışında da pek çok alanda doğaya uyumlu olan ve ekolojik ortamı yenileyen bir bitki olan kenevirin ekim alanlarının hızla genişletilmesi ve kenevirden elde edilen ürünlerin kullanımının artırılması gerekir. İklim değişikliği, ormansızlaşma, çölleşme, radyasyon, fosil yakıt kullanımı kaynaklı ozon tabakasının tahribatı, plastik atıklar, hava, su ve toprakların kirlenmesi gibi pek çok sorunla mücadele ettiğimiz bugünlerde ekolojik dengeyi koruyacak her adımın oldukça kıymetli olduğu bilinmelidir. Küresel sıcaklık artışlarıyla birlikte endüstriyel kirlenmenin son derece arttığı ve Dünya'nın geri dönüşü olmayacak bir noktaya sürüklendiği günümüzde kenevir tarımının geliştirilmesi doğaya yeniden var olma şansı tanıyacak, ekolojik çevreye pek çok açıdan katkılar sağlayacaktır. Kâğıt üretimi için ormanlarımız katledilmemeli; tarım ilaçları ile gıdalarımız ve geleceğimiz zehirlenmemelidir. Kenevir tarımının geliştirilmesi doğaya ve canlı yaşamına da pek çok açıdan katkı sağlayacaktır.



# From A Forbidden Plant to a Potential Treasure: Analysis of Cannabis (*Cannabis sativa* L. hemp) Cultivation in Samsun, Amasya and Tokat Provinces by Best-Worst Method

Mesut Gök\*<sup>a</sup>, Enes Taşoğlu<sup>b</sup>

Submitted: 18.05.2023

Accepted: 04.09.2023

## EXTENDED ABSTRACT

### 1. Introduction

Fiber products, which are the raw materials of the textile industry, are obtained from different plants around the world, and the most well-known of these plants are products such as cotton, flax, hemp, ramie and jute. Hemp (*Cannabis sativa*), which has a special place among the mentioned products, was brought under culture with the discovery of agriculture in the Neolithic period. Cannabis, an annual plant belonging to the *Cannabinaceae* family, includes several closely related species, with their scientific names; They are called *Cannabis sativa*, *Cannabis indica* and *Cannabis ruderalis*. While the *Cannabis sativa* genus is divided into two subspecies, *Cannabis sativa* L. (hemp) is the type used without psychoactive effects and its THC (*Tetrahydrocannabinol*-psychoactive substance) rate is less than 1%. *Cannabis sativa* (marijuana) is considered the raw material of marijuana and its THC content varies between 4% and 20%. The use of the species with high THC content (Marijuana) in the production of illegal drugs has made the cannabis plant the most well-known and suspicious plant in the world. In addition to its wide range of uses, its use in illegal drug production makes this species banned and controversial, while *Cannabis sativa* L. (hemp) is known as industrial hemp today and is the focus of this study.

Cannabis, which stands out as a plant that has attracted the attention of human beings throughout history and serves many different purposes, can be grown in different ecological regions and its history dates back to 13,000 years ago. Although there are many different opinions about the origin of the plant, it is thought to grow naturally in Central or Western Asia. Cannabis, which was transported to different regions with various waves of migration, was discovered in B.C. during the Aryan invasions. It is believed to have moved to South Asia between 2000 and 1000 B.C. With waves of migration from India, hemp was transported to Tibet, Nepal and Southeast Asia. The arrival of cannabis in the Middle East B.C. It took place between 2000 and 1400. The Scythians brought cannabis to the regions they occupied and used this plant for their rituals. Based on all this information, it can be said that hemp is a plant of old world origin and naturally occupied many parts of Asia in prehistoric times. Plant B.C. between

\*Corresponding Author: mesutgok@ohu.edu.tr

<sup>a</sup> Niğde Ömer Halisdemir University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Geography, Niğde/Turkiye, <https://orcid.org/0000-0002-7710-7784>

<sup>b</sup> Niğde Ömer Halisdemir University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Geography, Niğde/Turkiye, <https://orcid.org/0000-0002-6365-6926>

2000 and 1000, it reached the west of Asia and Egypt, and then the European continent. The widespread cultivation of the plant in the European continent dates back to A.D. it started in the 500s. The American continent was introduced to hemp in 1545, when the plant reached South America (Chile), and hemp was brought to North America in 1606.

Cannabis, which can grow in different ecological zones depending on environmental factors and cultivation conditions, prefers well-drained soils. Cannabis, which is also a plant that requires sufficient sunlight and moisture, provides optimum growth in temperate regions. In terms of temperature requirements, the plant grows best at average temperatures of 15.6–26.6°C and is sensitive to late spring frosts. Ideally grown in temperate regions, hemp offers high fiber yields in humid and rainy climates. Especially humid regions such as the Black Sea region provide suitable conditions for cannabis cultivation. In addition to choosing ecologically suitable sites, planting techniques and soil preparation are also very important for plant cultivation. Hemp, which grows well in calcareous soils rich in nutrients and high in organic matter, usually grows spontaneously along rivers and lakes.

It is known that hemp, defined as the Green Treasure, contributes a lot to nature and human life. Hemp, which is also considered an industrial plant due to the oils obtained from its seeds, is an annual plant that is among both medicinal-aromatic and fiber plants. Some of the usage areas of hemp, which is a versatile plant of industrial agriculture, are textile, bio composite, paper making, automotive, construction, biofuel, functional food, oil, cosmetics, personal care and pharmaceutical industries. According to the information given in different sources about its usage areas, it is stated that the plant has around 5,000-6,000 uses. The plant, which has a very strong radiation cleaning feature, does not need pesticides because it can protect itself against pests. Cannabis-based drugs, which are widely used in the medical field, are used in AIDS and cancer treatments; it is used to reduce the effects of chemotherapy and radiation. Since hemp seeds have a very high protein value and contain Omega-rich fatty acids, animals fed with hemp do not need hormone supplements. If textile products made with hemp become widespread, the pesticide industry will completely disappear. It seems that industrial hemp's ecological benefits come to the fore rather than being an agricultural product. Although hemp cultivation, which has uses in many different areas, has decreased significantly due to political decisions in Turkey, due to the potential the plant promises; Its cultivation is allowed in the provinces of Amasya, Antalya, Bartın, Burdur, Çorum, İzmir, Karabük, Kastamonu, Kayseri, Kütahya, Malatya, Ordu, Rize, Samsun, Sinop, Tokat, Uşak, Yozgat and Zonguldak.

In addition to being an example of the use of the relatively new BW method in agricultural product conformity assessment studies, this study also includes the introduction of a plant such as hemp, which is used in many areas, in order to re-adapt it to Turkish agriculture and the determination of places where the highest yield can be obtained in selected pilot regions.

## **2. Data and Methodology**

In this study, the suitability of the provinces of Samsun, Amasya and Tokat in the Yeşilirmak Basin, which were selected as the study area for the purpose of reintroducing the hemp plant, which is believed to have many ecological and economic benefits, into Turkish agriculture, was evaluated for

hemp cultivation using the best-worst (BW) method, one of the multi-criteria decision making (MCDM) techniques.

Within the scope of the research, environmental variables were determined by taking into account the ecological demands of the cannabis plant before analysis, in accordance with the purpose of the study. Environmental variables thought to be important in cannabis cultivation were determined as slope, average temperature, soil types, soil pH and distance to streams, based on the ecological demands of the plant. These factors were prepared according to the boundaries of the study area using some GIS tools from different data sources. Among the variables, slope and distance to streams were generated using a digital elevation model (DEM) with a spatial resolution of 30 m. Average temperature data was arranged by taking the average of the temperature values obtained from the WorldClim database for the period between May and September, from germination to harvest of cannabis. Soil types were produced by raster transformation of large soil groups data obtained from the Ministry of Agriculture and Forestry. Finally, data containing the spatial distribution of pH values in the field was obtained from the SoilGrids database with the help of the Google Earth Engine platform. All layers and area calculations used in the study were arranged according to the WGS 1984 UTM Zone 37 coordinate system.

MCDM techniques are frequently used in GIS-based spatial analysis in mapping studies such as land suitability and disaster susceptibility where there is no sample data set. In this study, BW method, one of the MCDM techniques, was preferred. The BW method is a practical method that relies less on pairwise comparisons than other MCDM techniques such as the analytic hierarchy process. The rating of the sub-criteria of environmental factors was made taking into account the ecological demands of the cannabis plant. Under the heading of general geographical characteristics of the study area, the growing conditions of cannabis were evaluated according to the geographical characteristics of all provinces in the study area. The evaluations were used to determine the main factors and evaluate the sub-criteria.

### **3. Result and Discussion**

The areas determined as a result of suitability classification and suitable/very suitable for cannabis cultivation are concentrated in Çarşamba and Bafra plains, which are two important delta plains of Samsun province. Apart from the delta plains, areas in the Ladik-Havza depression are also suitable/very suitable for hemp cultivation. The areas within the borders of the Erbaa-Taşova depression area in Amasya province, the Suluova and Merzifon plains covered with the alluviums of the Tersakan stream, and the Amasya plain covered with the alluviums of Yeşilırmak are suitable (suitable/very suitable) areas for cannabis cultivation. Niksar-Erbaa plains located in the Kelkit depression within the borders of Tokat province, Gözova, Tokat plains, Kazova, Turhal and Zile plains within the Yeşilırmak depression and the area where Çamlıbel plain located in the Çekerek valley are seen as suitable/very suitable areas in the proposed methodology.

It is very important to start hemp cultivation in the specified areas. Rapidly expanding the cultivation areas of hemp, which is a plant that is compatible with nature and renews the ecological environment in many areas, and increasing the use of products derived from hemp are very important for the sustainability of ecological life, rather than meeting the country's fiber needs. It should be known that every step to maintain ecological balance is very valuable in these days when we are struggling with



many problems that threaten today's world such as climate change, deforestation, desertification, radiation, destruction of the ozone layer due to fossil fuel use, plastic waste, air, water and soil pollution. In today's world, where industrial pollution has increased tremendously with global temperature increases and the Earth has been dragged to a point of no return, the development of hemp agriculture will give nature a chance to re-exist and will contribute to the ecological environment in many ways.

### Referanslar/References

- Abel, E. L. (1980). *Marihuana: The First Twelve Thousand Years*. Springer US. doi:10.1007/978-1-4899-2189-5
- Acar, M., Dönmez, A. (2016). Kenevire farklı bir bakış. 2. *Ulusal Biyoyakıtlar Sempozyumu* Bildiriler Kitabı içinde (Vol. 14, Issue January). Erol Ofset Matbaacılık.
- Aksoy, D., Aytaç, S., Paşlı, R. (2019). Endüstriyel Kenevir Gerçeği. 2. *Uluslararası 19 Mayıs Yenilikçi Bilimsel Yaklaşımlar Kongresi, December*, (s.850–858).
- Aldrich, M. (1997). History of Therapeutic Cannabis. In *Cannabis in Medical Practice: A Legal, Historical and Pharmacological Overview of the Therapeutic Use of Marijuana* (1st ed., Issue 6, pp. 35–55). McFarland ve Co.
- Artamonov, M. I. (1965). Frozen Tombs of the Scythians. *Scientific American*, 212 (5), 100–109. <https://www.jstor.org/stable/24931880> adresinden edinilmiştir.
- Aydın, M. (2019). Önsöz. *Endüstriyel Kenevir Forumu I-II içinde*, Şükrü Karataş (Ed.), İstanbul Aydın Üniversitesi. <https://www.aydin.edu.tr/tr-tr/arastirma/universite-yayinlari/Documents/I.VE.II.ENDUSTRIYEL.KENEVIR.FORUMU.KITAP.PDF> adresinden edinilmiştir.
- Aydoğan, M., Terzi, Y. E., Gizlenci, Ş., Acar, M., Esen, A., Meral, H. (2020). Türkiye’de kenevir yetiştiriciliğinin ekonomik olarak yapılabilirliği: Samsun ili Vezirköprü ilçesi örneği. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 35, 35–50. doi:10.7161/omuanajas.602585
- Aytaç, S., Arslanoğlu, S. F., Ayan, A. K. (2018). High-Temperature İnhibition Of Seed Germination Of Hemp (*Cannabis* sp.). *Fresenius Environmental Bulletin*, 27 (12), 8200–8204.
- Başer, U., Bozoğlu, M. (2020). Türkiye’nin Kenevir Politikası ve Piyasasına Bir Bakış. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 6 (2), 127–135. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tead/issue/58252/841625> adresinden edinilmiştir.
- Bennett, C. (2010). *Cannabis and the Soma Solution*. TrineDay LLC.
- Bocsa, I., Karus, M. (1998). *The Cultivation of Hemp: Botany, Varieties, Cultivation and Harvesting* (1st ed.). Hemptech.
- Boyce, S. S. (2021). *Hemp (Cannabis Sativa): A Practical Treatise on the Culture of Hemp for Seed and Fiber, With a Sketch of the History and Nature of the Hemp Plant* (1st ed.). Legare Street Press.
- Chang, K. (1986). *The Archaeology of Ancient China* (4th ed.). Yale University Press.
- Clarke, R. C., Merlin, M. D. (2013). *Cannabis: Evolution and Ethnobotany* (1st ed.). University of California Press.
- Coşkun, R., Yalçın, O., Okutan, M. (2023). Investigation of capacitors and electrical circuit elements performance of magnetic biocomposites prepared by using the hemp biomass. *Materials Chemistry and Physics*, 296 (June 2022). doi:10.1016/j.matchemphys.2022.127171
- De Candolle, A. (2014). *Origin of Cultivated Plants*. D. Appleton and Company.
- de Sousa, L., Poggio, L., Batjes, N. H., Heuvelink, G. B. M., Kempen, B., Ribeiro, E., Rossiter, D. (2020). *ISRIC Data Hub. SoilGrids 2.0: Producing Quality-Assessed Soil Information for the Globe*. Under Submission to SOIL.
- Ecer, F. (2021). Sustainability assessment of existing onshore wind plants in the context of triple bottom line: A best-worst method (BWM) based MCDM framework. *Environmental Science and Pollution Research*, 28 (16), 19677–19693. doi:10.1007/S11356-020-11940-4/FIGURES/4
- Elfordy, S., Lucas, F., Tancret, F., Scudeller, Y., Goudet, L. (2008). Mechanical and thermal properties of lime and hemp concrete (“hemperete”) manufactured by a projection process. *Construction and Building Materials*, 22 (10), 2116–2123. doi:10.1016/J.CONBUILDMAT.2007.07.016
- Everest, T., Sungur, A., Özcan, H. (2022). Applying the best–worst method for land evaluation: A Case study for paddy cultivation in Northwest Turkey. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 19 (4), 3233–3246. doi:10.1007/S13762-021-03373-4/TABLES/8

- Fick, S. E., Hijmans, R. J. (2017). Worldclim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37 (12), 4302–4315. doi:10.1002/joc.5086
- Fleming, M. P., Clarke, R. C. (1998). Physical evidence for the antiquity of cannabis sativa L. (cannabaceae). *Journal of the International Hemp Association*, 5 (2), 80–92.
- Gizlenci, Ş., Acar, M., Yiğen, Ç., Aytaç, S. (2019). *Kenevir Tarımı*. <http://arastirma.tarimorman.gov.tr/ktae> adresinden edinilmiştir.
- Godwin, H. (1967). The Ancient cultivation of hemp. *Antiquity*, 41 (161), 42–49. doi:10.1017/S0003598X00038928
- Hancock, J. F. (2012). Origins of Agriculture. *Plant Evolution and the Origin of Crop Species: Third Edition* (Third edition). 99-113. CABI Publishing. eISBN : 978-1-78064-142-3
- Haney, A., Bazzaz, F. A. (1970). Some Ecological Implications Of The Distribution Of Hemp (*Cannabis sativa* L.) in the United States of America. In J. R. B. Joyce (Ed.), *Botany and Chemistry of Cannabis*. J. ve A. Churchill. doi:10.3/JQUERY-ULJS
- Haney, A., Kutscheid, B. B. (1975). An ecological study of naturalized hemp (*cannabis sativa* L.) in East-Central Illinois. *American Midland Naturalist*, 93 (1), 1. doi:10.2307/2424101
- Hashemizadeh, A., Ju, Y., Dong, P. (2020). A combined geographical information system and best–worst method approach for site selection for photovoltaic power plant projects. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 17 (4), 2027–2042. doi:10.1007/S13762-019-02598-8/TABLES/6
- Jiang, H. E., Li, X., Zhao, Y. X., Ferguson, D. K., Hueber, F., Bera, S., Wang, Y. F., Zhao, L. C., Liu, C. J., Li, C. Sen. (2006). A new insight into cannabis sativa (cannabaceae) utilization from 2500-year-old Yanghai tombs, Xinjiang, China. *Journal of Ethnopharmacology*, 108 (3), 414–422. doi:10.1016/J.JEP.2006.05.034
- Karus, M., Vogt, D. (2004). European Hemp industry: Cultivation, processing and product lines. *Euphytica*, 140 (1–2), 7–12. doi:10.1007/S10681-004-4810-7/METRICS
- Kaya, S., Öner, E. (2020). Kenevir liflerinin eldesi, karakteristik özellikleri ve tekstil endüstrisindeki uygulamaları. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11 (1), 108–123. doi:10.29048/makufebed.693406
- Kurtuldu, E., Erdem İşmal, Ö. (2019). Sürdürülebilir tekstil tasarım ve üretiminde yeniden değer kazanan lif: Kenevir. *SDÜ Art-e Sanat Dergisi*, 12 (24), 694–718. doi:10.21602/sduarte.624485
- Li, H. L. (1973). An archaeological and historical account of cannabis in China. *Economic Botany*, 28 (4), 437–448. doi:10.1007/BF02862859
- Martin, M. A. (1975). Ethnobotanical Aspects Of Cannabis İn Southeast Asia. In *Cannabis and Culture* Vera Rubin (Ed.), (63–75). New York: De Gruyter Mouton. doi:10.1515/9783110812060.63
- MGM. (2023). *Samsun-Amasya-Tokat İllerinin Uzun Yıllara Ait Meteoroloji Bültenleri. Erişim tarihi: 13.09.2023. URL: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=SAMSUN>, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=AMASYA>, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=TOKAT>*
- Mi, X., Tang, M., Liao, H., Shen, W., Lev, B. (2019). The state-of-the-art survey on integrations and applications of the best worst method in decision making: Why, what, what for and what's next? *Omega (United Kingdom)*, 87, 205–225. doi:10.1016/j.omega.2019.01.009
- Pamucar, D., Gigovic, L., Bajic, Z., Janošević, M. (2017). Location selection for wind farms using GIS multi-criteria hybrid model: An approach based on fuzzy and rough numbers. *Sustainability*, 9 (8), 1315. doi:10.3390/SU9081315
- Piomelli, D., Russo, E. B. (2016). The cannabis sativa versus cannabis indica debate: An interview with Ethan Russo, MD. *Cannabis and Cannabinoid Research*, 1 (1), 44–46. doi:10.1089/CAN.2015.29003.EBR
- Rezaei, J. (2015). Best-Worst multi-criteria decision-making method. *Omega (United Kingdom)*, 53, 49–57. doi:10.1016/j.omega.2014.11.009
- Rezaei, J. (2016). Best-Worst multi-criteria decision-making method: Some properties and a linear model. *Omega (United Kingdom)*, 64, 126–130. doi:10.1016/j.omega.2015.12.001
- Russo, E. B., Jiang, H. E., Li, X., Sutton, A., Carboni, A., Del Bianco, F., Mandolino, G., Potter, D. J., Zhao, Y. X., Bera, S., Zhang, Y. B., Lü, E. G., Ferguson, D. K., Hueber, F., Zhao, L. C., Liu, C. J., Wang, Y. F., ve Li, C. Sen. (2008). Phytochemical and genetic analyses of ancient cannabis from Central Asia. *Journal of Experimental Botany*, 59 (15), 4171. doi:10.1093/JXB/ERN260
- Salentijn, E. M. J., Zhang, Q., Amaducci, S., Yang, M., Trindade, L. M. (2015). New developments in fiber hemp (*Cannabis*

- sativa l.) breeding. *Industrial Crops and Products*, 68, 32–41. doi:10.1016/J.INDCROP.2014.08.011
- Schultes, R. E. (1973). *Man and Marijuana: Thousands of Years Before it Became the Superstar of the Drug Culture, Cannabis was Cultivated for Fiber, Food, and Medicine*. American Museum of Natural History.
- Schultes, R. E., Hofmann, A. (1992). *The Botany and Chemistry of Hallucinogens* (2nd ed.). Charles C Thomas Pub Ltd.
- Sharma, G. K. (1979). Significance of eco-chemical studies of cannabis. *Science and Culture*, 45, 303–307.
- Small, E. (1979). *The Species Problem in Cannabis : Science and Semantics* (2nd ed.). Corpus.
- Small, E. (2015). Evolution and Classification of Cannabis sativa (Marijuana, Hemp) in Relation to Human Utilization. *Botanical Review*, 81(3), 189–294. doi:10.1007/s12229-015-9157-3
- Small, E., Pocock, T., Cavers, P. B. (2003). The biology of Canadian weeds. 119. Cannabis sativa L., *Canadian Journal of Plant Science*, 83 (1), 217–237. doi:10.4141/P02-021
- Te-k'un, C. (1966). *Archaeology in China* (2nd ed.). W. Heffer & Sons.
- URL 1. *Top Cannabis Oils Exports by Country 2021*. 5 Mayıs 2023 tarihinde <https://www.worldstopexports.com/top-cannabis-oils-exports-by-country/> adresinden edinilmiştir.
- Warf, B. (2014). High points: A historical geography of cannabis. *Geographical Review*, 104 (4), 414–438. doi:10.1111/j.1931-0846.2014.12038.x
- Yıldırım, S., Koca Çalışkan, U. (2020). Kenevir ve sağlık alanında kullanımı. *Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 44 (1), 112–136. doi:10.33483/jfpau.559665
- Zablocki, B., Aidala, A., Hansell, S., White, H. R. (1991). Marijuana use, introspectiveness, and mental health. *Journal of Health and Social Behavior*, 32 (1), 65–79. doi:10.2307/2136800
- Zuardi, A. W. (2006). History Of cannabis as a medicine: A review. *Revista Brasileira De Psiquiatria (Sao Paulo, Brazil : 1999)*, 28 (2), 153–157. doi:10.1590/S1516-44462006000200015



# Kentsel Mekânda Soğutma Yayılımının Araştırılması, İzmir Örneği

## *Investigating cooling extend in the urban area, case of İzmir*

Yasemin Şentürk\*<sup>a</sup>, K. Mert Çubukçu<sup>b</sup>

### Makale Bilgisi

Araştırma Makalesi

DOI:

0.33688/aucbd.1340464

Makale Geçmişi:

Geliş: 10.08.2023

Kabul: 25.09.2023

Anahtar Kelimeler:

Kentsel soğuk ada

Soğutma yayılımı

Soğutma şiddeti,

Mekânsal istatistik

Uzaktan algılama

### Öz

*Kentsel mekânda, doğal ve doğal olmayan yeşil- mavi altyapı elemanları bitki örtüsüz alanların ısınma etkisine karşı yerel sıcaklıkları düzenlenme konusunda önemli rol oynamaktadır. Kentsel mekânda sıcaklığın mekânsal dağılımını biçimlendiren bu alanlar, kentsel soğuk ada olarak adlandırılmaktadır. Bu çalışma İzmir kentsel alanı yüzey sıcaklığı (YS) mekânsal dağılımını etkileyen unsurların araştırılmasında bir yöntem geliştirmeyi amaçlamaktadır. Kentsel soğuk adaların sınırlarının tespiti için uzaktan algılama ve mekânsal istatistik yöntemlerinden yararlanılarak bir yöntem önerilmiştir. Kentsel mekânda soğutma kapasitesinin incelenmesinde soğutma yayılım alanı ölçüt olarak belirlenmiştir. Çalışma kapsamında, kentsel soğuk ada büyüklüğü ve soğutma şiddetinin yayılım alanıyla ilişkisi ölçülmüştür. Elde edilen bulgular, soğutma etkisi yayılım alanını açıklamada kentsel soğuk ada büyüklüğünün soğutma şiddetine göre çok daha etkili olduğunu ortaya koymuştur. Sonuç olarak, çalışmanın geliştirdiği araştırma yaklaşımı ve elde ettiği sonuçların sürdürülebilir kentsel planlama ve yönetim bağlamında iklim değişikliğine uyum sürecinde kent bütününde sıcaklığın desenini belirleyen unsurları araştırarak kısıtlı sayıda çalışmalara katkı sunacaktır.*

### Article Info

Research Article

DOI:

0.33688/aucbd.1340464

Article History:

Received: 10.08.2023

Accepted: 25.09.2023

Keywords:

Urban cool island

Cooling extend

Cooling intensity

Spatial statistics

Remote sensing

### Abstract

*In urban space, green-blue infrastructure plays an important role in regulating local temperatures against the heating effect of areas without vegetation. These areas, which shape the spatial distribution of temperature in urban space, are called urban cold islands. This study aims to develop a method for investigating the factors affecting the spatial distribution of land surface temperature (LST). A method has been proposed for extracting the boundary of urban cold islands by using remote sensing and spatial statistics methods. Cooling extend was determined as a measure in analyzing cooling capacity of urban environment. According to scope of the study, the relationship between both of size of urban cool island and cooling intensity, and cooling extend was measured, then, discussed the impact on local climate conditions. The findings showed that size of urban cool island was more effective than the intensity in explaining cooling extend. As a result, the research approach and the findings will insight for mitigation of urban heat island effect in the context of sustainable urban planning and management.*

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: iyteyaseminsenturk@yahoo.com

<sup>a</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı, İzmir/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-7158-6657>

<sup>b</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, İzmir/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0003-3604-7014>

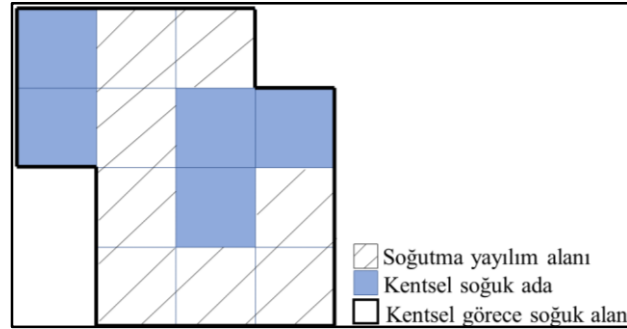
## 1. Giriş

Günümüzde artan şehirleşme, sanayileşme ve tüketim alışkanlıkları ile çevre ve atmosferin kirlenmesi sonucunda küresel iklim değişikliği önemli çevresel sorunlardan biri haline gelmiştir. C40 ülkeleri için iklim değişikliğine bağlı üçüncü en çok kaydedilen doğa olayı kentsel ısı adası etkisidir (C40 Cities, 2023). Mega kentlerimizde yıllar içinde artış eğiliminde olan kentsel ısı adası etkisinin minimum hava sıcaklıklarının, özellikle de gece sıcaklıklarının, artmasına neden olduğu ve buna bağlı olarak kentte ve kırdaki iklimsel koşulların değişmesine yol açtığı ortaya konmuştur (Baykara, 2023; Ünal vd., 2020). Kentsel ısı adası etkisi genellikle sanayi, yoğun kentleşmiş ticaret ve konut alanları (Liu vd., 2017; Zhang vd., 2017), havaalanı ve demiryolu gibi farklı arazi kullanımların bir arada konumlandığı kentsel dokularda gözlemlenmektedir (Leconte vd., 2015). Buna karşıt olarak genellikle ormanlar, su yüzeyleri, çayırar, ekili tarım alanları ve kentsel yeşil alanlarda daha düşük sıcaklıklar gözlenmektedir (Sekertekin vd., 2016). Parklardan sulak alanlara ve kent ormanlarına kadar insan tarafından yönetilen kentsel yeşil alanlar, doğal ve doğal olmayan kentsel mavi-yeşil altyapıyı oluşturmakta ve (Bolund ve Hunhammar, 1999) bitki örtüsüz alanların ısınma etkisine karşı yerel sıcaklıkların düzenlenmesi konusunda önemli rol oynamaktadır (Hardin ve Jensen, 2007). Buna göre, kentsel alanlarda, yeşil alanların yakınında görece daha düşük sıcaklıklar ölçülmekte; yoğun yapı kümelerinde ise daha yüksek sıcaklıklar gözlenmektedir (Liu vd., 2017). Sıcaklığın mekânsal dağılımını etkileyen düşük sıcaklıkların kümelenildiği bu alanlar yazında ısı emici (Liu vd., 2017), kentsel soğuk ada (Kong vd., 2014), yerel soğuk ada (Chang ve Li, 2014) veya park soğuk adası (Gao vd., 2022) olarak adlandırılmaktadır. Yazındaki bu çalışmaların sonuçları, kentsel soğuk adaların bitişiğindeki yapılı çevrenin soğutma etkisine maruz kaldığını ve bu durumun kentsel mekânda orta sıcaklıkların ölçüldüğü geçiş alanlarını yarattığını ortaya koymuştur (Şentürk ve Çubukçu, 2023; Wang ve Zhu, 2011). Bu durum sıcaklığın mekânsal dağılımında kentsel soğuk adalar etrafında radyal bir desen olarak gözlenmektedir (Peng vd., 2017; Sun vd., 2020). Bu bağlamda, kentsel soğuk adalar sahip oldukları soğutma kapasitesi sayesinde bitişiğindeki yapılı çevrenin yerel iklimini düzenlemesi açısından kentsel ısı adası etkisinin önlenmesi ve azaltımında önemli rol oynamaktadır. Kentsel ısı adası etkisinin önlenmesinde önemli yaklaşımlardan biri olan “Serin Şehir” yaklaşımı da kentsel soğuk adalar gibi kentin soğutma kapasitesini artıran unsurların geliştirilmesinin önemli bir araç olduğunu vurgulamaktadır (C40 Cities, 2022).

Yazında sıcaklığın mekânsal dağılımı ve soğutma kapasitesi bulunan unsurlar arasındaki ilişkinin ölçülmesi amacıyla yürütülen çalışmalarda genellikle doğrudan park (Gao vd., 2022; Geng vd., 2022), ağaç kaplı alan (Kong vd. 2014; Shih vd., 2017), sulak alan veya su yüzeyi (Peng vd., 2020) gibi alanların sınırları kentsel soğuk ada sınırı olarak kabul edilerek araştırma çerçevesi geliştirilmektedir. Kentsel ısı adası etkisine karşı soğutma etkisinin optimize edilmesinde, kentsel soğuk ada büyüklüğü ve soğutma şiddeti yaygın olarak araştırılmaktadır. Ancak kısıtlı sayıdaki çalışma soğutma kapasitesini etkileyen unsurları bütüncül bir yaklaşımla ele almaktadır (Du vd., 2016; Peng vd. 2020). Büyük kentsel soğuk adaların genellikle güçlü soğutma etkisine sahip olduğu ve soğutma etkisinin daha geniş çevrelerde hissedildiği bilinmektedir (Ekwe vd., 2020; Geng vd., 2022). Ancak soğutma etkisi yayılım alanını genellikle belirli bir mesafedeki tampon alanında uzaklığa bağlı sıcaklık farkının ölçülmesi sonucunda belirlenmiştir. Kısıtlı sayıdaki çalışma yayılım alanının tespitinde farklı yöntemler

geliştirmiştir (Du vd., 2022; Lin vd., 2015; Zhang vd., 2017). Bu çalışmada soğutma etkisi yayılım alanının belirlenmesinde mekânsal istatistiğe bağlı bir yöntemden yararlanılmıştır.

Termal çevrenin oluşmasında kentsel soğuk ada soğutma şiddeti oldukça etkilidir (Das vd., 2022; Du vd., 2022). Önceki çalışmalarda kentsel soğuk ada ve bitişiğindeki yapılı çevre arasında 6 °C ve 7 °C ye kadar artan sıcaklık farkları ölçülmüştür (Kong vd., 2014; Peng vd., 2020). Bu çalışmalar genellikle belirli bir alanda sıcaklık değişimini gözlemleyerek soğutma kapasitesini incelemiştir (Chang ve Li, 2014; Cheng vd., 2015; Cheung ve Jim, 2019; Lin vd., 2015; Ren vd., 2013). Ancak kısıtlı sayıdaki çalışma soğuk adaların yarattığı çoklu soğutma etkisini tartışmaya açmıştır (Das vd., 2022; Zhang vd., 2017). Buradan yola çıkarak, bu çalışma kentsel soğuk adaların bir araya gelerek kentsel mekânın soğutma kapasitesini geliştirmesinin mümkün olduğunu varsaymıştır. Başka bir deyişle, kentsel soğuk adalar ve soğutma etkisinin hissedildiği kentsel alanlar bir araya gelerek kentte düşük sıcaklıkların kümelenmesine yol açmaktadır (Şekil 1). Kentsel mekânda görece düşük sıcaklıkların gözlemlendiği bu alanlar bu çalışma kapsamında kentsel görece soğuk alan olarak tanımlanmıştır. İzmir kentinde kentsel görece soğuk alanlar, iklim koşullarını belirlemede önemli bir değişken olarak ele alınmıştır. Buna göre soğuk alanların kentte daha geniş çevrelerde gözlenmesi sıcaklık değerlerinin azalmasına neden olmaktadır (Şentürk ve Çubukçu, 2022). Bu çalışma yüzey sıcaklığı (YS) desenini belirlemede önemli bir unsur olan soğutma yayılım alanını belirleyen faktörleri tartışmaya açmaktadır.



Şekil 1. Kentsel görece soğuk alan şematik gösterimi

Kentsel ısı adası etkisinin önlenmesinde kentsel soğuk ada ve soğutma yayılım alanının yaygınlaşması sıcaklık stresine maruz kalan kentli sayısının azalması açısından da önemlidir. Ancak yazında kentsel mekânın soğutma kapasitesini belirleyen unsurların araştırılmasına ihtiyaç vardır. Bu çerçevede, bu çalışma İzmir kentsel alanı yüzey sıcaklığı (YS) mekânsal desenini etkileyen unsurların araştırılmasında bir yöntem denemesinde bulunmuştur. Buna ek olarak çalışma, 1) kentsel görece soğuk alan ve kentsel soğuk adaların İzmir kentsel mekânında nasıl bir dağılım gösterdiğini, 2) kentsel soğuk adaların kentin soğutma kapasitesini arttırmada nasıl bir etkisinin olduğunu ve 3) kentsel soğuk ada soğutma şiddeti ve büyüklüğünün soğutma yayılımını açıklamadaki katkısını araştırmayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda öncelikle kentte görece düşük YS değerlerinin kümelenildiği alanlar haritalandırılmıştır. Bu alanların oluşumunda kentsel soğuk adaların etkili olduğu varsayımı ile çalışma geliştirilmiştir. Bu bağlamda, kentsel soğuk ada büyüklüğü ve soğutma şiddetinin soğutma yayılım alanına olan etkisinin ölçülmesi için çoklu doğrusal regresyon modeli geliştirilmiştir. Ancak yazının aksine kentsel yeşil alanların sınırlarını doğrudan kentsel soğuk adaların sınırları olarak

kabul etmek yerine bu sınırların tespiti için analitik bir yöntem geliştirilmiştir. Bu çalışmanın ikinci bölümünde yer alan veri ve analiz yöntemi, YS deseninin araştırılmasına ilişkin geliştirilen yöntemi ve veri setinin oluşturulma sürecini kapsamaktadır. Bu bölümde çalışma alan sınırlarına ilişkin bilgiler çalışma alanı başlığında, kentsel soğuk ada ve kentsel görece soğuk alanın belirlenmesinde kullanılan yöntemler mekânsal analizler başlığında; ham verinin üretilmesinde yararlanılan yaklaşımlar veri ön işleme başlığında; YS desenini etkileyen değişkenler arasındaki ilişkinin ölçülmesinde yararlanılan yöntemler ise istatistiksel analizler başlığında açıklanmıştır. İzmir kentsel alanı YS mekânsal deseni ve soğutma yayılım alanının tahminlenmesine ilişkin elde edilen bulgular sonuçlar bölümünde yer almakla birlikte değerlendirme ve sonuç bölümünde bulguların yazındaki çalışmalar ile karşılaştırılması ve gelecek çalışmalara ilişkin önerilere yer verilmiştir. Sonuç olarak, bu çalışmanın geliştirdiği araştırma yaklaşımı ve elde ettiği sonuçların sürdürülebilir kentsel planlama ve yönetim bağlamında iklim değişikliğine uyum sürecinde kent bütününde sıcaklığın desenini belirleyen unsurları araştıran çalışmalara katkı sunması beklenmektedir.

## **2. Materyal ve Yöntem**

### **2.1. Çalışma Alanı**

İzmir, 37° 45' - 39° 15' kuzey ve 26° 15' - 28° 20' doğu meridyenleri arasında etrafı dağlarla çevrili bir körfez kentidir. İzmir ili, 4.486.845 kişi olan 2023 yılı toplam nüfusu ile Türkiye'nin üçüncü büyük ilidir (TÜİK, 2020). Dağlar genellikle maki ve orman alanları ile kaplı olmakla birlikte %27'lik bir kısmı kentsel alanlardan meydana gelmektedir (İBB, 2019). Çalışma kapsamında kentsel mekânda görece düşük sıcaklıkların kümelendiği alanların tespit edilmesi hedeflendiği için İzmir ili kentsel alan sınırı çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Kentsel alan sınırı, merkez ilçelerin yapılaşmış kısımlarını kapsamaktadır. Bu alanlar uydu görüntülerinden yararlanılarak bu çalışma kapsamında haritalandırılmıştır. Buna göre çalışma alanı 25428.6 ha büyüklüğünde alan kaplamakta olup Menemen, Çiğli, Karşıyaka, Bayraklı, Bornova, Konak, Karabağlar, Buca, Balçova, Narlıdere ve Gazimur merkez ilçesi yoğun yapılaşmış alanlarından meydana gelmektedir.

Akdeniz ikliminin hâkim olduğu kentte yazları kuru ve sıcak, kışları ılıman ve yağmurludur. 1991 ve 2020 yılları arasında Temmuz ayında ortalama en yüksek sıcaklık 33,2 °C ve ortalama sıcaklık ise 27,9 °C olarak ölçülmüştür (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2022). Bununla birlikte, İzmir kentsel alanı için en yüksek hava sıcaklığı 2022 yılında 42 °C ve 46 °C arasında; en düşük sıcaklık ise 26 °C-28 °C arasında gözlenmiştir. Yaz dönemlerinde İzmir'in kıyı kesimlerindeki sıcaklık, iç kısımlarına göre deniz melteminin (imbat) etkisiyle 1-2°C sıcaklık düşmektedir (İBB, 2019). İzmir ili kentsel alanı, Türkiye genelinde riskli bölgeler arasında yer almaktadır. İzmir ili ve çevresi için tahminlenen iklim senaryolarına göre 1971-2000 yılları ve 2050-2100 yılları dönem aralığı arasındaki ortalama yıllık sıcaklık farklarının İzmir kentsel alanında 1°C ve 3 °C arasında artması beklenmektedir (İZŞB ve PAD, 2019).

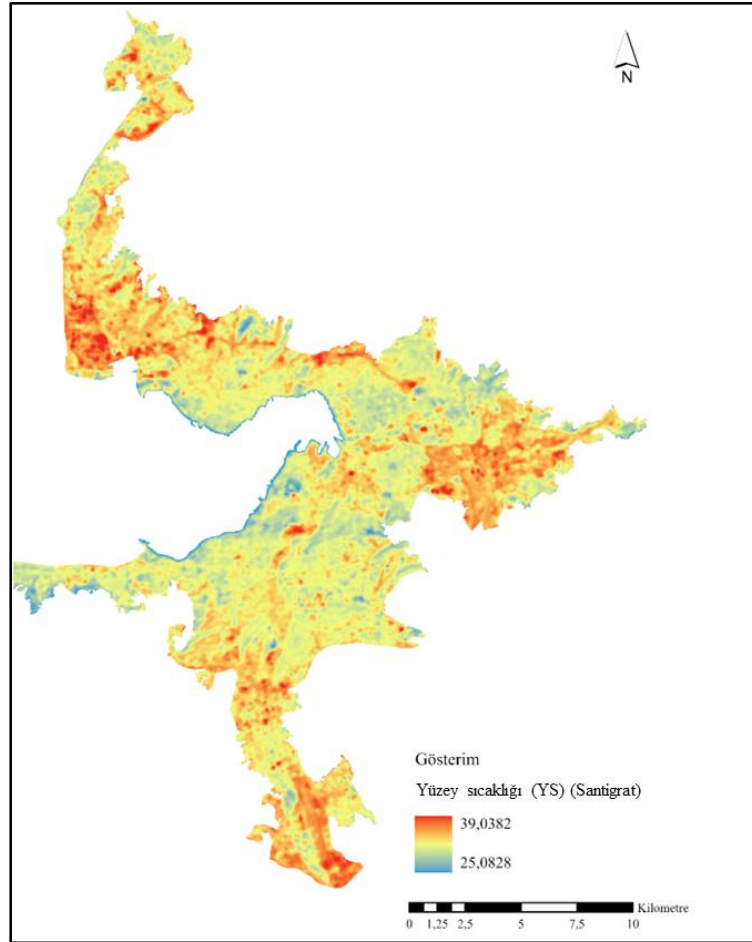
### **2.2. Veri ve Veri Ön İşleme**

Bu çalışma kapsamında sıcaklığın ve bitki örtüsü varlığının haritalandırılmasında uzaktan algılama tekniklerinden yararlanılmıştır. 2020 yılının en yüksek yüzey sıcaklıklarının görüldüğü

Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarına ait bulutsuz olan Landsat Uydu görüntülerinden yararlanılarak YS ölçülmüştür. YS haritasının üretilmesinde 8 Temmuz 2020, 25 Ağustos 2020 ve 10 Eylül 2020 tarihli 30m x 30m çözünürlükte Landsat OLI 8 uydu görüntülerine ait termal bantları (Band 10 ve Band 11'den) kullanılmıştır. Bitki örtüsü varlığının ölçülmesinde yaygın olarak kullanılan Normalize Fark Bitki Örtüsü İndeksinden (NFBİ) yararlanılmıştır. Haritalandırmada 5 Ağustos 2020 tarihine ait Sentinel 2A uydu görüntüsü kullanılmıştır.

### 2.1.1 Yüzey Sıcaklığı (YS)

YS için termal bantlar (Landsat OLI 8, Band 10 ve Band 11) tek pencere algoritmasından yararlanılarak haritalandırılmıştır (Şekil 2). Tek pencere algoritması üç aşamadan meydana gelmektedir. Buna göre, öncelikle parlaklık değerleri spektral radyans değerlerine dönüştürülmüş, sonrasında spektral radyans değerleri yansıtım değerlerine ve son olarak radyans değerleri atmosferik parlaklık sıcaklığı değerlerine dönüştürülmüştür (Quin vd., 2001) (Şekil 2).



Şekil 2. Çalışma alanı yüzey sıcaklığı dağılımı

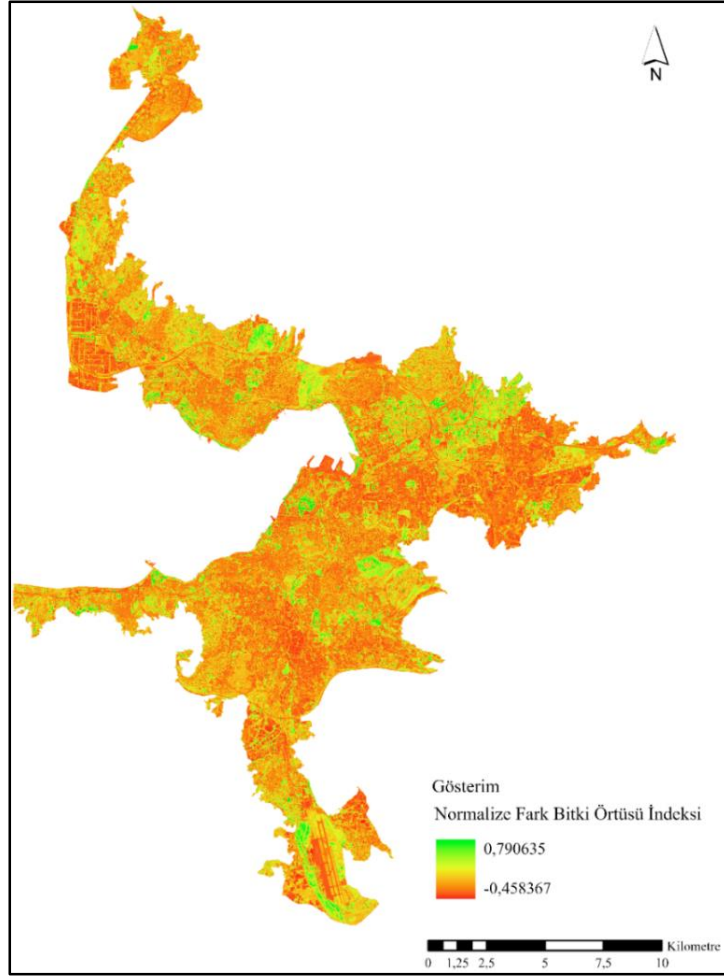
### 2.1.2 Normalize Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NFBİ)

NFBİ değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.



$$NFBİ = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

Bu formüldeki NIR yakın kızıl ötesi ve RED ise kırmızı yansıtım değerini ifade etmektedir (Nemani ve Running, 1989). Yaklaşık 0.4 ve üzeri değerlerin gözlemlendiği alanlar bitki örtüsünün yoğunlaştığı ağaç kaplı yüzeyleri ve negatif değerler ise su yüzeylerini temsil etmektedir. Buna göre indeks değeri arttıkça bitki örtüsü yoğunluğu artmaktadır (Şekil 3).



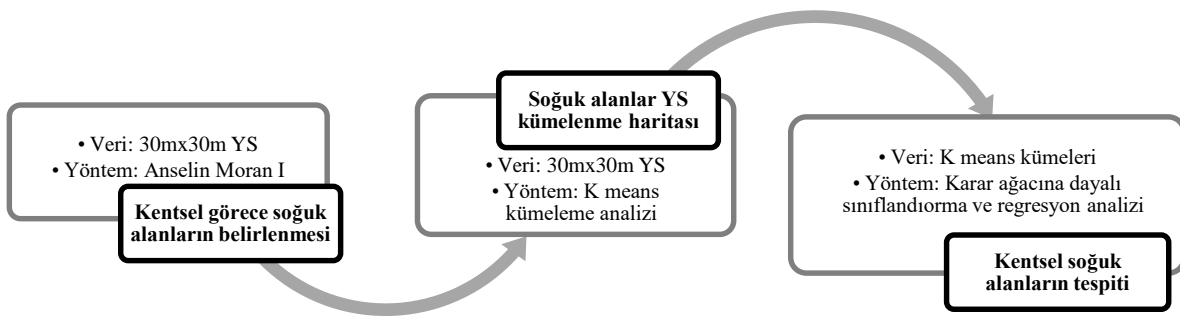
Şekil 3. Çalışma alanı Normalize Fark Bitki Örtüsü İndeksi

### 2.3. Mekânsal Analizler

Bu çalışma kapsamında İzmir kentsel alanındaki kentsel görece soğuk alanların haritalandırılmasında yerel mekânsal otokorelasyon yöntemlerinden biri olan Anselin Yerel Moran I'dan yararlanılmıştır. Birbirine benzer değişken değerlerine sahip alanların tespit edilmesine olanak sunan bu mekânsal istatistiksel yöntemi ile (Çubukçu, 2015) coğrafi olarak birbirine yakın olan görece düşük YS değerlerinin kümелendiği alanlar haritalandırılmıştır. Herhangi bir plan karenin coğrafi olarak yakınlığının belirlenmesinde 60 m., 180 m. ve 240 m. mesafeler dikkate alınmıştır. Mekânsal otokorelasyon yönteminde birbirine yakın konumda bulunan plan karelerin benzer coğrafi gösterme

olasılıkları uzaktaki plan karelere göre daha fazladır. Elde edilen sonuçlara göre 60 m komşuluk mesafesinin soğuk alanları tanımlamada YS deseni açısından daha homojen ve kompakt bir forma sahip olması nedeniyle daha etkili olduğu gözlemlenmiştir (Guo vd., 2015). Bu işlemler, ArcGIS Pro “Mekânsal İstatistik- Kümeleme ve Uç Değer Analizi” araç çubuğu aracılığı ile gerçekleştirilmiştir (Şentürk ve Çubukçu, 2022) (Şekil 4).

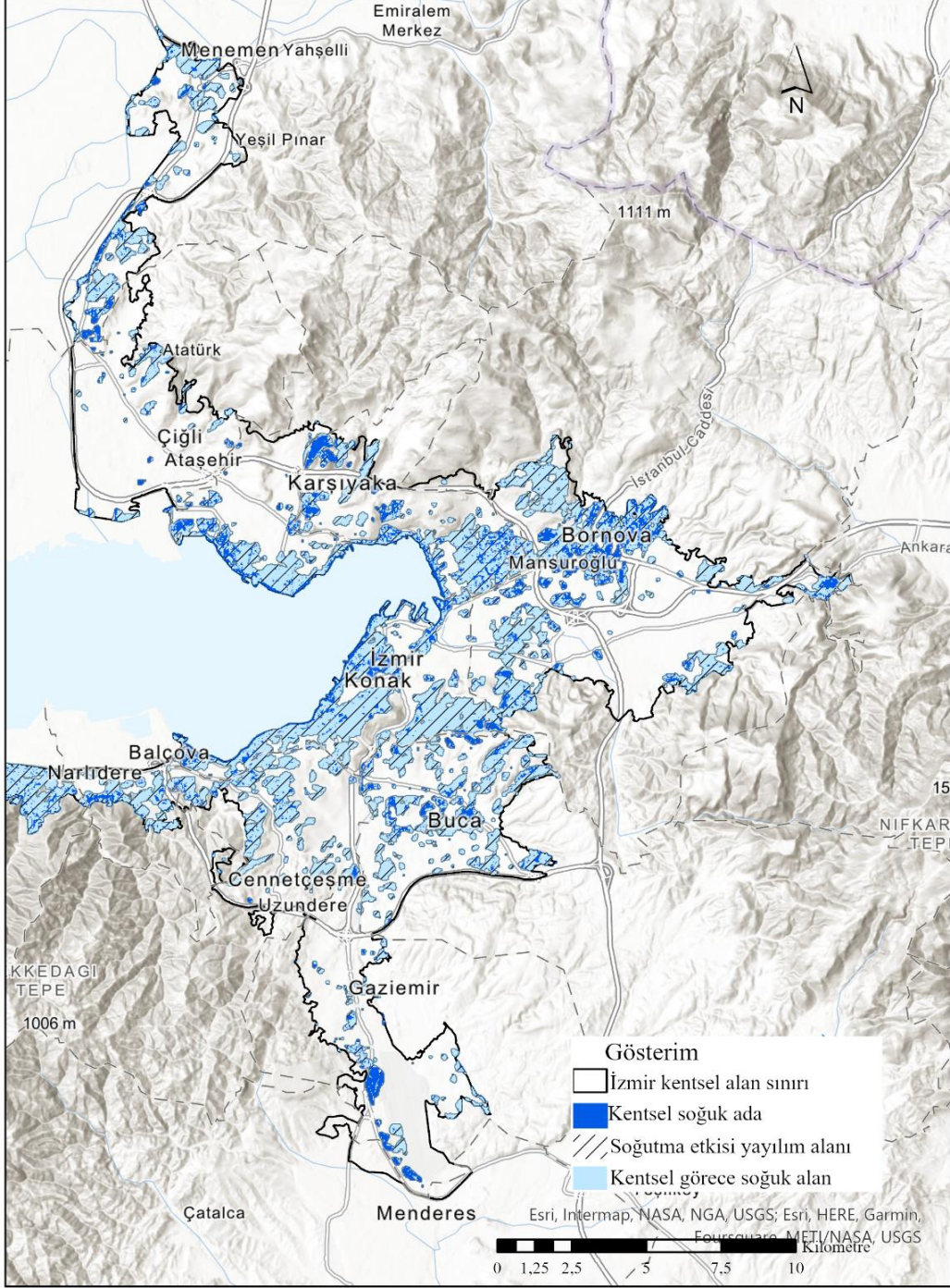
Kentsel görece soğuk alanların bileşenlerinden biri olan kentsel soğuk adaların tespitinde kademeli olarak iki farklı istatistiksel yöntemden yararlanılmıştır. İlk aşamada, her bir kentsel görece soğuk alanların içinde YS sıcaklığının kademeli değişimini geçişini ölçmek amacıyla 7 sınıfta k-means kümeleme analizi uygulanmıştır. K-means kümeleme analizi değişken değerinin belirlenen sınıf sayısının merkezi noktasını seçerek bu noktaya en yakın değerleri sınıflandırmaktadır. Seçilen sınıfın merkez noktası güncellenerek en yakın değerler yinelenerek tekrar sınıflandırılır. Bu işlem eşdeğer sonuçlar elde edilene kadar devam eder (Tan vd., 2005). Bu kümeleme yöntemi her bir görece kentsel soğuk alan poligonu özelinde hesaplanmıştır. Başka bir deyişle, her bir görece kentsel soğuk alan için ayrı ayrı yedi sınıfa ait merkez noktaya göre en yakın değerler belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlarla ikinci aşamada, kentsel soğuk adaların sınırlarının tespit edilmesinde ArcGIS Pro’da mekânsal istatistik araçlarından biri olan “Orman tabanlı sınıflandırma ve regresyon aracı” kullanılmıştır. Bu yöntem denetimli makine öğrenmesine dayanan rastgele orman yöntemine dayanmaktadır. Modelde birçok karar ağacı oluşturulur ve nihai sonuç bu karar ağaçlarının tümünün sonucunda tahminlenir (Breiman, 2001). Bu analizin uygulanmasında 7 sınıfta oluşturulan k-means kümelerinin sonuçları girdi olarak kullanılmıştır. Buna göre öncelikle 1., 2., 3. ve 4. sınıfta yer alan plan kareler “kentsel soğuk ada” olarak ve diğer plan kareler “kentsel soğuk ada dışı” olarak tanımlanarak veri kategorik veriye çevrilmiştir. Kentsel soğuk ada olarak tanımlanacak diğer plan karelerin tahminlenmesi için kullanılmak üzere öğrenme değerleri ve sürekli değişkeni için NFBİ seçilmiştir. Veri kümesinin %10’u modelin doğrulama amaçlı öğrenme verisinden ayrılmıştır (Şekil 4). Bu yöntem aracılığı ile her bir kentsel görece soğuk alanın kendi sınırları içinde görece daha düşük YS değerlerine sahip plan kareleri kentsel soğuk ada olarak tanımlanmıştır.



Şekil 4. YS mekânsal deseninin analiz süreci yöntem yaklaşımı

Elde edilen sonuçlara göre kentsel soğuk ada olarak tahminlenen plan kareler toplulaştırılarak poligon haline getirilmiştir. Böylelikle veri setindeki her bir kentsel görece soğuk alan, kentsel soğuk

ada poligonu ve etrafındaki yayılım alanı poligonundan oluşmuştur. Bu toplulaştırma çalışmanın plan kare ölçeğinden leke ölçeğine indirgenmesi amacıyla yapılmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. İzmir kentsel alanı yüzey sıcaklığı (YS) mekânsal deseni

## 2.4. İstatiksel Analizler ve Veri Seti

Soğutma yayılımını etkileyen unsurların araştırılması amacıyla değişkenler arasındaki ilişkinin ölçülmesinde çoklu doğrusal regresyon modelden yararlanılmıştır. Geliştirilen regresyon modelde kentsel soğuk ada büyüklüğü ve soğutma şiddeti bağımsız (açıklayıcı) değişkenler olarak belirlenmiştir. Buna göre soğutma etkisi yayılım alanı fonksiyonu;

$$y = f(x_1, x_2)$$

olarak ifade edilebilir. Burada;  $y$ , soğutma etkisi yayılım alanı;  $x_1$ , kentsel soğuk ada büyüklüğü;  $x_2$ , soğutma şiddetini temsil etmektedir (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Modelde kullanılan değişkenler

Tür	Notasyon	Ad	Açıklama	Cinsi
Bağımlı	$y$	Soğutma etkisi yayılım alanı	(Kentsel görece soğuk alan poligonu alansal büyüklüğü)- (Toplam kentsel soğuk ada büyüklüğü)	ha
Bağımsız (Açıklayıcı)	$x_1$	Kentsel soğuk ada büyüklüğü	Soğuk ada poligonu içindeki toplam kentsel soğuk ada alanı	ha
	$x_2$	Soğutma şiddeti	Ortalama kentsel soğuk ada soğutma şiddeti	°C

#### 2.4.1. Soğutma Etkisi Yayılım Alanı ( $Y_{KSA}$ ) ( $y$ )

İzmir ili kentsel alanı sınırları içinde kentsel soğuk adaların soğutma etkisinin hissedildiği alanları temsil etmektedir. Bu çalışmada, kentsel görece soğuk alanı ve kentsel soğuk ada arasında kalan alanlar yayılım alanı olarak tariflenmiştir. Bu alanlar kentsel soğuk adalar etrafında YS değerlerinin radyal desen gösterdiği geçiş alanları olarak ele alınmıştır. Kentsel görece soğuk alanların soğutma etkisinin kentsel görece soğuk alan sınırına kadar ulaştığı varsayılmıştır (Çizelge 1).

#### 2.4.2. Kentsel Soğuk Ada Büyüklüğü ( $A_{KSA}$ ) ( $x_1$ )

Her bir kentsel görece soğuk alan poligonu içinde yer alan kentsel soğuk adanın alansal büyüklüğünün toplanması sonucunda değişken değeri hesaplanmıştır (Çizelge 1).

#### 2.4.3. Soğutma Şiddeti ( $S_{KSA}$ ) ( $x_2$ )

Yazında soğutma şiddeti soğutma kapasitesinin açıklanmasında önemli bir değişken olarak ele alınmaktadır. Soğutma şiddeti, soğutma unsuru bulunan su yüzeyi, kentsel park alanı ile etrafı arasındaki sıcaklık farkını ifade etmektedir (Geng vd., 2022; Peng vd., 2020). Bu çalışmada soğutma yayılım alanı birden fazla kentsel soğuk ada poligonu ile mekânsal olarak kesişmektedir. Bu nedenle yayılım alanı poligonu ile sınırları kesişen soğuk ada poligonlarının soğutma şiddeti değerinin ortalaması alınarak değişken değeri hesaplanmıştır. Bu değer hesaplanması için öncelikle kentsel soğuk ada poligonları ile kesişen 30m x 30m çözünürlükteki plan karelerin YS değerlerinin ortalaması alınarak kentsel soğuk ada sıcaklık değeri ölçülmüştür. İkincil olarak her bir yayılım alanı poligonu ile kesişen YS değerlerinin ortalaması alınmıştır ve son olarak her bir kentsel soğuk ada poligonunun etrafı ile sıcaklık farkı hesaplanmıştır (Çizelge 1).

Veri setinde yer alan her bir satırda soğutma etkisi yayılım alanı poligonuna ait öznitelik bilgileri yer almaktadır. Buna göre veri setinde 293 adet yayılım alanı poligonunun toplam alanı 5290,511 ha'dır. Bağımlı değişken olan yayılım alanları ortalama 18,054 ha büyüklüğe sahip olmakla birlikte 0,270 ha ve 761,580 ha arasında değişim göstermektedir. Kentsel soğuk ada büyüklüğü 4,949 ha ortalama ile 0 ve 263,700 ha arasında; soğutma şiddeti 0,113 °C ortalama ile -0,249 °C ve 1,708 °C arasında dağılım göstermektedir. Veri seti içinde yer alan yayılım alanı ve kentsel soğuk ada büyüklükleri oldukça yüksek standart sapma değerlerine sahiptir (Çizelge 2). Kentsel soğuk adalar bazı kentsel görece soğuk alanlar içinde tespit edilmediği için minimum değeri 0 olarak ölçülmüştür (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** Modelde kullanılan değişkenlere ait açıklayıcı istatistik (n=293)

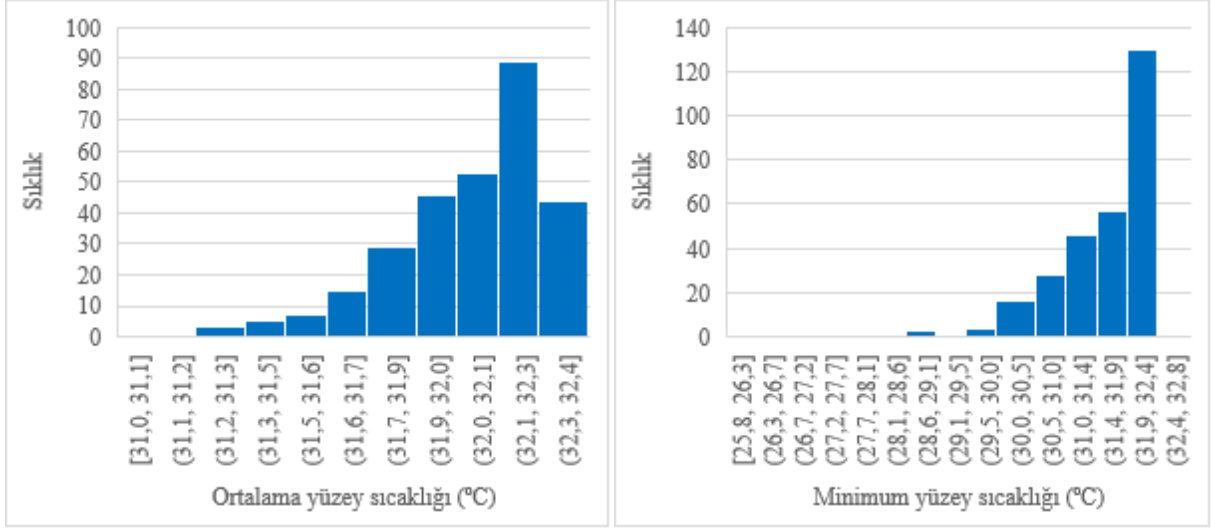
Değişken	Minimum	Maksimum	Ortama	Standart sapma	Toplam
<b>Bağımsız değişken</b>					
Kentsel soğuk ada büyüklüğü	0,000	263,700	4,949	24,328	1450,260
Kentsel soğuk ada soğutma şiddeti	-0,249	1,708	0,113	0,248	33,381
<b>Bağımlı değişken</b>					
Soğutma etkisi yayılım alanı	0,270	761,580	18,054	76,161	5290,110

### 3. Bulgular

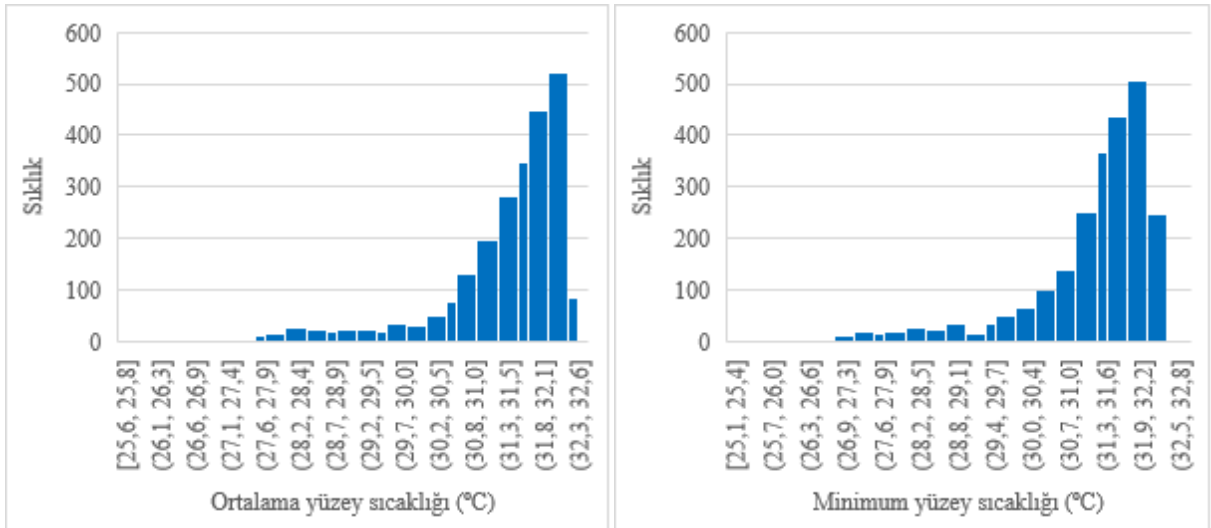
#### 3.1. Soğutma Etkisinin Mekânsal Deseni

İzmir ili kentsel alanlarında yüzey sıcaklığı (YS) 25,082 °C ve 39,032 °C arasında dağılım göstermektedir. Görece düşük YS değerleri, başka bir deyişle kentsel görece soğuk alanlar, kıyı boyunca yoğunlaşmakla birlikte iç kesimde bazı konut bölgelerinde gözlenmektedir. Yüksek YS değerleri ise özellikle kentin sanayi bölgelerinde yoğunlaşmaktadır. İzmir kentsel alanında farklı büyüklüklerde olmakla birlikte kentsel soğuk adalar toplam 1450,260 ha büyüklükte alan kaplamaktadır. Başka bir ifadeyle, İzmir kentsel alanının yaklaşık %5,7'i soğutma kapasitesi bulunan kentsel soğuk adalardan meydana gelmektedir. Buna karşın soğutma etkisinin hissedildiği yayılım alanı toplam 5290,110 ha ile çalışma alanının yaklaşık %21'inde gözlenmektedir. Buna göre kentsel soğuk adaların yaklaşık 3,5 katı büyüklüğündeki bir alanda soğutma etkisi hissedilmektedir. Kentsel soğuk ada büyüklüğü ve yayılım alanı yüksek standart sapma değerine sahiptir. Buna göre, kentsel alanda düşük sıcaklıkların homojen kümelenmediğini; kentin bazı bölgelerinde süreklilik gösterirken bazı bölgelerinde parçalı bir desene sahip olduğu söylenebilir (Şekil 3, Çizelge 2). 292 adet soğutma yayılım alanı poligonlarının ortalama YS değerleri 31,702 °C ve 32,370 °C; minimum YS değerleri 25,781 °C ve 32,370 °C arasında dağılım göstermektedir. Ancak 31,7 °C'den daha düşük ortalama YS ile 30 °C'den daha düşük minimum YS değerine sahip yayılım alanları oldukça kısıtlı kalmıştır (Şekil 6). 862 adet kentsel soğuk ada poligonuna ait YS değerlerinin dağılımı incelendiğinde, ortalama YS 25,6 °C ve 32,6 °C dağılım göstermekle birlikte büyük bir çoğunluğu 30,8 °C'den yüksektir. Minimum YS değeri ise 25,1 °C ve 32,2 °C arasında dağılım göstermekte olup büyük bir çoğunluğu 30,4 °C'den yüksektir (Şekil 7). Bazı görece kentsel görece soğuk alanlar içinde kentsel soğuk ada gözlenmemiştir. Bu durum kentsel soğuk ada sınırlarının

belirlenmesinde YS sıcaklığının yeşil alan ile korelasyonuna dayalı bir yöntem tercih edilmesinden kaynaklanmış olabilir. Bu kentsel görece soğuk alan poligonlarında YS değerleri daha homojen ve orta değerler arasında bir dağılım göstermektedir (Şekil 3).



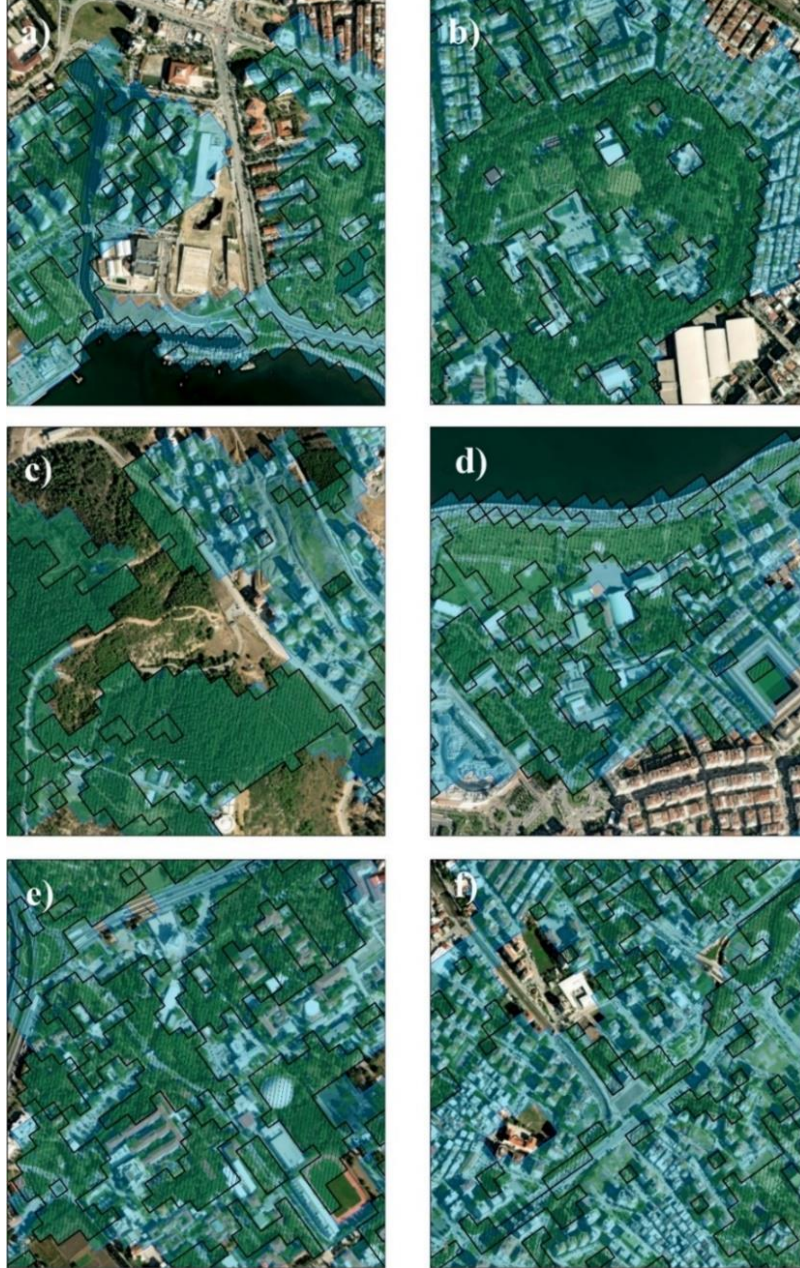
Şekil 6. Soğutma yayılım alanı ortalama ve minimum yüzey sıcaklığı histogram grafiği



Şekil 7. Kentsel soğuk ada ortalama ve minimum yüzey sıcaklığı histogram grafiği

En düşük YS değerlerine sahip olan kentsel soğuk adalar, farklı büyüklük ve mekânsal dağılım göstermekle birlikte genellikle yeşil alanların kümелendiği bölgelerde yoğunlaşmaktadır. Buna göre, kentsel soğuk adalar İzmir ili kentsel alanında kıyı boyunca konumlanan İnciraltı Kent Ormanı ve Kültürpark gibi büyük yeşil alanlar ve konut alanlarında yoğunlaşmakla birlikte Ege Üniversitesi, Hava Eğitim Komutanlığı gibi kampüs tipi kamusal yapılaşmanın görüldüğü bölgelerde; Manavkuyu gibi bazı

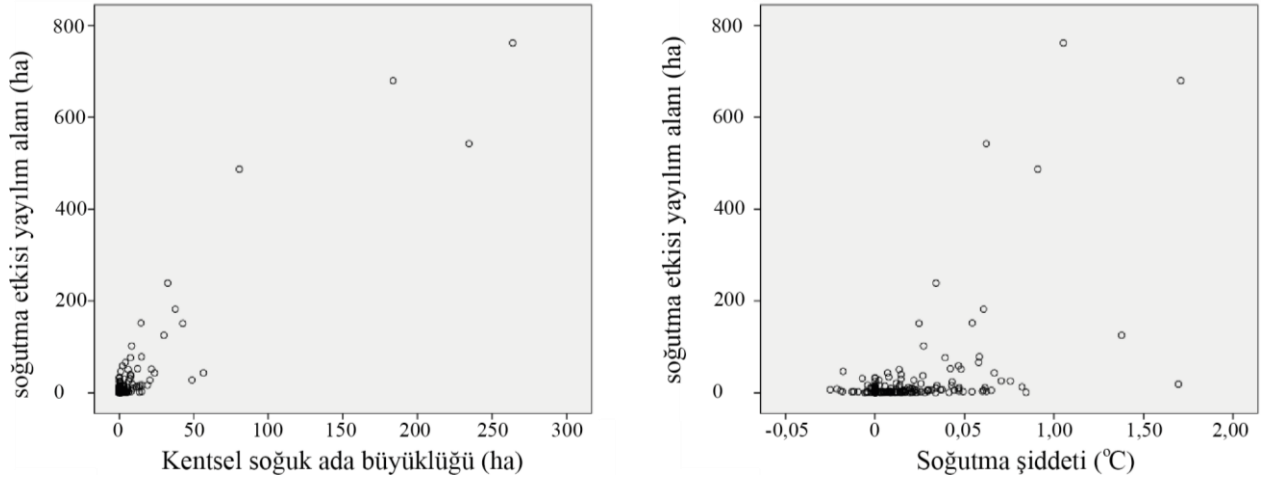
iç kesimde kalan konut bölgelerinde ve kent çeperindeki orman alanlarına yakın konumda konumlanan Evka 3 ve Narlıdere gibi konut çevrelerinde görülmektedir. Bu alanların soğutma etkisi farklı uzaklıklara erişerek yayılım alanlarını tanımlamıştır (Şekil 6).



**Şekil 8.**İzmir kentsel görece soğuk alanlarından örnekler ((a)Mavişehir ve Atakent konut alanları, (b) Kültürpark, (c) Basın yayı ve Gazeteciler hatıra ormanı ve çevresi, (d) Hava Eğitim Komutanlığı ve çevresi, (e) Ege Üniversitesi Kampüsü, (f) Evka 3 konut alanları) Examples of relatively cold urban areas of İzmir

Şekil 9’da yayılım alanı ile soğutma şiddeti ve kentsel soğuk ada büyüklüğü arasındaki ilişki saçılım grafiği ile gösterilmiştir. Soğutma şiddeti, başka bir ifadeyle, yayılım alanı ve bitişiğinde bulunan kentsel soğuk adalar arasındaki sıcaklık farkı incelendiğinde maksimum 1,70 °C dereceye kadar ulaştığı ve kısıtlı alanlarda yayılım alanının soğuk adalardan daha düşük sıcaklıklara sahip olduğu gözlenmiştir.

Ancak ortalama 0,113 °C sıcaklık farkı yayılım alanları ile kentsel soğuk ada arasında sıcaklık farkının çok yüksek olmadığını göstermektedir. Elde edilen sonuçlar soğutma etkisi yayılım alanı ve soğutma şiddeti arasında pozitif yönde doğrusal bir korelasyon ilişkisinin olduğunu ortaya koymuştur. Soğutma şiddeti arttıkça, özellikle 0,05 °C değerinin üzerinde bir değer gösterdikçe yayılım alanı oldukça artmıştır. Benzer sonuç, yayılım alanı ile kentsel soğuk ada büyüklüğü arasında da ölçülmüştür. İzmir kentsel alanında yayılım alanı 0-200 ha değerleri arasında yoğunlaşmaktadır. Bu yayılım alanlarında kentsel soğuk ada büyüklüğü 0-50 ha arasında yoğunlaşmakta ve doğrusal bir artış göstermektedir. Buna karşın soğutma şiddeti değeri daha dağınık bir desene sahiptir.



Şekil 9. Kentsel soğuk alan büyüklüğü ve soğutma şiddetinin soğutma etkisi yayılım alanına göre dağılım grafiği

### 3.2. Soğutma Etkisi Yayılım Alanının Tahminlenmesi

İzmir kentsel alanında yayılım alanı büyüklüğünün tahmin edilmesinde kentsel soğuk ada büyüklüğü ve soğutma şiddeti açıklayıcı olmuştur. Regresyon modelde kullanılan bağımlı ve bağımsız değişkenlere ilişkin betimleyici istatistikler Çizelge 3'te sunulmuştur.

Araştırma kapsamında geliştirilen doğrusal çoklu regresyon modelin sonuçlarına göre kentsel soğuk ada büyüklüğünün ve soğutma şiddetinin, bağımlı değişken olan yayılım alanı büyüklüğünün varyansını açıklamada  $p=0,01$  (%99) düzeyinde istatistiksel açıdan anlamlı olduğu tespit edilmiştir. 292 tane satırdan meydana gelen veri seti kullanılarak oluşturulan çoklu doğrusal regresyon modeli 2.5'ten küçük Dublin Watson değerine ve 5'ten küçük Varyans Enflasyon Faktörü (VIF) değerlerine sahip olması nedeniyle model güvenilirlik testinden geçmiştir (Rogerson, 2010). Bağımsız değişkenlerin göreceli öneminin ölçülmesi için standardize edilmiş regresyon katsayısı (beta değeri) incelenmiştir. Modeldeki bağımsız değişkenlerin önem sırası incelendiğinde kentsel soğuk ada büyüklüğü ( $\beta= 0,875$ ,  $p<0,001$ ), soğutma şiddetine göre ( $\beta= 0,129$ ,  $p<0,001$ ) göre yaklaşık 7 kat daha açıklayıcıdır. Soğutma etkisi yayılım alanı ile kentsel soğuk ada büyüklüğü ve soğutma şiddeti arasında doğrusal ve pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Başka bir deyişle kentsel soğuk ada büyüklüğü arttıkça soğutma yayılım alanı artmaktadır (Çizelge 3). Buna ek olarak, kentsel soğuk ada ile yayılım alanı arasında sıcaklık farkı arttıkça soğutma yayılımı artmaktadır. Bu durum kentsel soğuk ada YS değerinin azalarak çevresindeki kentsel alan ile olan sıcaklık farkının artmasından kaynaklı olabilir.



**Çizelge 3.** Çoklu doğrusal regresyon model sonuçları (bağımlı değişken soğutma etkisi yayılım alanı) (n=292)

Değişken	Tahmin edilen katsayılar (Standardize edilmemiş)	Tahmin edilen katsayılar (Standardize edilmiş)	Güvenilirlik düzeyi	VIF
Sabit	-0,120			
Kentsel soğuk ada büyüklüğü	2,731	0,872	0,000	1,318
Kentsel soğuk ada soğutma şiddeti	39,915	0,130	0,000	1,317

Model özeti

$R^2 = 0,890$

Dublin Watson = 2,060

Model sonuçlarına göre kentsel soğuk alan büyüklüğü aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\text{Soğutma yayılım alanı} = 0,872(\text{Kentsel soğuk ada büyüklüğü}) + 0,130(\text{Soğutma şiddeti}) \quad (1)$$

Model, kentsel soğuk alan büyüklüğündeki varyansın %89'ini açıklamaktadır ( $R^2=0,890$ ). Modelde yer alan bağımsız değişkenler ortalama değerlerini aldığı yayılım alanının 4,210 ha; maksimum değerleri aldığı ise 230,160 ha olması beklenmektedir (1) (Çizelge 2-3). Kentsel soğuk ada ve soğutma şiddetinin maksimum değerleri alması halinde yaklaşık 324 futbol sahası büyüklüğünde soğutma yayılım alanı beklenmektedir.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Kentsel ısı adası etkisinin azaltımında soğutma etkisinin önemli bir unsur olarak gören mikro ölçekteki çalışmaların (Cheng vd., 2015; Lin vd., 2015; Wang ve Zu, 2011) aksine bu araştırma kent ölçeğinde bir yaklaşım geliştirmiştir. Kentsel mekânın soğutma verimliliğinin artırılmasında soğutma şiddeti ve soğutma yayılım alanı önemli iki bileşen olarak ele alınmaktadır (Gao vd., 2022). Kentsel soğuk adalar, soğukluğun yayılmasına neden olmakta (Chang ve Li, 2014; Cheng vd., 2015; Lin vd., 2015) ve bu yayılım alanları bir araya gelerek kentte daha kuvvetli bir soğutma etkisi yaratmaktadır (Zhang vd., 2017). Ancak bu bulgular önceki çalışmalar tarafından genellikle mikro ölçekte elde edilmiştir. Bu çalışmada geliştirilen araştırma ölçeği yaklaşımında, soğutma kapasitesi bulunan kentsel soğuk adaların tespitinde bir dizi mekânsal analizden yararlanılmıştır. Bu yöntem ile elde edilen kentsel soğuk ada sınırları kentsel yeşil alan veya su yüzeyleri ile örtüşse de park alanlarının geçirimsiz yüzeylerle kaplı alanlarını sınır dışına çıkarmış ve bitişiğinde bulunan yeşil alanlarla süreklilik göstererek daha geniş bir sınır tariflemiştir. Bu durum Şekil 8'de yer alan Kültürpark ve çevresinde açıkça gözlenmektedir. Kültürpark'ın güneyinde yer alan hangar ve otopark alanlarının yer aldığı kısım soğuk ada sınırından çıkmıştır. Ayrıca kuzeyindeki okul bahçeleri ile birleşerek park sınırlarını aşmıştır. Buna ek olarak bazı konut alanları da kentsel soğuk ada sınırları içinde kalmıştır. Doğrudan kentsel yeşil alan sınırını (Chang ve Li, 2014; Cheng vd., 2014; Cheung ve Jim, 2019; Ren vd. 2013; Vidrih ve Medved, 2013) veya bitki örtüsü ile kaplı yüzeyleri (Guo vd., 2019; Rakoto vd., 2021) kentsel soğuk ada olarak kabul eden çalışmaların aksine bu çalışmanın sonuçları farklı bir bulgu ortaya koymuştur. Çalışma kapsamında tespit edilen kentsel soğuk adaların yerel iklimi düzenlemede etkili olduğu sayısal bulgularla kanıtlanmıştır. Bu bulgular sıcaklığın mekânsal dağılımının araştırılması konusundaki araştırmalara katkı sunmaktadır.

İzmir kentsel alanında kentsel soğuk adalar ve bitişiğindeki kentsel alanlarda daha düşük sıcaklıkların kümelendiği tespit edilmiştir. Bu durum önceki çalışmaların sonuçları ile örtüşmektedir (Gao vd., 2022; Liu vd., 2017; Orhan, 2021; Shi vd., 2023; Şentürk ve Çubukçu, 2022). Çalışmanın bulgularına göre İzmir kentsel alanının %26,7'sini kentsel görece soğuk alanlar kaplamaktadır. Benzer bir sonuç Shenzen ili için de %29,80 olarak ölçülmüştür (Guo vd., 2019). Kentsel soğuk adalar etrafındaki radyal sıcaklık deseninin İzmir Körfezi boyunca konumlanan kıyı alanlarında süreklilik gösterdiği gözlemlenmiştir. Benzer şekilde, Yüksel ve Coşkun Hepcan (2023), İzmir ili Karşıyaka ilçesinde kıyı çizgisi boyunca düşük sıcaklıkların kümelenerek serin adaları oluşturduğunu ortaya koymuştur (Şekil 2). Bu durum, İzmir ili ikliminin belirlenmesinde önemli bir soğutma unsuru olan denizin yüksek serinletme etkisinden kaynaklı olduğu söylenilir. Önceki çalışmalarda da benzer şekilde kentsel mekânda konumlanan dere ve deniz gibi su yüzeyleri ve bitişiğinde en düşük sıcaklıklar ölçülmüş (Du vd., 2016; Kesgin Atak ve Ersoy Tonyalıoğlu, 2020; Ünal Çiçek, 2022).

İzmir kentsel soğuk adaları ağırlıklı olarak Kültürpark ve Hasanağa Parkı gibi İzmir'in büyük yeşil alanları ile kıyı kordon alanı boyunca gözlenmekle birlikte her yeşil alan sınırı soğuk ada olarak tanımlanmamıştır. Benzer şekilde, Shenzen ili için yapılan çalışmada park alanlarının arazi yüzey sıcaklığının kümelenmesiyle tariflenen soğuk alanlar ile %64 oranında örtüştüğünü ortaya konmuştur (Peng vd., 2021). Park ve kıyı alanlarına ek olarak, İzmir ili Evka-3, Mavişehir ve Narlıdere gibi bölgelerde yeşil alanlarla birlikte tasarlanmış bazı konut alanlarında da kentsel soğuk adalar gözlenmiştir. Yazında da benzer şekilde yeşil alanlarla birlikte tasarlanmış açık kentsel alanların kentsel konforu yüksek yerel iklim bölgelerini meydana getirdiği vurgulanmaktadır (Lee ve Oh, 2018; Zheng vd., 2023). Yeşil alanlar ve bitki örtüsü, sıcaklıkları azaltıcı etkiye sahiptir (Yamak vd., 2021). Özellikle şehirlerin ağaçlandırılması önem taşımaktadır (Kuşçu Şimşek ve Şengezer, 2012). Ağaçlar gölgelendirme işlevi sayesinde gündüz yüzeyin ısınması veya solar radyasyona maruz kalmasını önlemekte ve bu durum yerel iklimi biçimlendirmede oldukça etkili rol oynamaktadır (Kesgin Atak, 2020). Sonuç olarak, sıcaklığı emerek termal dengeyi sağlayan kentsel soğuk adalar çoklu bir soğutma etkisi yaratacak kentte düşük sıcaklıkların kümelenmesine yol açmaktadır. Buradan yola çıkarak "Serin Şehir" oluşturma sürecinde bitkilendirme gibi kenttin soğutma kapasitesini arttıran unsurların hem kentsel tasarım hem de şehir planlama ölçeğinde uygulanması oldukça önemlidir (C40 Cities, 2020).

Bu çalışmanın bulgularına göre kentsel soğuk ada büyüklüğü ve bu alanların soğutma şiddeti soğutma etkisinin hissedildiği kentsel alanların artmasına neden olmaktadır. Bu çalışma kapsamında tespit edilen kentsel soğuk adaların ortalama büyüklüğü yaklaşık 5 ha olarak ölçülmüştür (Çizelge 2). 2 ha'dan daha büyük yeşil alanların anlamlı bir soğutma etkisine sahip olduğu varsayımına (Cao vd., 2010) göre İzmir kentsel soğuk adaları yerel iklimi düzenlemede önemli bir etkiye sahiptir. Önceki çalışmalar iklimsel koşullara göre optimal yeşil alan büyüklüğünün değişim gösterebileceğini vurgulamıştır. Örneğin, Geng vd. (2022), yeşil alan büyüklüğünün ekvatora yaklaştıkça daha önem kazanabileceğini vurgulamıştır. Regresyon modeli tahminlerine göre kentsel soğuk ada büyüklüğünün bir plan kare artması, yani 0,09 ha artması sonucunda yayılım alanı yaklaşık 0,08 ha artmaktadır. Soğutma şiddetinin bir derece (1°C) artması sonucunda ise yayılımın 0,13 ha artması beklenmektedir. Benzer şekilde önceki çalışmalar kentsel soğuk ada büyüklüğünün artması sonucunda soğutma yayılım

alanının arttığını ortaya koymuştur (Cheng vd., 2015; Ren vd., 2013). Bu durum, kentsel soğuk adalar ile bitişik kentsel alan arasında orta sıcaklıklara sahip bir geçiş alanı yaratmaktadır (Şentürk ve Çubukçu, 2023). Yazında bu geçiş alanı, kentsel soğuk ada iklim düzenleme işlevinin etki düzeyini anlamaya yardımcı olan soğuma etkisinin hissedildiği alan olarak da tanımlanmıştır (Wang ve Zhu, 2011).

Kentsel ısı adası etkisinin önlenmesinde kentsel mekânın soğutma kapasitesinin geliştirilmesi önemli bir yaklaşımdır. Soğutma potansiyelinden optimum değerde yararlanılması için hem soğutma şiddeti hem de soğutma yayılımının artırılması gerekmektedir (Gao vd., 2022). Daha geniş alanda hissedilen soğutma etkisi daha fazla sayıda kentlinin soğutma etkisinden yararlanarak (Shi vd., 2023) kentsel ısı adası etkisine karşı kırılabilirliğinin azalmasına neden olmaktadır. İzmir kentsel alanı soğutma yayılım alanının tahminlenmesinde kentsel soğuk ada büyüklüğü soğutma şiddetine göre çok daha etkili olmuştur (Çizelge 3). Bu sonuç önceki çalışmalar ile örtüşmektedir (Chen vd., 2012). Benzer şekilde önceki çalışmalar soğuk ada büyüklüğünün soğutma etkisini açıklamada en etkili parametre olduğunu ortaya koymuştur (Du vd., 2017; Ekwe vd., 2020; Geng vd., 2022; Peng vd., 2020). Geng vd. (2022) farklı yerel iklim koşullarında soğutma yayılımı varyasyonunun yaklaşık %50'sini park soğuk ada büyüklüğünün açıkladığını tespit etmiştir. Buna ek olarak İzmir kentsel soğuk adaların büyüklüğü arttıkça doğrusal olarak yayılım alanı da artmaktadır (Şekil 9). Benzer şekilde, Lin vd. (2015) soğutma yayılımı ile park soğuk ada büyüklüğü arasında 0,94 korelasyon katsayısı ile oldukça kuvvetli bir ilişki ölçmüştür. Daha büyük kentsel soğuk adalar genellikle daha büyük soğutma alanı tanımlamamaktadır. Çalışma kapsamında tespit edilen yayılım alanı ortalama büyüklüğü, kentsel soğuk ada ortalama büyüklüğünün yaklaşık üç buçuk katıdır. Du vd. (2022) mahalle parkından bölgesel parklara kadar çeşitli büyüklükteki parkları incelemiş ve soğutma yayılımının kentsel soğuk adanın yaklaşık beş katı büyüklükte olduğunu ölçmüştür. Çalışmanın bulgularına göre soğutma etkisi yayılım alanları oldukça yüksek bir standart sapma değerine sahiptir (Çizelge 2). Benzer sonuçlar önceki çalışmalarda da elde edilmiştir (Cheng vd., 2015).

İzmir kentsel soğuk ada ile yapılı çevre arasındaki sıcaklık farkı 2,48 °C'ye ulaşmıştır. Benzer bir sonuç İzmir Karşıyaka ilçesi mavi-yeşil altyapı alanları ile 300 metre uzaklıktaki yapılı çevre arasında yaklaşık 2 °C olarak ölçülmüştür (Yüksel ve Coşkun Hepcan, 2023). Geng vd. (2022), 207 kentsel parkın soğutma şiddetini ölçmüş ve %58'inin 0 ile 2 °C arasında değiştiğini ortaya koymuştur. Ancak bu çalışma ile ölçülen 0, 11°C ortalama soğuk ada soğutma şiddeti önceki çalışmaların bulguları ile karşılaştırıldığında oldukça düşüktür. Du vd. (2022), 65 parkı incelediği çalışmada soğuk alanların kümelenmediği bölgede konumlanan parkların ortalama 0.78 °C etrafından daha soğuk olduğunu tespit etmiştir. İzmir kentsel alanında soğutma şiddeti arttıkça yayılım alanı da artmış ancak bu ilişki doğrusal değildir. Gao vd. (2022) benzer şekilde soğutma şiddeti ve soğutma yayılımı arasında pozitif yönlü logaritmik bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. İzmir kentsel soğuk ada ortalama soğutma şiddetinin düşük olması, bu alanların halk sağlığı açısından yüksek sıcaklık değerlerine sahip olduğunu göstermektedir. Bu durum kentsel soğuk adaların etrafı ile termal etkileşiminden kaynaklı olabilir (Shih, 2017). Başka bir deyişle kentsel alanlar soğuk adaların soğutma etkisini kısıtlıyor olabilir.

Bu çalışma veri ve yöntem açısından bazı kısıtlara sahiptir. İlk olarak, bu çalışma kentsel mekânda sıcaklığın mekânsal dağılımını araştırmayı amaçladığı için çalışma alan sınırı kentsel alan sınırı olarak belirlenmiştir. Ancak çalışma alan sınırına kent çeperindeki doğal alanlar dahil edildiğinde

kentsel görece soğuk alan ve soğuk ada sınırları farklılaşabilir. İkinci olarak, çalışma kapsamında yararlanılan mekânsal analizlerde kentsel ısı adası etkisinin en yoğun gözlemlendiği yaz aylarına ait YS değerleri dikkate alınmıştır. Ancak YS deseni mevsimsel olarak farklılık gösterebilmektedir (Guo vd., 2019). Üçüncü olarak, bu çalışma kapsamında yalnızca kentte düşük sıcaklıkların kümelenmediği alanların incelenmesi sıcaklıkların görece daha yüksek olduğu kentsel alanlardaki yeşil alanların soğutma etkisini kapsam dışı bırakmıştır. Ancak, bu kısıtlarla birlikte çalışma kapsamı itibarıyla kentte düşük sıcaklıkların kümelenmesinde hangi faktörlerin önemli olduğunu araştırma konusunda etkili sonuçlar ortaya koymuştur. Kentte sıcaklık deseninin etkileyen değişkenler ve yerel iklimi şekillendiren unsurlar sayısal bulgularla tartışılmıştır. Ancak, yerel iklim koşullarının YS desenine etkisi yalnızca denizin soğutma etkisi dikkate alınarak gözlemsel olarak ele alınmıştır. Önceki çalışmalar yerel iklimin soğutma verimliliğine nasıl bir etki yarattığının kesin olarak bilinmediğini ve karmaşık bir yapıya sahip olduğunu vurgulamaktadır (Fan vd., 2019; Yu vd., 2020). Özellikle, değişen rakım ile atmosferik sıcaklık ve nemin bitkilerin terleme fonksiyonun engellemesi nedeniyle soğutma kapasitesine nasıl bir etki yaptığının açıklanmasının oldukça karmaşık olduğu vurgulanmıştır (Fan vd., 2019). Buna ek olarak kentin iklimini belirleyen orman ve deniz alanı gibi doğal alanlar ile ısıtma etkisi bulunan kentsel sıcak adaların nasıl bir termal etkileşim içinde olduğunu ayrıca araştırılmasına ihtiyaç vardır. Son olarak, soğutma yayılımı kentin bazı kısımlarında sınırlı bir alanda genişlerken bazı kısımlarında daha geniş çevrelerde gözlenmiştir. Ancak bu çalışma kapsamında yayılım alansal büyüklük ile tariflendiği için soğutma etkisinin maksimum kaç metreye kadar ulaştığı veya hangi yönlerde daha geniş yayılım gösterdiğine ilişkin sonuçlar üretilen haritalar sayesinde yalnızca gözlemsel olarak elde edilmiştir. Örneğin, veri seti içinde en büyük kentsel soğuk adalardan biri olan Kültürpark'ın doğu kesiminde yayılım alanı kısıtlı kalırken batı kesiminde daha genişlemiştir. Bu farklılıkların nedenselliğini leke ölçekte yürütülen bu çalışma açıklamak konusunda kısıtlı kalmıştır. Bu duruma hangi unsurların neden olduğunun ayrıca tartışılmasına ihtiyaç vardır.

Bu çalışmanın sonuçlarından yola çıkarak kentsel ısı adası etkisinin önlenmesi için sürdürülebilir kentsel planlama ve yönetimi kapsamında sıradaki çıkarımlarda bulunulabilir: (1) Kentsel alanlarda soğutma etkisinin mekânsal deseninin incelenmesinde düşük sıcaklıkların kümelenmediği alanlardan veya kentsel görece soğuk alanlardan yararlanılabilir; (2) yerel iklimin düzenlenmesinde kentsel soğuk ada büyüklüğü ve soğutma şiddetinin artırılması önemli araçlar arasında yer almaktadır ve (3) kentsel soğuk ada büyüklüğü soğutma yayılımını açıklamada oldukça etkilidir. Düşük sıcaklıkların kümelenmediği kentsel alanların yaygınlaşması kentsel ısı adası etkisinin yaratmış olduğu riski azaltmak açısından önemli bir araç olarak ele alınabilir. Ayrıca, mevcut kentsel mekânda yer alan soğutma etkisi bulunan alanların soğutma şiddetinin artırılmasının tek başına yeterli olmadığı çalışma sonuçları ile ortaya konmuştur. Akdeniz iklimine sahip kentlerde iklim değişikliğine bağlı atmosfer sıcaklığının yüksek artış eğilimi gösterdiği dikkate alındığında soğutma kapasitesinin artırılması İzmir ili için daha da önem taşımaktadır. Özetle, hem şehir planlama ölçeğinde yoğunluk ve arazi örtüsü desenine; hem de kentsel tasarım ölçeğinde uygulamalara ilişkin mekânsal kararlar yapıları çevrenin termal konforunu arttıracak yönde olmalıdır. Çalışmanın ortaya koyduğu yöntem ve nicel sonuçların kentsel planlama pratiğine katkı sunması ve gelecekte üretilecek planlama kararlarına yol göstermesi açısından önemlidir.

### **Teşekkür ve Bilgilendirme**

Bu çalışma Prof. Dr. Kemal Mert Çubukçu danışmanlığında yürütülen “Akıllı şehircilik kapsamında kentsel yeşil alanların soğutma etkisinin araştırılması” isimli doktora tezi kapsamında üretilmiştir. Tez izleme komitesinde yer alan Prof. Dr. Çiğdem Coşkun Hepcan ve Prof. Dr. Mediha Burcu Silaydın’a katkılarından dolayı teşekkür ederim.



## Investigating Cooling Extend in the Urban Area, Case of İzmir

Yasemin Şentürk<sup>\*a</sup>, K. Mert Çubukçu<sup>b</sup>

Submitted: 10.08.2023

Accepted: 25.09.2023

### EXTENDED ABSTRACT

#### 1. Introduction

Today, global climate change has emerged as a significant environmental issue due to the rise in urbanization, industrialization, consumption patterns, and environmental pollution. Among the C40 countries, the urban heat island (UHI) effect rank as the third most frequently reported natural event linked to climate change (C40 Cities, 2020). Urban green spaces, parks, wetlands, and urban forests, constitute both natural and artificial urban blue and green infrastructure (Bolund and Hunhammar, 1999). They play a crucial role in regulating local temperatures to counteract the warming effect of non-vegetated areas (Hardin and Jensen, 2007). In urban environment, lower temperatures have been observed in proximity to green areas, while higher temperatures prevail in densely urban areas (Liu et al., 2017). These localized areas with lower temperatures, which influence temperature distribution, are referred to as heat sinks (Li et al., 2017), urban cold islands (UCIs) (Kong et al., 2014), local cold islands (Chang and Li, 2014), or park cold islands (Gao et al., 2022) in the literature. UCIs play a role in regulating the local climate of nearby built environments, thanks to their cooling capacity. In this way, the “Cool City” approach, which is one of the important approaches to mitigating the UHI effect, emphasizes that the development of elements that increase the cooling capacity of the city, such as UCIs (C40 Cities, 2020).

In studies conducted to measure the relationship between the spatial distribution of temperature and the cooling capacity, it was usually directly considered park (Gao et al., 2022; Geng et al., 2022), tree-covered area (Kong et al. 2014; Shih et al., 2017), wetland or water surface (Peng et al., 2020) as the UCIs boundary. While the studies have been dedicated to optimizing the size and cooling intensity of urban cold islands to combat the UHI effect, there has been relatively limited comprehensive investigation into the factors influencing cooling capacity (Du et al., 2016; Peng et al., 2020). In order to contribute to these limited studies, a method based on spatial statistics was used in analyzing

\* **Corresponding Author:** iyteyaseminsenturk@yahoo.com

<sup>a</sup>Dokuz Eylül University, Institute of Science, Department of City and Regional Planning, İzmir/Turkiye, <https://orcid.org/0000-0002-7158-6657>

<sup>b</sup> Dokuz Eylül University, Faculty of Architecture, Department of City and Regional Planning, İzmir/Turkiye, <https://orcid.org/0000-0003-3604-7014>

temperature distribution in this study. Specifically, the study focused on the Izmir urban area and conducted experimental research to explore the factors affecting the cooling extends.

The study aimed to achieve the following objectives: 1) examining the distribution of urban cooler clusters and UCIs within the Izmir urban area, 2) assessing the role of UCIs in enhancing the cooling capacity, 3) analyzing the contribution of UCI size and its cooling intensity in explaining the cooling extends. The results obtained through this study approach were anticipated to make valuable contributions to investigations involving factors that influence temperature patterns throughout the city. These findings can be particularly relevant in the context of sustainable urban planning and management, aiding in the adaptation to climate change processes.

## **2. Methodology**

Within the scope of the study, the urban area boundary of Izmir metropolitan area was determined as the study area because the study was aimed to identify areas where relatively lower temperatures are clustered in urban space. The study area boundary covered the built-up parts of the central districts with 25428.6 ha.

Remote sensing techniques were used to map the temperature and vegetation presence in this study. Land surface temperature (LST) was measured by using Landsat Satellite images belonging to July August and September 2020. The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), which was widely used in measuring the presence of vegetation, was used. Anselin Local Moran I, one of the local spatial autocorrelation methods, was used to map the relatively cool areas. Moreover, two different statistical methods were gradually used in the determination of UCIs. In the first stage, k-means cluster analysis was applied in 7 classes in order to measure the transition of the gradual change of LST in each urban relatively cool area. With the results obtained, in the second stage, the “forest-based classification and regression tool”, was used to determine the boundaries of UCIs. This method is based on the random forest method, which is based on supervised machine learning (Breiman, 2001). In the implementation of this analysis, the results of the k-means set created in 7 classes were used as inputs. Accordingly, first of all, 1., 2., 3. and 4. the pixels included in the class were defined as “UCIs” and the other pixels were defined as “non-UCI”. NDVI has been selected for learning values and continuous variable to be used for estimating other pixels to be defined as UCI. By means of this method, pixels with relatively lower LST values within the boundaries of each urban relatively cool area were defined as UCIs (Figure 1).

In order to investigate the factors affecting the size of the cooling extends, multiple linear regression model was used to measure the relationship between the variables. In the regression model, the size of the UCIs and their cooling intensity were determined as independent (explanatory) variables.

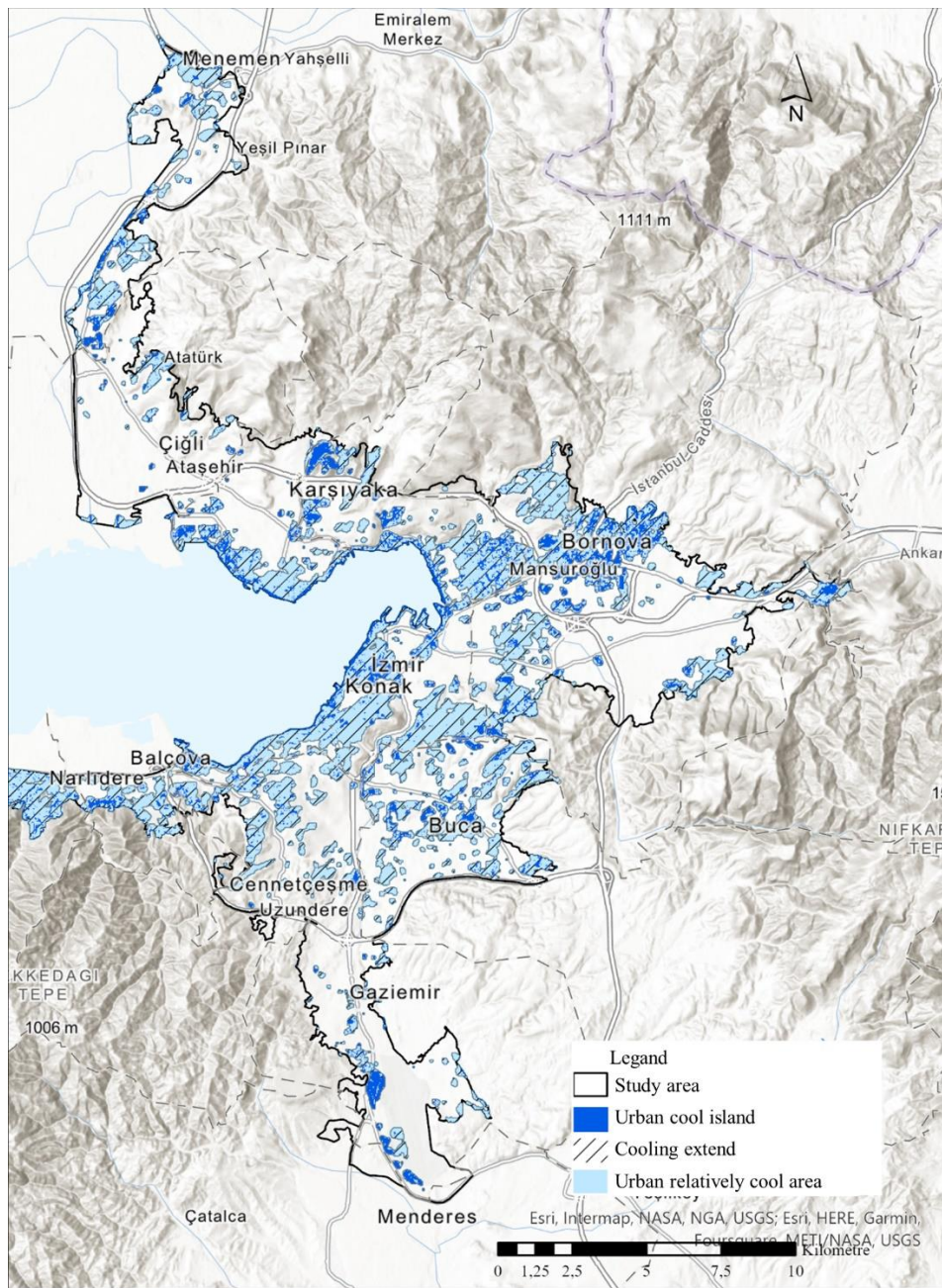


Figure 1. LST distribution in İzmir Urban Area

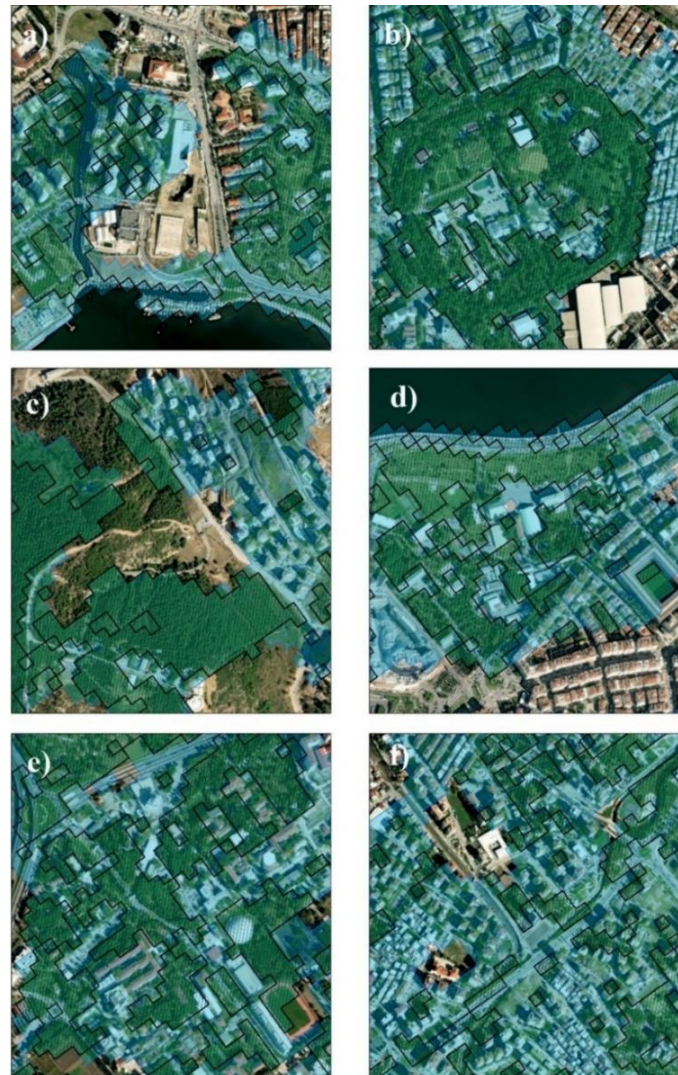
### 3. Result

LST in the urban areas of İzmir province was distributed between 25.082 °C and 39.032 °C. Although relatively lower LST values clustered along the coast, they were also observed in some residential areas. Although there were different sizes, it has been measured that the urban cold islands covered a total area of 1450,260 ha. In other words, about 5.7% of the İzmir urban area consists of UCI. Additionally, the extends area, where the cooling effect was felt, covered about %21 of the study area



with a total of 5290,110 ha. Accordingly, the cooling effect was felt in an area of about 3.5 times the size of the UCIs.

UCIs, which had the lowest YS values, showed different sizes and spatial distribution, but were generally concentrated in areas where green areas were clustered. Accordingly, UCIs were concentrated in large green areas and residential areas such as Inciraltı Urban Forest and Kültürpark located along the seaside in the urban area of İzmir province, but in areas where campus-type public construction was seen, such as Aegean University, Air Training Command; It is observed in some residential areas in the interior, such as Manavkuyu, and residential areas such as Evka 3 and Narlıdere, which were located close to forest areas on the city perimeter (Figure 2).



**Figure 2.** Examples of UCIs of İzmir and their adjacent urban area ((a)Mavişehir ve Atakent residential district, (b) Kültürpark, (c) Press Broadcasting and Journalists Memorial Forest, (d) Air Training Command and its surroundings, (e) Aegean University Campus (f) Evka 3 residential district)

According to the results of the linear multiple regression model developed within the scope of the study, it was found that the UCI size and the cooling intensity were statistically significant at the level of  $p=0.01$  (99%) in explaining the variance of the dependent variable the cooling extends. When the order of importance of the independent variables in the model was examined, the size of the UCI ( $\beta= 0.875$ ,  $p<0.001$ ) was about 7 times more explanatory than the cooling intensity ( $\beta= 0.129$ ,  $p<0.001$ ) (Table 1).

**Table 1.** Results of the multiple linear regression model (dependent variable was size of the cooling extends) (n=292)

Variable	Unstandardized Coefficients	Standardized Coefficients (Beta)	Sig.	VIF
Constant	-0,120			
Size of UCIs	2,731	0,872	0,000	1,318
Cooling intensity of UCIs	39,915	0,130	0,000	1,317
Model summary				
$R^2 = 0,890$	Dublin Watson = 2,060			

#### 4. Discussion

On the contrast to micro-scale studies (Cheng et al., 2015; Lin et al., 2015; Wang and Zu, 2011) this study developed an urban-scale approach. Although the UCI boundaries, obtained by the method developed by this study, generally overlapped with urban green areas or water surfaces, it also excluded some parts of the parks, covering impervious surface, and showed continuity with the adjacent green areas. It was found that lower temperatures clustered both UCIs and their adjacent urban areas. This finding coincided with the results of previous studies (Gao et al., 2022; Liu et al., 2017; Orhan, 2021; Shi et al., 2023). According to the findings of this study, 26.7% of the urban area of Izmir was covered by urban relatively cool areas. A similar result was measured as 29.80% for Shenzhen province (Guo et al., 2019). Moreover, the lowest LST values were measured along the seaside of Izmir urban area (Figure 2). This could be caused by the high cooling effect of the sea, which was an important cooling element in determining the climate of Izmir (Yüksel and Coşkun Hepcan, 2023).

In order to increase the cooling efficiency of urban space, cooling intensity and the cooling extends were considered as two important components in the literature (Gao et al., 2022). Regression model results of this study showed that the size of the UCIs was much more effective in estimating the cooling extends of the Izmir urban area compared to the cooling intensity. This result was consistent with previous studies (Chen et al., 2012). Similarly, previous studies showed that the size of the cool island was the most effective parameter in explaining the cooling effect (Du et al., 2017; Ekwe et al., 2020; Geng et al., 2022; Peng et al., 2020). In İzmir, the average cooling intensity of UCIs showed very low LST which means that, these areas had high temperature values in terms of public health. This may be due to the thermal interaction of UCIs with their surroundings (Shih, 2017). In other words, urban areas may be limiting the cooling effect of UCIs.

This study had some limitations in terms of data and method. Firstly, the study area boundary was determined as the urban area boundary. When the natural areas on the city periphery were included in the analysis area, the extends and UCIs boundaries could differ. Secondly, in the spatial analyses used within the scope of the study, LST values of the summer months were considered. However, LST pattern

may vary seasonally (Guo et al., 2019). Thirdly, analyzing only lower temperature clusters brought about excluding the cooling effect of green areas in urban areas where temperatures were relatively higher than natural areas. However, the study occurred effective results in terms of researching which factors were important in developing the cooling capacity in the urban space. Previous studies explained that it was not known how the local climate affects cooling efficiency and that it had a complex structure (Fan et al., 2019; Yu et al., 2020). As a result, there is a need to investigate how the UHIs, which had a heating effect, were in thermal interaction with natural areas such as forest and sea area that determined the climate of the city for the future studies.

## 5. Conclusions

The results of this study, the following conclusions can be made within the scope of sustainable urban planning and management to prevent the urban heat island effect: (1) areas where low temperatures cluster or urban relatively cool areas can be used to study the spatial pattern of the cooling effect in urban areas; (2) increasing the size of UCIs and cooling intensity are among the important tools for regulating the local climate, and (3) UCIs is very effective in explaining the cooling extend. The expansion of urban areas where low temperatures are clustered can be considered as an important tool to reduce the risk posed by the UHI effect. In summary, there is a need to redesign the built-up areas and make them available in the city as an urban cold island. The methods and quantitative results revealed by the study are important in terms of contributing to urban planning practice and guiding planning decisions to be made in the future.

## Referanslar/References

- Baykara, M. (2023). An assessment of long-term urban heat island impact on İstanbul's climate, *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 10(2), 40-47. doi: 10.30897/ijegeo.1230381
- Bolund, P., Hunhammer, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 29, 293-301. doi: 10.1016/S0921-8009(99)00013-0
- Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine Learning*, 45, 5–32. doi: 10.1023/A:1010933404324
- C40 Cities. (2022). Good Practice Guide, Cool Cities. <https://www.c40.org/wp-content/uploads/2022/02/C40-Good-Practice-Cities-Guide-Cool-Cities.pdf> adresinden erişilmiştir.
- C40 Cities. (2023, Haziran 1). A health warning for cities. <https://www.c40.org/what-we-do/scaling-up-climate-action/adaptation-water/the-future-we-dont-want/heat-extremes/#:~:text=Cities%20with%20little%20green%20space,%2C%20kidney%20diseases%2C%20and%20death.> adresinden erişilmiştir.
- Cao, X., Onishi, A., Chen, J., Imura, H. (2010). Quantifying the cool island intensity of urban parks using ASTER and IKONOS data. *Landscape and Urban Planning*, 96, 224-231. doi: 10.1016/j.landurbplan.2010.03.008
- Chang, C. R., Li, M. H. (2014). Effects of urban parks on the local urban thermal environment. *Urban Forestry & Urban Greening*, 13, 672-681. doi: 10.1016/j.ufug.2014.08.001
- Chen, X., Su, Y., Dan, L., Huang, G., Chen, W., Chen, S. (2012). Study on the cooling effects of urban parks on surrounding environments using LandsatTM data: A case study in Guangzhou, southern China, *International Journal of Remote Sensing*, 33(18), 5889-5914. doi: 10.1080/01431161.2012.676743
- Cheng, X., Wei, B., Chen, G., Li, J., Song, C. (2015). Influence of Park Size and Its Surrounding Urban Landscape Patterns on the Park Cooling Effect. *J. Urban Plann. Dev.*, 141(3), A4014002 1-10 doi: 10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000256
- Cheung, P. K., Jim, C. Y. (2019). Differential cooling effects of landscape parameters in humid-subtropical urban parks. *Landscape and Urban Planning*, 192, 103- 651. doi: 10.1016/j.landurbplan.2019.103651
- Çubukçu, K. M. (2015). Basic Statistics and Spatial Statistics in Planning and Geography (1). Ankara: Nobel Academic Publications.

- Das, M., Das, A., Momin, S. (2022). Quantifying the cooling effect of urban green space: A case from urban parks in a tropical mega metropolitan area (India). *Sustainable Cities and Society*, 87, 104062. doi: 10.1016/j.scs.2022.104062
- Du, C., Jia, W., Chen, M., Yan, L., W. K. (2022). How can urban parks be planned to maximize cooling effect in hot extremes? Linking maximum and accumulative perspectives. *Journal of Environment Management*, 317, 115346. doi: 10.1016/j.jenvman.2022.115346
- Du, H., Cai, W., Xu, Y., Wang, Z., Wang, Y., Cai, Y. (2017). Quantifying the cool island effects of urban green spaces using remote sensing data. *Urban For. Urban Green*, 27, 24–31. doi: 10.1016/j.ufug.2017.06.008
- Du, S., Xiong, Z., Wang, Y., Guo, L. (2016). Quantifying the multilevel effects of landscape composition and configuration on land surface temperature. *Remote Sensing of Environment*, 178, 84–92. doi: 10.1016/j.rse.2016.02.063
- Ekwe, M.C., Adamu, F., Gana, J., Nwafor, G.C., Aderoju, O.M. (2020). The effect of greenspaces on the urban thermal environment during a hot-dry season: A case study of Port Harcourt Nigeria. *Environ Dev Sustain.*, 23, 10056–10079. doi: 10.1007/s10668-020-01046-9
- Fan, H., Yu, Z., Yang, G., Liu, T., Liu, T., Hung, C., Vejre, H. (2019). How to cool hot-humid (Asian) cities with urban trees? An optimal landscape size perspective. *Agricultural and Forest Meteorology*, 265, 338–348. doi: 10.1016/j.agrformet.2018.11.027
- Gao, Z., Zaitchik, B., Hou, Y., Chen, W. (2022). Toward park design optimization to mitigate the urban heat Island: Assessment of the cooling effect in five U.S. cities. *Sustainable Cities and Society*, 81, 103870. doi: 10.1016/j.scs.2022.103870
- Geng, X., Yu, Z., Zhang, D., Li, C., Yuan (2022). The influence of local background climate on the dominant factors and threshold-size of the cooling effect of urban parks. *Science of the Total Environment*, 823, 153806–153816. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.153806
- Guo, G., Wu, Z., Chen, Y. (2019). Complex mechanisms linking land surface temperature to greenspace spatial patterns: Evidence from four southeastern Chinese cities. *Science of the Total Environment*, 674, 77–87. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.03.402
- Guo, G., Wu, Z., Xiao, R., Chen, Y., Liu, X., Zhang, X. (2015). Impacts of urban biophysical composition on land surface temperature in urban heat island clusters. *Landscape and Urban Planning*, 135, 1–10. doi: 10.1016/j.landurbplan.2014.11.007
- Hardin, P. J., Jensen, R. R. (2007). The effect of urban leaf area on summertime urban surface kinetic temperatures: A Terre Haute case study. *Urban Forestry & Urban Greening*, 6(2), 63–72. doi: 10.1016/j.ufug.2007.01.005
- İzmir Büyükşehir Belediyesi (İBB) (2019). *2015-2019 Stratejik Planı*, İzmir.
- İzmir Büyükşehir Belediyesi (İZŞB) ve Peyzaj Araştırmaları Derneği (2019). *İklim Değişikliğine Dirençli Kentler için bir Çerçeve: Yeşil Odaklı Uyarılama Kılavuzu*, Pardus Yayınevi.
- Kesgin Atak, B. (2020). Analysing the relationships between land use/land cover and urban land surface temperature using regression tree in İzmir. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*, 41, 280–291. doi: 10.32003/igge.632841
- Kesgin Atak, B., Ersoy Tonyaloğlu, E. (2020). Alan kullanım/arazi örtüsü ve bitki örtüsündeki değişimin arazi yüzey sıcaklığına etkisinin değerlendirilmesi: Aydın ili örneği. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 21(4), 489–497. doi: 10.18182/tjf.786827
- Kong, F., Yin, H., Wang, C., Cavan, G., James, P. (2014). A satellite image-based analysis of factors contributing to the green-space cool island intensity on a city scale. *Urban Forestry and Urban Greening*, 13, 846–853. doi: 10.1016/j.ufug.2014.09.009
- Kuşçu Şimşek, Ç., Şengezer, B. (2012). İstanbul Metropolitan Alanında Kentsel Isınmanın Azaltılmasında Yeşil Alanların Önemi. *Megaron*, 7(2), 116–128. [http://jag.journalagent.com/megaron/pdfs/MEGARON\\_7\\_2\\_116\\_128.pdf](http://jag.journalagent.com/megaron/pdfs/MEGARON_7_2_116_128.pdf) adresinden edinilmiştir.
- Leconte, P., Bouyer, J. Claverie., R., Petrisans, M. (2015). Using Local Climate Zone scheme for UHI assessment: Evaluation of the method using mobile measurements. *Building and Environment*, 83, 39–49. doi: 10.1016/j.buildenv.2014.05.005
- Lee, D., Oh, K. (2018). Classifying urban climate zones (UCZs) based on statistical analysis. *Urban Climate*, 24, 503–516. doi: 10.1016/j.uclim.2017.06.005
- Lin, W., Yuc, T., Changa, X., Wua, W., Zhanga, Y. (2015). Calculating cooling extents of green parks using remote sensing: Method and test. *Landscape and Urban Planning*, 134, 66–75. doi: 10.1016/j.landurbplan.2014.10.012
- Liu, L., Lin, Y., Wang, L., Cao, J., Wang, D., Xue, P., Liu, J. (2017). An integrated local climatic evaluation system for green

- sustainable eco-city construction: A case study in Shenzhen, China. *Building and Environment*, 114, 82-95. doi: 10.1016/j.buildenv.2016.12.018
- Liu, L., Lin, Y., Wang, L., Wang, D., TShui, T., Chen, X. (2017). Analysis of local-scale urban heat island characteristics using an integrated method of mobile measurement and GIS-based spatial interpolation. *Building and Environment*, 117, 191-207. doi: 10.1016/j.buildenv.2017.03.013
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2022, Nisan). *Resmi İstatistikler*. 20 Nisan, 2023 tarihinde <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=IZMIR> adresinden edinilmiştir.
- Nemani, R., Running, S. (1989). Estimation of regional surface resistance to evapotranspiration from NDVI and thermal-IR AVHRR data. *Journal of Applied Meteorology*, 28(4), 276-284. doi: 10.1175/1520-0450(1989)028<0276:EORSRT>2.0.CO;2
- Orhan, O. (2021). Mersin ilindeki kentsel büyümenin yer yüzey sıcaklığı üzerine etkisinin araştırılması. *Geomatik Dergisi*, 6(1), 69-76. doi:10.29128/geomatik.679858
- Peng, F., Wong, M. S., Ho, H. C., Nichol, J., Chan, P.W. (2017). Reconstruction of historical datasets for analyzing spatiotemporal influence of built environment on urban microclimates across a compact city. *Building and Environment*, 123, 649-660. doi: 10.1016/j.buildenv.2017.07.038
- Peng, J., Dan, Y., Qiao, R., Liu, Y., Dong, J., Wu, J. (2021). How to quantify the cooling effect of urban parks? Linking maximum and accumulation perspectives. *Remote Sensing of Environment*, 252, 112135. doi: 10.1016/j.rse.2020.112135
- Peng, J., Liu, Q., Xu, Z., Lyu, D., Du, Y., Qiao, Wu, J. (2020). How to effectively mitigate urban heat island effect? A perspective of waterbody patch size threshold. *Landscape and Urban Planning*, 202, 103873-103883. doi: 10.1016/j.landurbplan.2020.103873
- Quin Z., Zhang M., Amon K., Pedro B. (2001). Mono-window algorithm for retrieving land surface temperature from Landsat TM 6 data. *Acta Geogr. Sin.*, 56, 456-466.
- Rakoto P. Y., Deilami, K., Hurley, J., Amati, J., Sun, Q. (2021). Revisiting the cooling effects of urban greening: Planning implications of vegetation types and spatial configuration. *Urban Forestry & Urban Greening*, 64, 127-266. doi: 10.1016/j.ufug.2021.127266
- Ren, Z., He, X., Zheng, H., Zhang, D., Yu, X., Shen, G., Guo, R. (2013). Estimation of the Relationship between Urban Park Characteristics and Park Cool Island Intensity by Remote Sensing Data and Field Measurement. *Forests*, 4, 868-886. doi: 10.3390/f4040868
- Rogerson, P. A. (2010). *Statistical Methods for Geography: A Student's Guide*. (4th Edition ed.). Sage Publications.
- Sekertekin, A., Kutoglu, S. H., Kaya, S. (2016). Evaluation of spatio-temporal variability in land surface temperature: A case study of Zonguldak, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(1), 30. doi: 10.1007/s10661-015-5032-2
- Shi, M., Chen, M., Jia, W., Du, C., Wang, Y. (2023). Cooling effect and cooling accessibility of urban parks during hot summers in China's largest sustainability experiment. *Sustainable Cities and Society*, 93, 104519. doi: 10.1016/j.scs.2023.104519
- Shih, W. (2017). Greenspace patterns and the mitigation of land surface temperature in Taipei metropolis. *Habitat International*, 60, 69- 80. doi: 10.1016/j.habitatint.2016.12.006
- Sun, X., Tan, X., Chen, K., Song, S., Zhu, X., Hou, D. (2020). Quantifying landscape-metrics impacts on urban greenspaces and waterbodies cooling effect: The study of Nanjing, China. *Urban Forestry & Urban Greening*, 55, 126838- 126849. doi: 10.1016/j.ufug.2020.126838
- Şentürk, Y., Çubukçu, K. M. (2022). Kentsel Soğuk Alan Kapasitesinin Araştırılması, İzmir Örneği. *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*, 1,106-126. <https://dergipark.org.tr/en/pub/csid/issue/69388/1102333> adresinden edinilmiştir.
- Şentürk, Y., Çubukçu, K. M. (2023). Kentsel Yeşil Alanların Yerel İklim Etkileri: Mekânsal Planlamaya Öneriler. Saygın, H, Balyemez, S., Oral, H.V. (Eds) içinde *Sürdürülebilir Kent Planlama Ekseninde Enerji Verimliliği ve Ekoloji* (s. 103-130). Nobel Akademik Yayınları.
- Tan, P. N., Steinbach, M., Kumar. V. (2005). *Introduction to Data Mining*. (1st Edition ed.). Addison Wesley.
- TÜİK. (2020). Nüfus İstatistikleri Portalı. <https://nip.tuik.gov.tr/> adresinden erişilmiştir
- Ünal Çiçek, M. (2022). Kentsel Yüzey Isı adalarının belirlenmesinde yer yüzey sıcaklık verilerinin kullanımı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 33, 213-222. doi: 10.31590/ejosat.1039572

- Ünal, Y. S., Sonuc, C. Y., Incecik, S., Topcu, H. S., Diren-Ustun, D. H., Temizoz, H. P. (2020). Investigating urban heat island intensity in Istanbul. *Theoretical and Applied Climatology*, 139(1–2), 175–190. doi:10.1007/s00704-019-02953-2
- Vidrih, B., Medved, S. (2013). Multiparametric model of urban park cooling island. *Urban Forestry & Urban Greening*, 12 (2013) 220– 229. doi: 10.1016/j.ufug.2013.01.002
- Yamak, B., Yağcı, Z., Bilgilioğlu, B. B., Comert, R. (2021). Investigation of the effect of urbanization on land surface temperature example of Bursa. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 6(1), 1-8. doi: 10.26833/ijeg.658377
- Yu, Z., Yang, G., Zuo, S., Jørgensen, G., Koga, M., Vejre, H. (2020). Critical review on the cooling effect of urban blue-green space: a threshold-size perspective. *Urban For. Urban Green*. 49, 1–11. doi: 10.1016/j.ufug.2020.126630
- Yüksel, A., Coşkun Hepcan, Ç. (2023). Kentsel Yüzey sıcaklığı ve mavi-yeşil altyapı ilişkisi: Karşıyaka Örneği . *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1), 91-98. doi: 10.25308/aduziraat.1214763
- Wang, C., Zhu, W. (2011). Analysis of the Impact of Urban Wetland on Urban Temperature Based on Remote Sensing Technology. *Procedia Environmental Sciences*, 10,1546-1552. doi: 10.1016/j.proenv.2011.09.246
- Zhang Y., Murray, A. T., Turner, B. I. (2017). Optimizing green space locations to reduce daytime and nighttime urban heat island effects in Phoenix, Arizona. *Landscape and Urban Planning*, 165, 162-171. doi: 10.1016/j.landurbplan.2017.04.009
- Zheng, Y., Ren, C., Shi, Y., Yim, S., Lai, D., Xu, Y., Fang, C., Li, W. (2023).\_Mapping the spatial distribution of nocturnal urban heat island based on Local Climate Zone framework. *Building and Environment*, 234, 110197. doi: 10.1016/j.buildenv.2023.110197



## Holocene Relative Sea-Level Changes Along the Southern Coast of Bodrum Peninsula, SW Anatolia

*Bodrum Yarımadası güney kıyılarında Holosen rölatif deniz seviyesi değişimleri, GB Anadolu*

Rahime Zobu\*<sup>a</sup>, Uğur Doğan<sup>b</sup>

### Makale Bilgisi

Araştırma Makalesi

DOI:

10.33688/aucbd.1346327

Makale Geçmişi:

Geliş: 19.08.2023

Kabul: 19.10.2023

Anahtar Kelimeler:

Kıyı jeomorfolojisi

Deniz seviyesi göstergesi

Holosen

Rölatif deniz seviyesi

değişimi

Yükselmiş çentik

Bodrum Yarımadası

### Öz

Anadolu levhasının batısında, genişlemeli tektonik rejimin etkisi altında gelişmiş olan Bodrum Yarımadası, Holosen rölatif deniz seviyesi değişimlerini yansıtan göstergelerin güncel deniz seviyesinin üzerinde görüldüğü alanlardan biridir. Bu göstergeler yarımada boyunca farklı tiplerde karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada, Bodrum Yarımadası'nın güney kıyısındaki 6 lokasyonda deniz seviyesinden +2,6 m'ye kadar yükselmiş kıyı çizgileri incelenmiştir. Çalışma alanında, iki farklı lokasyonda tarihlendirme için uygun gösterge bulunmuş ve iki rölatif yükselmiş deniz seviyesi göstergesi mollusk kavkuları kullanılarak, radyokarbon yöntemiyle tarihlendirilmiştir. Bu göstergelerden biri Gerenkuyu'da saptanmış ve 2678,5±79,5 yıl öncesine tarihlendirilmiş olan +1,3 m yüksekliğindeki plaj deposudur. Diğer gösterge ise Gerindere'de +1,2 m yüksekliğindeki gelgit çentiği ile uyumlu olduğu düşünülen ve 2241±88 yıl öncesine tarihlenen bir plaj deposudur. Gelgit çentiğinin güvenilir bir kıyı çizgisi göstergesi olması nedeniyle Gerindere'deki bu göstergenin yaklaşık son 2241±88 yıl için yükselme hızı 0,53 mm/yıl olarak hesaplanmıştır.

### Article Info

Research Article

DOI:

10.33688/aucbd.1346327

Article History:

Received: 19.08.2023

Accepted: 19.10.2023

Keywords:

Coastal geomorphology

Sea-level marker

Holocene

Relative sea-level change

Raised notch

Bodrum Peninsula

### Abstract

Bodrum Peninsula, which developed under the influence of the extensional tectonic regime in the west of the Anatolian plate, is one of the areas where indicators reflecting relative sea-level changes are seen above the present sea level. These indicators appear in different types throughout the peninsula. This study examined shorelines from sea level to +2.6 m at 6 locations on the southern coast of the Bodrum Peninsula. Suitable indicators for dating were found at two different locations in the study area, and two relative sea-level indicators using mollusk shells were dated by radiocarbon method. One of the indicators is a +1.3 m high beach deposit at Gerenkuyu and was dated to 2678.5±79.5 yr BP. The other indicator is a +1.2 m high beach deposit at Gerindere, which is thought to be compatible with the tidal notch and dated to 2241±88 yr BP. Based on the age data and the reliability of tidal notches as a shoreline indicator, the uplift rate of this indicator in Gerindere for the last 2241±88 years has been calculated to be 0.53 mm/yr.

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: rzobu@ankara.edu.tr

<sup>a</sup> Ankara University, Faculty of Language, History and Geography, Department of Geography, Ankara/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0001-9585-3871>

<sup>b</sup> Ankara University, Faculty of Language, History and Geography, Department of Geography, Ankara/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-1300-3484>

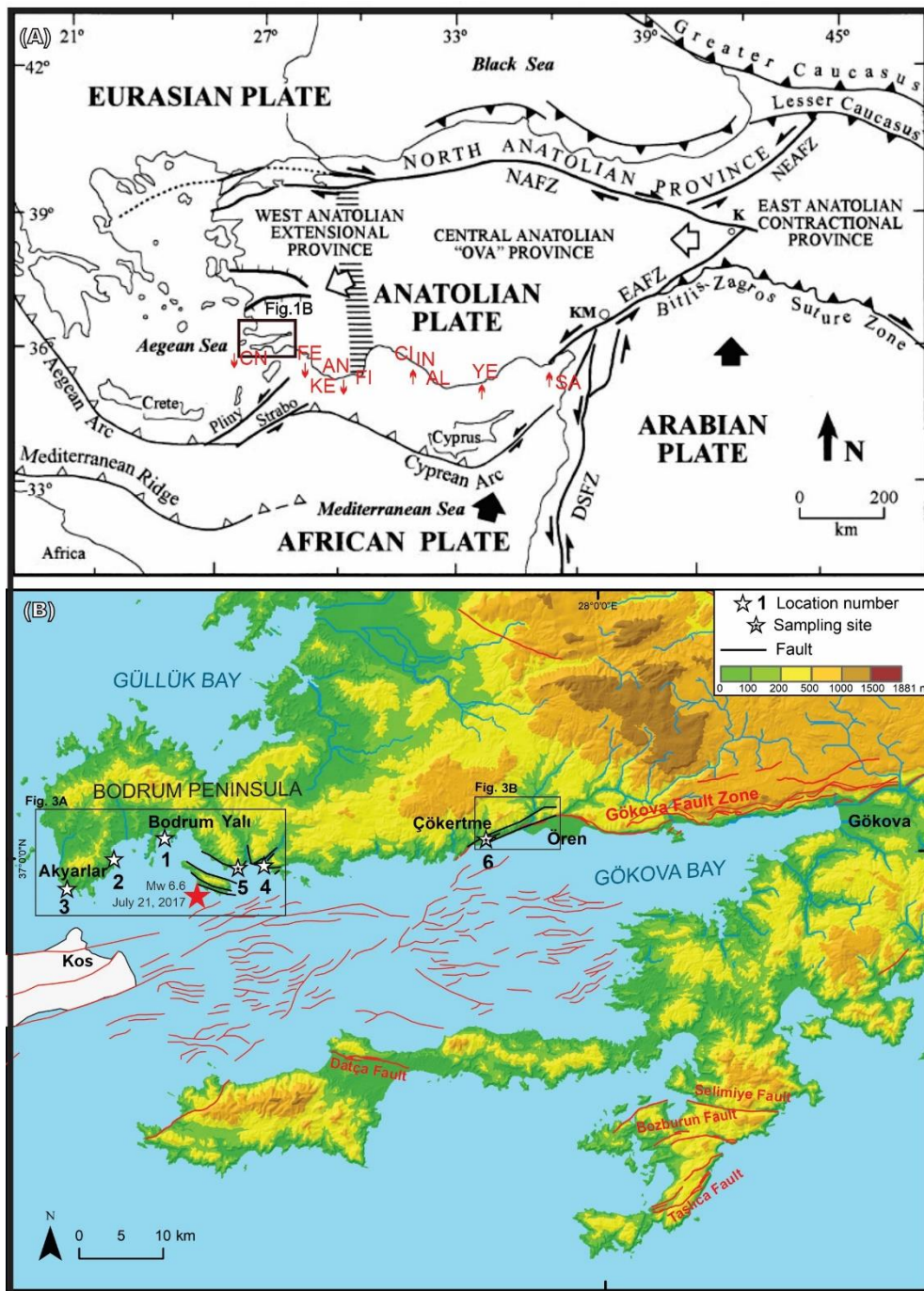
## 1. Introduction

Following the post-glacial warming at the onset of the Holocene, the sea level reached its present position at ca. 6 ka BP (Pirazzoli, 2007). Throughout the Holocene, the sea level was never higher than today (Lambeck and Purcell, 2005); hence, any shoreline above the present sea level indicates coastal uplift. Therefore, uplifted shorelines can be used as good indicators of the relative sea-level rise and the vertical tectonic movements affecting the coast (e.g., Antonioli et al., 2006a-b; Anzidei et al., 2014; Ferranti et al., 2007; Gordillo, 1992; Kolaiti and Mourtzas, 2016; Lambeck et al., 2004; Liberatore et al., 2021; Liew et al., 1993; Morhange et al., 2006; Mourtzas et al., 2016; Pirazzoli et al., 1994; Stiros et al., 2000; Stiros et al., 2022; Surić et al., 2014).

Uplifted or submerged Holocene shorelines along the coasts of the Anatolian Peninsula, located in the north of the subduction zone between the African and Eurasian plates (Anzidei et al., 2011; Desruelles et al., 2009; Doğan et al., 2012; Erol, 1963; Kelletat and Kayan, 1983; Pirazzoli et al., 1991) constitute an important record of active tectonics. According to previous studies on the Mediterranean coast of Anatolia (Figure 1A) (e.g. Anzidei et al., 2011; Çiner et al., 2009; Desruelles et al., 2009; Doğan et al., 2012; Erol, 1963; Kelletat and Kayan, 1983; Kızıldağ, 2019; Pavlopoulos et al., 2012; Pirazzoli et al., 1991), it has been observed that the section between Hatay and the west of Antalya rises (Doğan et al., 2012; Erol, 1963; Pirazzoli et al., 1991). However, some areas of the west of Antalya descend (Anzidei et al., 2011; Pavlopoulos et al., 2012) while others rise (Çiner et al., 2009; Dalongeville-Sanlaville, 1979). Studies have shown that; on the coast of Hatay-Samandağ uplifted shoreline at +2-3 m, reflecting a relative sea level stability during the Late Holocene, was dated to between  $5170 \pm 190$  and  $2590 \pm 100$  yr BP (Erol, 1963; Morhange et al., 2006; Pirazzoli et al., 1991). Platforms rising to +1.3 m were found in Alanya, and it was determined that this uplift was caused by tectonic movements that occurred 1550 yr BP (Kelletat and Kayan, 1983). Platforms in İncekum (Antalya) have been uplifted between +0.5 m and +1.2 m in the period between 1815 BP and 1545 yr BP (Çiner et al., 2009). On the coasts of Finike, Andriake, and Kekova, some sites descended to -4 m below the present sea level (Anzidei et al., 2011; Özdaş and Kızıldağ, 2013). A subsidence at an average rate of 1.48 mm/yr took place during the last 2.3 ka between Kekova and Knidos (the west of Datça Peninsula) (Anzidei et al., 2011). In addition, beachrocks were found -2.2 m below the sea level between Finike-Antalya-Çımtur (Çiner et al., 2009).

In this study, we present uplifted Holocene shorelines on the Bodrum Peninsula, which is located on the western coast of Anatolia (Figure 1B). The Bodrum Peninsula is bounded by Güllük Bay on the north, Aegean Sea on the west and Gökova Bay on the south. The Gökova Bay is an approximately E-W trending marine depression located south of the Bodrum Peninsula (Alcık and Tanırcan, 2018; Tur et al., 2015; Yıldırım et al., 2022). The extensional tectonics around Bodrum Peninsula are controlled by normal faults seismically active (Koçyiğit and Doğan, 2017; Yıldırım et al., 2022) and can produce large magnitude earthquakes.





**Figure 1.** A) Tectonic outline of the eastern Mediterranean area (from Bozkurt, 2001; K–Karlıova, KM–Kahramanmaraş, DSFZ–Dead Sea Fault Zone, EAFZ–East Anatolian Fault Zone, NAFZ–North Anatolian Fault Zone, NEAFZ–Northeast Anatolian Fault Zone) and previous studies on the Mediterranean coast of Anatolia (CN–Cnidos, FE–Fethiye, KE–Kekova, AN–Andriake, FI–Finike, CI–Çimtır, IN–İncekum, AL–Alanya, YE–Yeşilovacık, SA–Samandağ; Up red arrows show uplift, and down show subsidence), B) Location map of the study area (Offshore faults The faults located in the sea were taken from Tiryakioğlu et al. (2018). The Gökova fault zone and other active faults (shown in red) were taken from Emre et al. (2018). The other faults in the study area are based on Emre et al. (2013) and Koçyiğit (2017). The red star indicates the epicentre of the 21 July 2017 Bodrum/Kos earthquake (Tiryakioğlu et al., 2018).

The 6.6 Mw earthquake that hit south of Bodrum at a focal depth of 5 km on July 21, 2017, also caused a small tsunami (Yalçiner et al., 2017). The extensional tectonics around Bodrum Peninsula are controlled by normal faults seismically active (Koçyiğit and Doğan, 2017; Yıldırım et al., 2022) and can produce large magnitude earthquakes. The last destructive earthquake in Gökova Bay occurred on July 21, 2017, at 01:31 local time, at a depth of 5 km, with a moment magnitude of  $M_w=6.6$ , at a depth of 6-10 km (Sözbilir et al., 2017). The earthquake's epicentre was 12 km E-NE of the Greek island of Kos and 8 km S-SW of Bodrum town (Yalçiner et al., 2017). The fault systems closest to the earthquake epicenter are known by their south-dipping normal fault character; the Gökova Fault Zone (GFZ) and the north-dipping Datça Fault (Figure 1B) (Kadirioğlu et al., 2017). It is estimated that a rupture zone that developed almost parallel to the Aegean coast may be active again to eliminate the tension difference in the region, which was shaken by the earthquakes caused by the normal faults in an approximately E-W direction (Sözbilir et al., 2017). This earthquake caused heavy damage along Kos Island (Greece), with tsunami waves reaching 1.9 m and liquefaction along the Bodrum coast (Yalçiner et al., 2017).

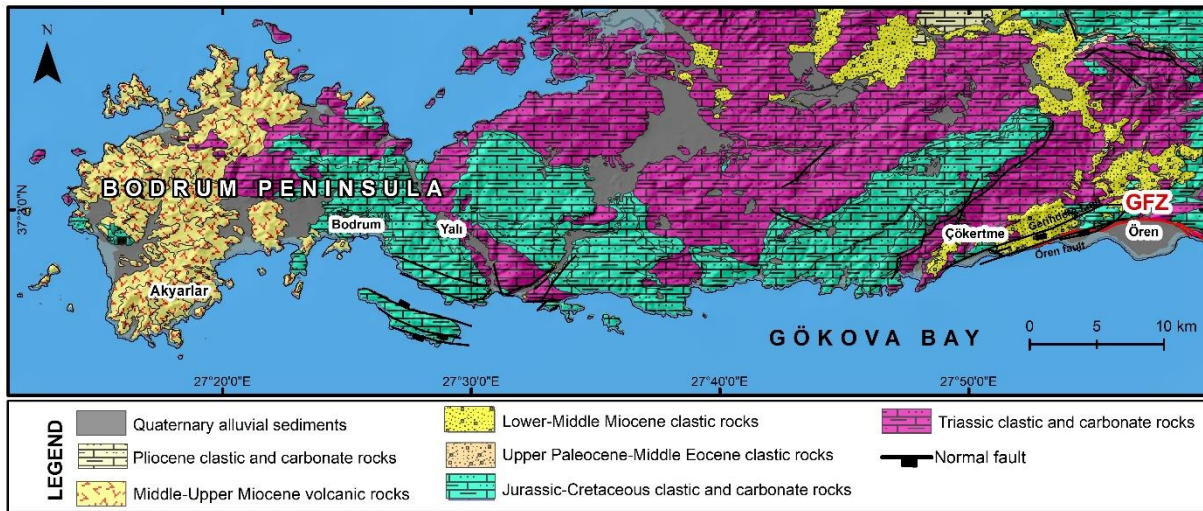
After the July 21, 2017 earthquake, numerous researchers conducted field observations determining the faults that triggered the earthquake and assessing its effects on the coast and settlements (Kadirioğlu et al., 2017; Kalafat, 2017; Koçyiğit and Doğan, 2017; Sözbilir et al., 2017; Utku, 2017; Yalçiner et al., 2017; Yıldırım et al., 2017). Some of these studies concluded that the new active faults triggered by earthquake (Koçyiğit and Doğan, 2017) and vertical movement on the Bodrum Peninsula (Ocakoglu et al., 2018; Yıldırım et al., 2017, 2022). Other researchers carried out studies presenting findings or models related to the tsunami (Dimova and Raykova, 2018) and the aftershocks (Alcık, 2018; Öztürk and Şahin, 2019). Only Yıldırım et al. (2022) mentioned the coseismically uplifted shorelines on the coasts of Gökova Bay related to the July 21, 2017, Bodrum/Kos earthquake. The authors focused on the geomorphological markers of modern and paleoseismic deformations. The current tidal notches rose to +0.3 m and mentioned at least five large-magnitude ( $M>6$ ) offshore earthquakes that uplifted the shoreline to +1.5 m in the town of Ören, east of Bodrum.

In this study, relative sea-level indicators in the Bodrum peninsula were investigated and evidences of the Holocene coastal uplift of the area were sought. This study investigated elevated tidal notches, abrasion platforms, lithophaga holes and beach deposits on the coast of the Bodrum Peninsula. The study compared the results with a similar previous study and compiled the uplifted shorelines of the region. To conclude, the study aims to showcase the significance of the Bodrum peninsula in regard to coastal tectonics. It presents concrete evidence of sea-level changes and sets a foundation for future studies in the area.

## **2. Regional Geology**

The study area is located in the Aegean extensional tectonic regime region in the west of the Anatolian plate (Şengör and Yazıcı, 2020). In the study area (Figure 2), mainly Jurassic-Cretaceous-aged and Triassic-aged limestones are evident throughout the area, especially from the coastal zone where the city of Bodrum is spread to Ören (Figure 2). The western part of the peninsula is characterized by Middle-Upper Miocene volcanic rocks. The Quaternary alluvial deposits constitute the youngest

cover deposited under the control of the current extensional neotectonic regime (Ercan et al., 1982). The faults formed as a result of the extensional tectonics are important in terms of the seismicity of the region, and the GFZ (Gökova Fault Zone) is the most critical factor controlling the active tectonics (Gürer and Yılmaz, 2002; Hançer and Tekin, 2017; Tur et al., 2015; Yıldırım et al., 2022). The fault zone is 120 km long (Sözbilir et al., 2017) and is characterized by numerous normal fault segments. The Ören Basin is the area with the most apparent onshore evidence of the GFZ, (Gürer and Yılmaz, 2002; Sözbilir et al., 2018), and the Ören fault in this region plays an active role in the forming of the coast (Yıldırım et al., 2022).



**Figure 2.** Geological map of Bodrum Peninsula and adjacent areas (Adapted to 1:500.000 scale geological map (Şenel, 2002) and the faults based on Emre et al., 2013; 2018 and Koçyiğit, 2017).

### 3. Materials and Methods

The depositional, erosional/chemical and biological sea-level markers were considered when determining the shoreline position (Doğan et al., 2012; Ferranti et al., 2006). Tidal notches are among the most essential bioerosional markers that usually cut limestone cliffs in the mid-littoral zone and accurately indicate sea level (Evelpidou and Pirazzoli, 2015). In general, tidal notches are indirectly dated by being associated with nearby deposits of known age (Cerrone et al., 2021). Accordingly, if the time dimension is to be considered in studies, it is also necessary to correlate sedimentological data with notches (Doğan and Özer, 2011). Another indicator considered after the tidal notches in the study area was the lithophaga hole bands. The Pelecypod lithophaga lithophaga colonizes the calcareous rocky coasts in the first 20 m below sea level, but statistically, it is common in the first 2 m below mean sea level. As a reliable indicator of past mean sea level position, a semi-horizontal line is defined at the upper border of the lithophaga holes, and the margin of error on this mark is +2 m (Ferranti et al., 2006).

Mollusk shells that we collected from the uplifted coastal deposits were sent to TÜBİTAK MAM 14 Carbon Analysis laboratories. The local reservoir correction (DeltaR) was applied to the radiocarbon results of mollusk shells using OxCal online calibration software (<https://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal.html>), and calibrations were made according to the Marine 13 curve (Reimer et al., 2013). In a previous study,

calibration was made according to the Marine 13 database using the DeltaR  $151 \pm 40$  yr value applied to a sample dated by the  $^{14}\text{C}$  method (Siani et al., 2000) on the Çanakkale Strait (Dardanelles).

## 4. Results

### 4.1. Holocene Relative Sea-Level Indicators on the Bodrum Peninsula Coast

We detected various Holocene sea-level indicators at +2.60 m asl (above sea-level) at six locations on the coast of the Bodrum Peninsula (Figure 1). These indicators consist of uplifted beach deposits, notches, platforms, and lithophaga holes (Table 1). While no material could be found to determine the age of the platforms and notches developed on the Miocene volcanic rocks on the west and south coast of Bodrum city, ages were obtained from the elevated beach deposits in the east of the town. The first location is in the south of Bodrum, on the İnce Promontory east of Gümbet Bay (Figure 3). Notches and abrasion platforms developed on the Middle-Upper Miocene-Pliocene volcanic rocks were identified here. We observed wave abrasion notches on the bedrock at +1.8 and +2.6 m asl and wave abrasion platforms at +0.6 and +1.6 m asl (Figure 5).

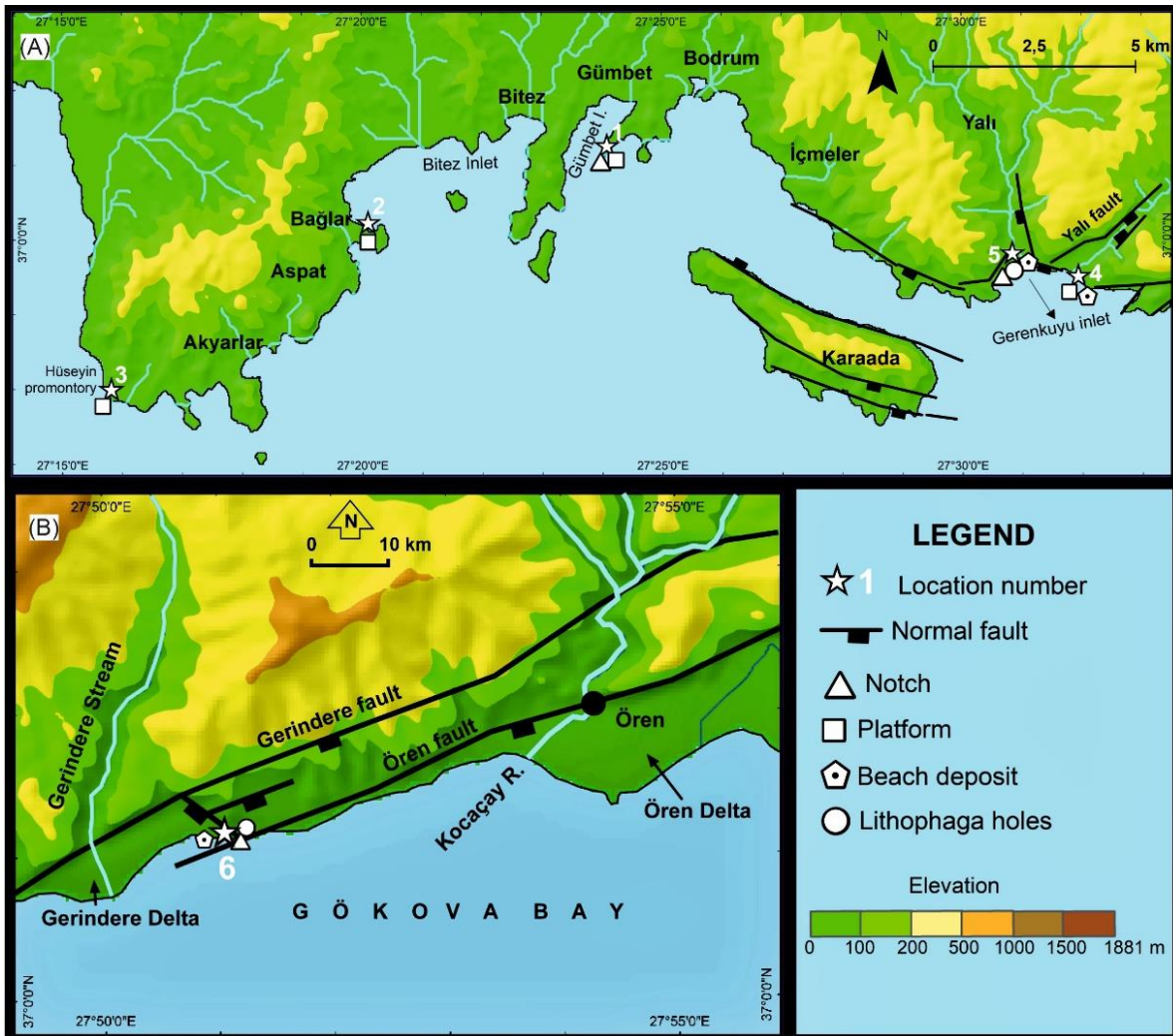


Figure 3. Raised Holocene shoreline markers and normal faults in the study area. (The important faults in the study area are based on Emre et al., 2013; 2018 and Koçyiğit, 2017).

**Table 1.** Raised Holocene shoreline markers on the Bodrum coast.

Loc. number	Coordinates	Study area	Indicator	Elevation (m)
1	37°1'7.14"N- 27°24'0.83"E	İnce Promontory	Notch	1.8, 2.6
			Platform	0.6, 1.6
2	37°0'6.68"N- 27°20'5.05"E	Bağlar Promontory	Notch	0.9
			Platform	0.5, 1.6
3	36°57'53.41"N- 27°15'50.50"E	Hüseyin Promontory Lighthouse	Platform	0.5
			Sand dune	7
4	36°59'29"N- 27°31'55"E	Shipyard	Platform	0.5
			Notch	0.5
5	36°59'37.52"N- 27°30'48.04"E	Gerenkuyu Beach	Lithophaga hole band	0.5
			Beach deposit	2
6	37°1'8.67"N- 27°50'57.24"E	Gerindere Beach	Notch	0.5, 1.2
			Lithophaga hole band	2.2
			Beach deposit	0.5, 1.2

A notch +0.9 m asl was detected on a volcanic block on an uplifted wave-cut platform at Location 2, 6 km west of Location 1 (Figure 3A, Figure 4). In this location, another platform with an inner edge with a height of +1.6 m asl is present (Figure 3A, Figure 5). These relative sea-level markers also developed on the Miocene volcanic rocks.

**Figure 4.** +0.9 m asl high notch preserved on the volcanic block on the wave-cut platform in Location 2.



**Figure 5.** The wave-cut platforms were observed in A, B, C) Location 1, and D) Location 2.

Location 3 is situated around Hüseyin Promontory Lighthouse in the southwest of the Bodrum Peninsula. As in Location 2, this location is mainly composed of Middle-Upper Miocene volcanic rocks and has a gently sloping coast forming the westernmost part of the study area. Although a climbing backshore dune was identified at ~7 m asl on the cliff, the dune could not be dated due to human interference. In the same location, there is an abrasion platform at +0.5 m asl on the Miocene agglomerates.

Location 4 is in the east of Bodrum city, ~1.7 km southeast of İçmeler, in a place where it is difficult to reach the coast from land (Figure 3A). In this location, a beachrock formation and a raised beach deposit were observed (Figure 6). No material suitable for dating could be found in the beach deposit, which upper level is at +1.8 m asl and consists of gravels. This beach deposit is incised by a stream, providing evidence of coastal uplift. The upper level of the beachrocks located at the intersection of the beach deposit with the sea is at the present sea level. (Figure 3A, Figure 6).



**Figure 6.** A) Beachrocks at present sea level, and B) raised pebbly beach deposit incised by a stream in Location 4.

Location 5 is found on the shore of the fan-delta deposit in Gerenkuyu Inlet at the western end of Gökova Bay (Figure 3A, Figure 7A). The fan-delta formed by the Gerenkuyu stream and the inlet is located in a sub-graben bounded by normal faults from the east and west. The sub-graben orientated obliquely to the general E-W trend of the major Gökova Bay graben, developed under the control of NW trending normal faults. An uplifted beach deposit and an uplifted tidal notch on the western edge of the inlet were identified at this location. The upper level of the beach deposit consists of gravel. It is +2 m above the present sea level, located on the fan-delta front.

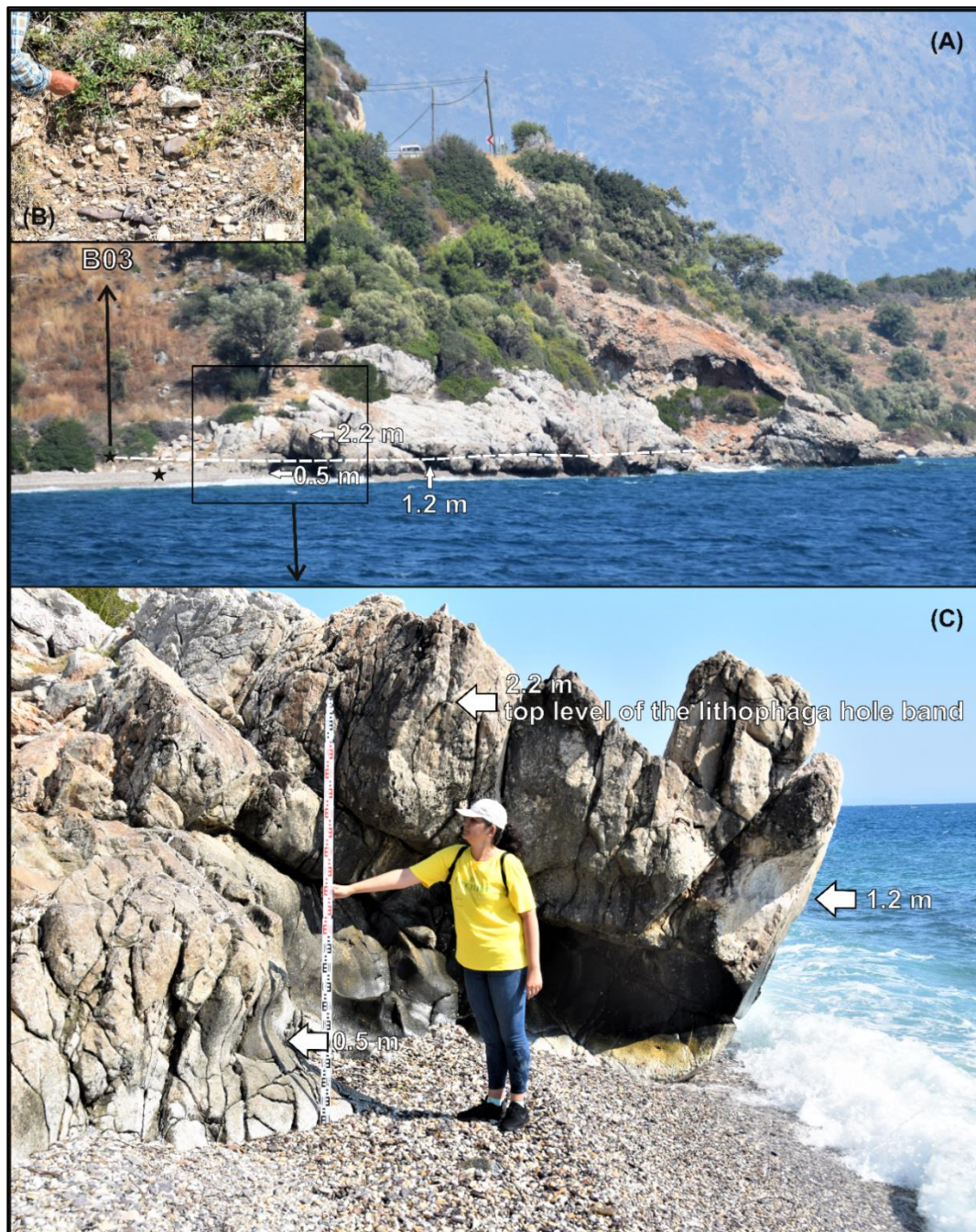
We collected mollusk shell samples from medium-sized and coarse gravels of the beach deposits at +1.3 m asl and +1.8 m asl (Figure 7). We also found a tidal notch at +0.5 m asl on the western edge of the same beach deposit. The tidal notch was well preserved on the limestone with several lithophaga holes (Figure 7). No material for dating could be found on the tidal notch, and the berm deposit consisted of beach gravels and extended in association with this tidal notch.



**Figure 7.** A) Raised fan-delta beach deposit and sampling sites in Location 5. B) Close-up view of +0.5 m asl tidal notch and lithophaga holes.



Location 6 is ~40 km east of Bodrum town and on the northern coast of Gökova Bay. This location is to the east of the uplifted fan-delta that has back tilted towards the Gerindere Fault in its north (Figure 3B). At the eastern border of the Gerindere fan-delta, there are uplifted tidal notches, lithophaga hole band, and beach deposits on the Jurassic-Cretaceous limestones. There are two tidal notches here at +0.5 and +1.2 m asl (Figure 8). Another indicator is the lithophaga hole band that reaches up to +2.2 m above the upper tidal notch.



**Figure 8.** A) General view of Location 6. B) Beach deposit associated with 1.2 m notch. C) Uplifted lithophaga hole band.

## 4.2. Dating Results

Four shell samples were collected between +0.5 and +2 m asl from two locations in the coastal zone of Bodrum Peninsula for radiocarbon dating (Table 2). The Marine 13 calibrated ages of samples B01 (+1.3 m asl) and B02 (+1.8 m asl) were determined as  $2678.5 \pm 79.5$  yr BP and  $836 \pm 74$  yr BP, respectively. As sample B02 is much younger than B01, we consider it an outlier and exclude it from further consideration. The age of the sample B03 (+1.2 m asl) taken from Gerindere Beach was  $2241 \pm 88$  yr BP. Sample B04, taken from a current winter berm deposit of +0.5 m asl on Gerindere Beach, yielded a Marine 13 calibrated age of 36.5 yr, indicating another outlier.

**Table 2.** Radiocarbon results for fossil mollusk shells.

Location number	Lab. Code	14C (BP)	Delta R (cal BP)	Marine 13 (cal BP)
5	B01 TÜBİTAK-0877	$2908 \pm 30$	$2501 \pm 161$	$2678.5 \pm 79.5$
5	B02 TÜBİTAK-0878	$1292 \pm 25$	$703.5 \pm 88.5$	$836 \pm 74$
6	B03 TÜBİTAK-0879	$2580 \pm 29$	$2083.5 \pm 156.5$	$2241 \pm 88$
6	B04 TÜBİTAK-0880	$1.0746 \pm 0.0031$	151	36.5

## 5. Discussion

Bodrum Peninsula, located in an extensional tectonic realm, contains normal faults on both land and seabed. These active and prominent fault segments shape the steeply sloped northern margin of Gökova Bay. Due to vertical movement along these faults, the Holocene sea-level indicators have risen to their present positions along the coast. Our study on the Bodrum coast determined geomorphological and biological relative Holocene sea-level markers as high as +2.6 m in six locations. Wave-cut platforms at various elevations were detected in the study area, and the platform's height was observed to reach +1.6 m asl in Locations 1 and 2. Uplifted tidal notches were encountered at +1.8 m and +2.6 m asl in Location 1, +0.9 m asl in Location 2, +0.5 m asl in Location 5, and +0.5 m and +2.2 m asl in Location 6. A lithophaga hole band was identified in Location 6, reaching +2.2 m asl. Our observations have some implications for the uplift rates of the Bodrum Peninsula coast and the location of the faults in the region.

### 5.1. Previous studies along the Aegean coasts

The seismically active Aegean Sea is in an extensional tectonic regime controlled by offshore normal faults. Therefore, displaced shorelines along the shores have always been used as indicators of tectonic movements and relative sea-level changes (Desrulles et al., 2009; Evelpidou et al., 2014; Evelpidou et al., 2019, 2021; Karkani et al., 2019; Karymbalis et al., 2022; Lambeck, 1995; Ott et al. 2021; Sakellariou and Tsampouraki-Kraounaki, 2019; Shaw et al., 2008; Stiros et al., 2000, 2011; Triantafyllou et al., 2022; Yıldırım et al., 2022).

According to previous studies on the islands in the Aegean Sea (Figure 9), most of the Cycladic islands are generally considered to be affected by subsidence (Desrullés et al., 2009; Lykousis, 2009; Evelpidou et al., 2021; Karkani et al., 2019) attributed to the crustal thinning in an extensional tectonic regime (Karkani et al., 2019; Sakellariou and Tsampouraki-Kraounaki, 2019). A study conducted on Mykonos, Delos, and Rhenia islands (Cyclades, Greece) identified three stands below sea level: (1)  $-3.6 \pm 0.5$  m (2000 BC), (2)  $-2.5 \pm 0.5$  m (4000 BC) and, and (3)  $-1 \pm 0.5$  m (1000 AD) (Desrullés et al., 2009). The average tectonic subsidence rate has been reported as  $1.0 \pm 0.4$  mm/yr since 5500 yr BP in the Central Cyclades (Karkani et al., 2019). At Naxos, the subsidence rate has been 0.8–0.9 mm/yr for about the last 3000 yr (Evelpidou et al., 2014).

Samos Island, located northeast of the Cyclades, is rising (Evelpidou et al., 2019, 2021; Stiros et al., 2000, 2011). On the northwest coast of Samos Island, a notch at +2.3 m asl was dated to 3600–3900 yr BP (Stiros et al., 2000). In addition, a raised dendropoma reef was dated to 950–1150 AD on the Ikaria Island coast  $\sim 1$  m asl (Stiros et al., 2011). An uplift trend of  $\sim 0.8 \pm 0.2$  mm/yr since 5700 yr BP was reported in the southeast of Samos (Evelpidou et al., 2019). In addition, Evelpidou et al. (2021) reported an uplift ranging from  $8 \pm 5$  cm to  $23 \pm 5$  cm due to the Mw=7 earthquake that occurred on October 30, 2020 in their study on Samos Island. Although observed under the current sea level in 2015, some notches and benches on the island were now visible above the present sea level due to this uplift.

Rhodes, Crete and Antikythera, located south of the Cyclades, are other islands rising in the Aegean Sea (Lambeck, 1995). In Rhodes, uplift rates were found to vary between 0.7 and 1.9 mm/yr, resulting from the regional tectonic regime (Lambeck, 1995). Triantafyllou et al. (2022) reported this rate as  $\sim 1$  mm/yr for the last 6 ka. In Crete, on the other hand, the uplift rate decreases towards the east of the island but increases up to  $\sim 5$  mm/yr in the southwest (Lambeck, 1995). Previous studies report that the shorelines in Crete, up to +9 m, synchronously with a devastating earthquake in AD365 (e.g., Pirazzoli et al., 1996; Shaw, 2008; Stiros, 2011). On the contrary, Ott et al. (2021) attributed this increase to more than one event. Shaw et al. (2008) suggest a long-term average uplift rate of 2 mm/yr, consistent with uplift occurring in AD 365-type events that repeat every 4500 yr in western Crete (Shaw et al., 2008). Antikythera Island, located northwest of Crete, revealed an uplift rate of 1.9 mm/yr (Lambeck, 1995).

Previous studies on the Aegean Sea coast revealed different uplift and subsidence speeds depending on Holocene tectonic activity. While Samos, Rhodes, Crete, and Antikythera tend to uplift, the Cyclades islands coasts subside. The uplifted areas on the Aegean coast of Turkey are Miletus (Muğla) (Pavlopoulos et al., 2012), Ilica (İzmir), Kazıkbağlar (İzmir), Ephesus (İzmir), and Mavişehir (Aydın) (Lambeck, 1995) to the north of the Bodrum Peninsula. While this rate is 0.5–0.6 mm/yr at Miletus, Ilica, Kazıkbağlar and Mavişehir, in Ephesus, it increases up to 2.7 mm/yr (Pavlopoulos et al., 2012). The subsided areas on the Aegean coast of Turkey are Datça Peninsula (Anzidei et al., 2011; Özsayın et al., 2021) and Gemile Island in Fethiye. In the coastal part where the ancient city of Knidos is situated to the west of Datça Peninsula, immediately south of the Bodrum Peninsula, a subsidence rate of 0.73 mm/yr is reported (Anzidei et al., 2011), the eastern part, including the town of Datça, these rates were found to vary between 0.36 and 1.15 mm/yr (Özsayın, 2021). Furthermore, the coast of

Gemile Island in Fethiye (Muğla), located southeast of the Bodrum Peninsula, is among the areas subsiding at a rate of  $\sim 1.5$  mm/yr (Anzidei et al., 2011; Lambeck, 1995).

It is difficult to make a general assessment with limited data. More studies are needed on the Aegean coasts of Anatolia, where tectonic movements are intense, to understand the extent and impact of past tectonic movements and to interpret their relationship with the surrounding areas.



**Figure 9.** Uplift rates (mm/yr) on the Aegean Sea coasts.

## 5.2. Interpretation of Field and Age Data

There are two main reasons for the limited number of indicators with low error margins in the study area. Firstly, field observations are restricted due to the occupation and destruction of Bodrum Peninsula's coastal belt or the obstruction of transport facilities by hotels and summer residences. Secondly, the lithological differences between the east and west of the peninsula play an important role. The raised sea-level markers are not preserved on Miocene volcanics and sandstones, the most extensive rocks on the Bodrum Peninsula's coast, particularly in the west. The sea level markers, especially beach deposits, might have been eroded after the coastal uplift. On the other hand, the notches and other indicators formed on the limestone rocks were better preserved.

As a result, only four samples suitable for dating were found in the study area (Locations 5 and 6). Unfortunately, not all age data of these samples could be evaluated in our study. In Location 5, the mollusk sample (B01) taken from the beach deposit at +1.3 m asl was dated to  $2678 \pm 79.5$  yr BP. However, we could not calculate the uplift rate because we could not determine the paleo-sea level forming this beach. The terrestrial mollusk sample (B02) taken from +1.8 m asl was dated to  $836 \pm 74$  yr BP and was considered an outlier and hence was not used. In Location 6, a gastropod sample taken from a gravelly berm deposit, located approximately at the same level as the +0.5 m notch, was dated 36.5 yr ago, indicating that the berm deposit is recent. Fossil mollusks taken from the uplifted beach deposit, assumed to be associated with the tidal notch at +1.2 m asl, were dated to  $2241 \pm 88$  yr BP. Therefore, we report only two reliable  $^{14}\text{C}$  results from our study area. However, only one could be associated with an uplifted shoreline indicator.

Abrasion platforms and tidal notches observed above the present sea level result from tectonics (Antonioli et al., 2006a-b; Anzidei et al., 2014; Ferranti et al., 2007; Gordillo, 1992; Lambeck et al., 2004; Liew et al., 1993; Morhange et al., 2006; Pirazzoli et al., 1994; Stiros et al., 2000; Surić et al., 2014). These markers were not observed at the same level everywhere in this study, probably because tectonics do not have the same magnitude and was not simultaneous throughout the Bodrum Peninsula. The current positions of the sea-level markers in these locations on the footwall blocks of the normal faults on the Bodrum coast and Gökova Bay are related to past earthquakes with a magnitude greater than six on these faults (Yıldırım et al., 2022).

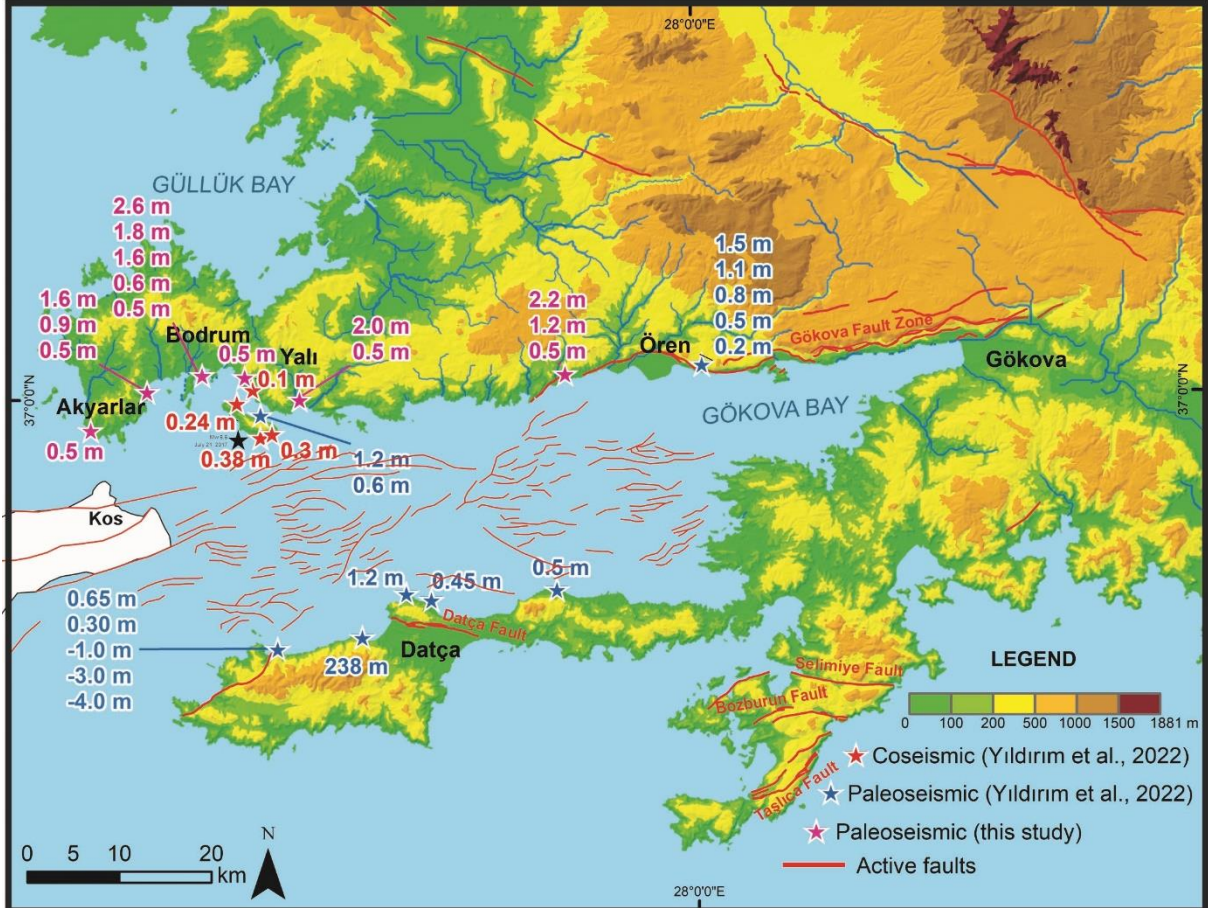
In addition, the age and uplift of Location 6 may be associated with the Ören Fault. The fact that this location is on the footwall block of the Ören Fault indicates that these uplifted sea-level markers are coseismic uplifts due to this fault (Figure 3B). Another inference can be drawn from this location based on the presence of lithophaga hole bands. Generally, the upper boundary of the lithophaga hole bands is concentrated 2 m below sea level and has an error margin of +2 m as a sea-level indicator (Ferranti et al. 2006). Therefore, the lithophaga hole band, the upper level observed at +2.2 m asl, may point to a shoreline raised to +4.2 m in this location.

### 5.3. Uplift Rate and Previous Regional Data

Calculating the uplift rate in the region is challenging due to the majority of relative sea level indicators found in the study area being developed on volcanic rocks and dating those developed on carbonate rocks is difficult. By calculating the uplift rate using the +1.2 m notch at location 6 and the  $2241 \pm 88$  yr BP aged deposit at that level, the resulting rate is 0.53 mm/yr.

Important conclusions have been reached in a recent study by Yıldırım et al. (2022) that includes the Bodrum Peninsula and the Holocene sea-level markers uplifted by the last earthquake. Yıldırım et al. (2022) conducted field observations at 11 locations on the coasts of Gökova Bay, where detected several sea-level indicators above and below the present sea level (Figure 10). While some of these indicators are related to the July 21, 2017, Bodrum/Kos earthquake (coseismic), this study also reported Holocene tectonic activity in Datça, Karaada, and east of Ören. As geomorphological markers of the relative sea level change, they detected a series of notches at +0.2, +0.5, +0.8, +1.1, and +1.5 m asl east of Ören on the northern coasts of Gökova Bay. And also found paleo sea-level indicators at +0.6 and +1.2 m asl on

Karaada, south of Bodrum. On the southern coast of Gökova Bay, submerged shorelines -1, -3, and -4 m below present sea level and well-preserved tidal notches up to +1.2 m were encountered. This study state that these uplifted sea-level markers to be associated with earthquakes of magnitude greater than six during the last 3-4 ka BP and those below sea level as ancient sea-level markers. And also found a well-preserved wave-cut marine terrace at  $238.3 \pm 1.9$  m asl in Datça and considered Pleistocene in age. Evidence of coseismic uplift varies between +0.1 m and +0.3 m asl in Bodrum town and on the coast of Karaada (Yıldırım et al., 2022).



**Figure 10.** Distribution of the coseismic and paleoseismic events along the coasts of Gökova Bay. Active faults based on Emre et al., (2018). The black star indicates the epicentre of the 21 July, 2017, Bodrum/Kos earthquake (Tiryakioğlu et al., 2018).

Yıldırım et al. (2022) reported that the tectonic uplift rate significantly exceeded the eustatic rise in this region, indicating that Karaada was seismically uplifted due to the July 20, 2017, Bodrum/Kos earthquake. Also dated gastropods collected at +0.6 and +1.2 m asl of the beach deposit, a typical fan-delta on the northern coast of Karaada, to 1038 and 2802 yr BP, respectively. In addition, they dated the lithophaga samples at +0.56 m asl at Ören to  $2314 \pm 32$  BP and calculated the uplift rate in this area as 0.24 mm/yr. This location is only ~14 km west of our Location 6. The uplift rate at Ören (0.24 mm/yr) is lower than what calculated at Gerindere (0.53 mm/yr). This can be explained by the different timing and magnitude of seismic events on the faults bordering the northern part of Gökova

Bay. Therefore, only two uplift rates can be mentioned in the region. These are 0.24 mm/yr east of Ören (Yıldırım et al., 2022) and 0.53 mm/yr at Gerindere beach.

The notch at +1.2 m asl in Location 6, north of Gökova Bay, was dated to  $2241 \pm 88$  yr BP. We calculated the 0,53 mm/yr uplift rate for the Gerindere. A lithophaga hole band with an upper limit of  $\sim +2.2$  m asl above the +1.2 m notch at location 6 indicates that this notch does not represent the oldest sea level in the Holocene. On the other hand, considering the upper limit of the lithophaga hole band here and assuming that the uplift rate in the Gerindere has been the same during the last 6 ka, the probable today's position of the oldest Holocene sea-level can be estimated. The lithophaga hole band at +2.2 m asl, with a +2 m margin of error (Ferranti et al., 2006), should belong to a sea level at  $\sim -4.2$  m. Moreover, we know that the global sea level was situated at  $-4$  m before 6.7 ka (Lambeck, 1995; Lambeck et al., 2014), and the oldest Holocene notch in the Mediterranean dated to 6 ka BP (Boulton and Steward, 2015). Assuming that the vertical uplift rate on the Gerindere is 0,53 mm/yr during the last 6 ka with the method followed by Yıldırım et al. (2022), it can be concluded that the oldest tidal notch, which was formed between 6.7-6 ka BP, when the sea level was  $-4$  m, should be  $\sim -4.5$  m above the present sea level.

## 6. Conclusion

At six locations on the southern coast of Bodrum Peninsula in SW Türkiye, we report uplifted marine beach deposits, notches, and platforms developed during the Holocene. The uplifted sea-level markers are well preserved on the rocky limestone coasts but are scarce in volcano-sedimentary rocks, except for the abrasion platforms. A tidal notch at +0.5 m and an elevated beach deposit at +2 m asl were found in Gerenkuyu Inlet (Location 5). The mollusk samples taken from +1.3 m asl of this beach deposit are dated to  $2678.5 \pm 79.5$  yr BP. On the eastern edge of the Gerindere fan-delta (Location 6), two notches were detected at +0.5 and +1.2 m asl and a lithophaga holes reaching +2.2 m asl. The beach deposit, which we think was formed simultaneously with the +1.2 m notch, was dated to  $2241 \pm 88$  yr BP, and the uplift rate was calculated as 0.53 mm/yr. The limited data on the relative sea-level change and uplift rates in the Bodrum Peninsula and around Gökova Bay reveal that new studies are needed to understand the crustal deformation in the Holocene.

## Acknowledgment

This study was supported by the Ankara University Scientific Research Projects Fund (Project Number: 18B0649001). This article was adapted from the master thesis "Bodrum ve Gökova arasında yükselmiş Holosen kıyı çizgileri/Holocene raised shorelines between Bodrum and Gökova".

We would like to thank Ali Koçyiğit for his contributions to the fieldwork and the project, Turhan Doğan, who calibrated the radiocarbon results, and Attila Çiner and Cengiz Yıldırım for their constructive comments on the first version of this manuscript.

## References

- Alcik, H. (2018). Investigation of local site responses at the Bodrum Peninsula (Southwest of Turkey) using the mainshock and aftershocks of the 20 July 2017 Mw6.6 Bodrum-Kos earthquake. *Annals of Geophysics*, 61(3). doi: 10.4401/ag-7637
- Antonioli, F., Ferranti, L., Kershaw, S. (2006a). A glacial isostatic adjustment origin for double MIS 5.5 and Holocene marine notches in the coastline of Italy. *Quaternary International*, 145, 19-29. doi: 10.1016/j.quaint.2005.07.004
- Antonioli, F., Ferranti, L., Lambeck, K., Kershaw, S., Verrubbi, V., Dai Pra, G. (2006b). Late Pleistocene to Holocene record of changing uplift rates in southern Calabria and northeastern Sicily (southern Italy, Central Mediterranean Sea). *Tectonophysics*, 422(1-4), 23-40. doi: 10.1016/j.tecto.2006.05.003
- Anzidei, M., Antonioli, F., Benini, A., Lambeck, K., Sivan, D., Serpelloni, E., Stocchi, P. (2011). Sea level change and vertical land movements since the last two millennia along the coasts of southwestern Turkey and Israel. *Quaternary International*, 232(1-2), 13-20. doi: 10.1016/j.quaint.2010.05.005
- Anzidei, M., Lambeck, K., Antonioli, F., Furlani, S., Mastroruzzi, G., Serpelloni, E., Vannucci, G. (2014). Coastal structure, sea-level changes and vertical motion of the land in the Mediterranean. *Geological Society, London, Special Publications*, 388(1), 453-479. doi: 10.1144/SP388.20
- Avcıoğlu, M., Yiğitbaş, E., Erginal, A. E. (2016). Beachrock formation on the coast of Gökçeada Island and its relation to the active tectonics of the region, northern Aegean Sea, Turkey. *Quaternary International*, 401, 141-152. doi: 10.1016/j.quaint.2015.10.108
- Boulton, S. J., Stewart, I. S. (2015). Holocene coastal notches in the Mediterranean region: Indicators of palaeoseismic clustering?. *Geomorphology*, 237, 29-37. doi: 10.1016/j.geomorph.2013.11.012
- Bozkurt, E. (2001). Neotectonics of Turkey—a synthesis. *Geodinamica acta*, 14(1-3), 3-30. doi: 10.1016/S0985-3111(01)01066-X
- Cerrone, C., Vacchi, M., Fontana, A., Rovere, A. (2021). Last Interglacial sea-level proxies in the Western Mediterranean. *Earth System Science Data*, 13(9), 4485-4527. doi: 10.5194/essd-13-4485-2021
- Ciner, A., Desruelles, S., Fouache, E., Koşun, E., Dalongeville, R. (2009). Beachrock formations on the Mediterranean Coast of Turkey: Implications for Holocene sea level changes and tectonics. *Türkiye Jeoloji Bülteni-Geological Bulletin of Turkey*, 52(3), 257-196. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/260419915\\_Beachrock\\_formation\\_on\\_the\\_Mediterranean\\_Coast\\_of\\_Turkey\\_Implications\\_for\\_Holocene\\_sea\\_level\\_changes\\_and\\_tectonics](https://www.researchgate.net/publication/260419915_Beachrock_formation_on_the_Mediterranean_Coast_of_Turkey_Implications_for_Holocene_sea_level_changes_and_tectonics)
- Desruelles, S., Fouache, É., Ciner, A., Dalongeville, R., Pavlopoulos, K., Kosun, E., Coquinot, Y., Potdevin, J. L. (2009). Beachrocks and sea level changes since Middle Holocene: comparison between the insular group of Mykonos–Delos–Rhenia (Cyclades, Greece) and the southern coast of Turkey. *Global and Planetary Change*, 66(1-2), 19-33. doi: 10.1016/j.gloplacha.2008.07.009
- Dimova, L., & Raykova, R. (2018). Numerical simulations of the earthquake-induced tsunami of July 20, 2017 (Mw= 6.6) in Bodrum–Kos, Aegean Sea. *Review of the Bulgarian Geological Society*, 79(1), 5-12. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/325467169\\_Numerical\\_simulations\\_of\\_the\\_earthquake-induced\\_tsunami\\_of\\_July\\_20\\_2017\\_Mw66\\_in\\_Bodrum-Kos\\_Aegean\\_Sea](https://www.researchgate.net/publication/325467169_Numerical_simulations_of_the_earthquake-induced_tsunami_of_July_20_2017_Mw66_in_Bodrum-Kos_Aegean_Sea)
- Doğan, U., Koçyiğit, A., Varol, B., Özer, I., Molodkov, A., Zöhra, E. (2012). MIS 5a and MIS 3 relatively high sea-level stands on the Hatay–Samandağ Coast, Eastern Mediterranean, Turkey. *Quaternary International*, 262, 65-79. doi: 10.1016/j.quaint.2011.12.020
- Doğan, U., Özer, İ. (2011). *Türkiye'nin Hatay kıyılarında Geç Pleistosen rölatif deniz seviyesi değişimleri*. TÜBİTAK Projesi, Proje No: 107Y191.
- Emre, Ö., Duman, T. Y., Özalp, S., Şaroğlu, F., Olgun, Ş., Elmacı, H., Çan, T. (2018). Active fault database of Turkey. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 16(8), 3229-3275. doi: 10.1007/s10518-016-0041-2
- Emre, Ö., Duman, T.Y., Özalp, S., Elmacı, H., Olgun, Ş. ve Şaroğlu, F. (2013). *Açıklamalı Türkiye Diri Fay Haritası*. Ölçek 1:1.250.000, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Özel Yayın Serisi-30, Ankara-Türkiye. ISBN: 978-605-5310-56-1
- Ercan T, Türkecan A, Günay E. (1982). Bodrum yarımadasının jeolojisi. *Maden Tetkik Arama Enst. Dergisi*. 97/98, 21-32. Retrieved from [https://dergi.mta.gov.tr/dosyalar/images/mtadergi/makaleler/tr/20150724102125\\_534\\_2275ffe9](https://dergi.mta.gov.tr/dosyalar/images/mtadergi/makaleler/tr/20150724102125_534_2275ffe9)
- Erol, O. (1963). *Asi Nehri Deltasının Jeomorfolojisi ve Dördüncü Zaman Deniz-Akarsu Şekilleri*. Ankara Üniversitesi, D.T.C.F Yay-148
- Evelpidou, N., Karkani, A., Kampolis, I. (2021). Relative sea level changes and morphotectonic implications triggered by the



- Samos earthquake of 30th October 2020. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(1), 40. doi: 10.3390/jmse9010040
- Evelpidou, N., Melini, D., Pirazzoli, P. A., Vassilopoulos, A. (2014). Evidence of repeated late Holocene rapid subsidence in the SE Cyclades (Greece) deduced from submerged notches. *International Journal of Earth Sciences*, 103, 381-395. doi: 10.1007/s00531-013-0942-0
- Evelpidou, N., Pavlopoulos, K., Vouvalidis, K., Syrides, G., Triantaphyllou, M., Karkani, A., Paraschou, T. (2019). Holocene palaeogeographical reconstruction and relative sea-level changes in the southeastern part of the island of Samos (Greece). *Comptes Rendus Geoscience*, 351(6), 451-460. doi: 10.1016/j.crte.2019.09.001
- Evelpidou, N., Pirazzoli, P.A. (2015). Sea-level indicators, In: Finkl, C.W., Makowski, C. (ed). *Environmental Management and Governance: Advances in Coastal and Marine Resources*, Coastal Research Library 8. Springer, 293-306.
- Ferranti, L., Antonioli, F., Mauz, B., Amorosi, A., Dai Pra, G., Mastronuzzi, G., Monaco, C., Orru, P., Pappalardo, M., Radtke, U., Renda, P., Romano, P., Sanso, P., Verrubbi, V. (2006). Markers of the last interglacial sea-level high stand along the coast of Italy: tectonic implications. *Quaternary international*, 145, 30-54. doi: 10.1016/j.quaint.2005.07.009
- Ferranti, L., Monaco, C., Antonioli, F., Maschio, L., Kershaw, S., Verrubbi, V. (2007). The contribution of regional uplift and coseismic slip to the vertical crustal motion in the Messina Straits, southern Italy: Evidence from raised Late Holocene shorelines. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 112(B6). doi: 10.1029/2006JB004473
- Gordillo, S., Bujalesky, G. G., Pirazzoli, P. A., Rabassa, J. O., Saliège, J. F. (1992). Holocene raised beaches along the northern coast of the Beagle Channel, Tierra del Fuego, Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 99(1-2), 41-54. Doi: 10.1016/0031-0182(92)90006-Q
- Gürer, Ö. F., Yılmaz, Y. (2002). Geology of the Ören and surrounding areas, SW Anatolia. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 11(1), 1-13. Retrieved from <https://journals.tubitak.gov.tr/earth/vol11/iss1/1>.
- Hançer, M., Tekin, F. (2017). Akyaka (Muğla) ve yakın dolayındaki fayların deprensellik bakımından incelenmesi. *Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi*, 2(24), 50-62. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/somatbd/issue/33634/372931>
- Kadirioğlu, F. T., Kartal, R. F., Demirtaş, R. (2017). 21 Temmuz 2017 Gökova Körfezi Depremi (Bodrum açıkları), Mw= 6.5. *Aktif Tektonik Araştırma Grubu 21. Çalıştay Bildiri Özleri Kitabı*.
- Kalafat, D. (2017). Son yıllarda Batı Anadolu'da ve Ege kıyılarımız boyunca meydana gelen deprem etkinliklerine toplu bir bakış: Kuzey Ege (2013-2014); Ayvacık-Çanakkale (2017); Karaburun-Midilli Açıkları (2017); Gökova Körfezi (2017). *Aktif Tektonik Araştırma Grubu 21. Çalıştay Bildiri Özleri Kitabı*.
- Karkani, A., Evelpidou, N., Giaime, M., Marriner, N., Morhange, C., Spada, G. (2019). Late Holocene sea-level evolution of Paros island (Cyclades, Greece). *Quaternary International*, 500, 139-146. doi: 10.1016/j.quaint.2019.02.027
- Karymbalis, E., Tsanakas, K., Tsodoulos, I., Gaki-Papanastassiou, K., Papanastassiou, D., Batzakis, D. V., Stamoulis, K. (2022). Late quaternary marine terraces and tectonic uplift rates of the broader neapolis area (SE peloponnese, Greece). *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(1), 99. doi: 10.3390/jmse10010099
- Kelletat, D., Kayan, İ. (1983). Alanya batısındaki kıyılarda ilk C14 tarihlendirmelerinin ışığında Geç Holosen tektonik hareketleri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni* 26, 83-87. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/283357513\\_Alanya\\_batisindaki\\_kiyilarda\\_ilk\\_C14\\_tarihlendirmelerinin\\_isi\\_ginda\\_Gec\\_Holosen\\_tektonik\\_hareketleri\\_First\\_C14\\_datings\\_and\\_Late\\_Holocene\\_tectonic\\_events\\_on\\_the\\_Mediterranean\\_coastline\\_West\\_of\\_Alanya\\_So](https://www.researchgate.net/publication/283357513_Alanya_batisindaki_kiyilarda_ilk_C14_tarihlendirmelerinin_isi_ginda_Gec_Holosen_tektonik_hareketleri_First_C14_datings_and_Late_Holocene_tectonic_events_on_the_Mediterranean_coastline_West_of_Alanya_So)
- Kızıldağ, N. (2019). Late Holocene sea level change along the coast of Fethiye Gulf in southwestern Turkey. *Geoarchaeology*, 34, 295– 310. doi: 10.1002/gea.21717
- Koçyiğit, A., (2017). The conference lecture on seismicity of Bodrum Peninsula and its source: Bodrum Governor's Office, 4th November 2017, Bodrum-Muğla.
- Koçyiğit, A., Doğan, U., (2017). 21 Temmuz 2017 Mw =6.6 Karaada (Muğla)-Kos Adası depremi tarafından tetiklenmiş yeni aktif faylar, GB Türkiye. *Aktif Tektonik Araştırma Grubu 21. Çalıştay Bildiri Özleri Kitabı*.
- Kolaiti, E., Mourtzas, N. D. (2016). Upper Holocene sea level changes in the west Saronic Gulf, Greece. *Quaternary International*, 401, 71-90. doi: 10.1016/j.quaint.2015.06.024
- Lambeck, K. (1995). Late Pleistocene and Holocene sea-level change in Greece and south-western Turkey: a separation of eustatic, isostatic and tectonic contributions. *Geophysical Journal International*, 122(3), 1022-1044. doi: 10.1111/j.1365-246X.1995.tb06853.x
- Lambeck, K., Antonioli, F., Purcell, A., Silenzi, S. (2004). Sea-level change along the Italian coast for the past 10,000

- yr. *Quaternary Science Reviews*, 23(14-15), 1567-1598. doi: 10.1016/j.quascirev.2004.02.009
- Lambeck, K., Purcell, A. (2005). Sea-level change in the Mediterranean Sea since the LGM: model predictions for tectonically stable areas. *Quaternary Science Reviews*, 24(18-19), 1969-1988. doi: 10.1016/j.quascirev.2004.06.025
- Liberatore, M., Gliozzi, E., Cipollari, P., Öğretmen, N., Spada, G., Cosentino, D. (2022). Vertical velocity fields along the Eastern Mediterranean coast as revealed by late Holocene sea-level markers. *Earth-Science Reviews*. doi: 10.1016/j.earscirev.2022.104199
- Liew, P. M., Pirazzoli, P. A., Hsieh, M. L., Arnold, M., Barusseau, J. P., Fontugne, M., Giresse, A. P. (1993). Holocene tectonic uplift deduced from elevated shorelines, eastern Coastal Range of Taiwan. *Tectonophysics*, 222(1), 55-68. doi: 10.1016/0040-1951(93)90189-Q
- Mourtzas, N., Kolaiti, E., Anzidei, M. (2016). Vertical land movements and sea level changes along the coast of Crete (Greece) since Late Holocene. *Quaternary International*, 401, 43-70. doi: 10.1016/j.quaint.2015.08.008
- Morhange, C., Pirazzoli, P. A., Marriner, N., Montaggioni, L. F., Nammour, T. (2006). Late Holocene relative sea-level changes in Lebanon, Eastern Mediterranean. *Marine Geology*, 230(1-2), 99-114. doi: 10.1016/j.margeo.2006.04.003
- Ocañoğlu, N., Nomikou, P., İşcan, Y., Loreto, M. F., Lampridou, D. (2018). Evidence of extensional and strike-slip deformation in the offshore Gökova-Kos area affected by the July 2017 Mw6. 6 Bodrum-Kos earthquake, eastern Aegean Sea. *Geo-Marine Letters*, 38, 211-225. doi: 10.1007/s00367-017-0532-4
- Ott, R. F., Wegmann, K. W., Gallen, S. F., Pazzaglia, F. J., Brandon, M. T., Ueda, K., Fassoulas, C. (2021). Reassessing Eastern Mediterranean tectonics and earthquake hazard from the 365 CE earthquake. *AGU Advances*, 2(2), doi: 10.1029/2020AV000315
- Özdaş, H., Kızıldağ, N. (2013). Archaeological and geophysical investigation of submerged coastal structures in Kekova, southern coast of Turkey. *Geoarchaeology*, 28(5), 504-516. doi: 10.1002/gea.21452
- Özsayın, E., Üner, S., Kahraman, B. (2021). Late Quaternary subsidence records from the Datça graben and Cnidus ancient city (SW Turkey): sea-level changes versus tectonics. *Geologica acta: an international earth science journal*, 19(6), 1-14. doi: 10.1344/GeologicaActa2021.19.6
- Öztürk, S., Şahin, Ş. (2019). A statistical space-time-magnitude analysis on the aftershocks occurrence of the July 21th, 2017 MW= 6.5 Bodrum-Kos, Turkey, earthquake. *Journal of Asian Earth Sciences*, 172, 443-457. doi: 10.1016/j.jseaes.2018.10.008
- Pavlopoulos, K., Kapsimalis, V., Theodorakopoulou, K., Panagiotopoulos, I. P. (2012). Vertical displacement trends in the Aegean coastal zone (NE Mediterranean) during the Holocene assessed by geo-archaeological data. *The Holocene*, 22(6), 717-728. doi: 10.1177/0959683611423683
- Pirazzoli, P. A., Laborel, J., Saliège, J. F., Erol, O., Kayan, I., Person, A. (1991). Holocene raised shorelines on the Hatay coasts (Turkey): palaeoecological and tectonic implications. *Marine Geology*, 96(3-4), 295-311. doi: 10.1016/0025-3227(91)90153-U
- Pirazzoli, P. A., Laborel, J., Stiros, S. C. (1996). Earthquake clustering in the Eastern Mediterranean during historical times. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 101(B3), 6083-6097. doi: 10.1029/95JB00914
- Pirazzoli, P. A., Stiros, S. C., Laborel, J., Laborel-Deguen, F., Arnold, M., Papageorgiou, S., Morhangel, C. (1994). Late-Holocene shoreline changes related to palaeoseismic events in the Ionian Islands, Greece. *The Holocene*, 4(4), 397-405. doi: 10.1177/095968369400400407
- Pirazzoli, P.A. (2007). Sea level studies/geomorphological indicators. In: Elias, S.A. (ed). *Encyclopedia of Quaternary Science*. Elsevier Ltd. Amsterdam, 2974-2983.
- Shaw, B., Ambraseys, N. N., England, P. C., Floyd, M. A., Gorman, G. J., Higham, T. F. G., Jackson, J.A., Nocquet, J.M, Pain, C.C., Piggott, M. D. (2008). Eastern Mediterranean tectonics and tsunami hazard inferred from the AD 365 earthquake. *Nature Geoscience*, 1(4), 268-276. doi: 10.1038/ngeo151
- Siani, G., Paterne, M., Arnold, M., Bard, E., Métivier, B., Tisnerat, N., Bassinot, F. (2000). Radiocarbon reservoir ages in the Mediterranean Sea and Black Sea. *Radiocarbon*, 42(2), 271-280. doi:10.1017/S0033822200059075
- Sözbilir, H., Uzel, B., Sümer, Ö., Eski, S., Softa, M., Tepe, Ç. (2017). *21 Temmuz 2017 Gökova Körfezi Depremleri ve Bölgenin Depremselliği Raporu*. Dokuz Eylül Üniversitesi Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi Diri Fay Araştırma Grubu.
- Stiros, S. C. (2022). Earthquakes, tsunamis, dried harbours and seismic coastal uplift: evidence from the Eastern Mediterranean. *Mediterranean Geoscience Reviews*, 4(3), 319-328. doi: 10.1007/s42990-022-00079-8
- Stiros, S. C., Laborel, J., Laborel-Deguen, F., Morhange, C. (2011). Quaternary and Holocene coastal uplift in Ikaria island, Aegean Sea. *Geodinamica Acta*, 24(3-4), 123-131. doi: 10.3166/ga.24.123-131

- Stiros, S. C., Laborel, J., Laborel-Deguen, F., Papageorgiou, S., Evin, J., Pirazzoli, P. A. (2000). Seismic coastal uplift in a region of subsidence: Holocene raised shorelines of Samos Island, Aegean Sea, Greece. *Marine Geology*, 170(1-2), 41-58. doi: 10.1016/S0025-3227(00)00064-5
- Sakellariou, D., Tsampouraki-Kraounaki, K. (2019). Plio-Quaternary extension and strike-slip tectonics in the Aegean. In: *Transform Plate Boundaries And Fracture Zones*, 339-374. Elsevier. doi: 10.1016/B978-0-12-812064-4.00014-1
- Şenel, M. (Ed.) (2002). Türkiye Jeoloji Haritası (Geological Map of Turkey), Scale 1: 500,000, 19 Sheets, Maden Tetk. ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Şengör, A.M.C., Yazıcı, M. (2020). The aetiology of the neotectonic evolution of Turkey. *Med. Geosc. Rev.* 2, 327–339. doi: 10.1007/s42990-020-00039
- Surić, M., Korbar, T., Juračić, M. (2014). Tectonic constraints on the late Pleistocene-Holocene relative sea-level change along the north-eastern Adriatic coast (Croatia). *Geomorphology*, 220, 93-103. doi: 10.1016/j.geomorph.2014.06.001
- Tiryakioğlu, İ., Aktuğ, B., Yiğit, C. Ö., Yavaşoğlu, H. H., Sözbilir, H., Özkaymak, Ç., Poyraz, F., Taneli, E., Bulut, F., Doğru, A., Özener, H. (2018). Slip distribution and source parameters of the 20 July 2017 Bodrum-Kos earthquake (Mw6. 6) from GPS observations. *Geodinamica acta*, 30(1), 1-14. doi: 10.1080/09853111.2017.1408264
- Triantafyllou, I., Papadopoulos, G. A. (2022). Historical co-seismic uplift rates in the eastern Hellenic Subduction Zone: the case of Rhodes Island. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 201-217. doi: 10.1127/zfg/2021/0669
- Tur, H., Yalıtırak, C., Elitez, İ., Sarıkavak, K. T. (2015). Pliocene–Quaternary tectonic evolution of the Gulf of Gökova, southwest Turkey. *Tectonophysics*, 638, 158-176. doi: 10.1016/j.tecto.2014.11.008
- Utku, M. (2017). Yırtılma alanının yayılma hızı: 6-7 Şubat 2017 Çanakkale ve 21 Temmuz 2017 Gökova deprem kaynakları. *Aktif Tektonik Araştırma Grubu 21. Çalıştayı Bildiri Özleri Kitabı*.
- Yalçiner, A.C., Annunziato, A., Papadopoulos, G., Doğan, G.G., Güler, H.G., Çakır, T.E., Sözdinler, C.Ö., Ulutaş, E., Arikawa, T., Süzen, L., Kanoğlu, U., Güler, I., Probst, P., Synolakis, C. (2017). 20 Temmuz 2017 (22:31 Utc) Bodrum/Kos Depremi ve Tsunamisi; Tsunami Sonrası Yapılan Gözlem ve Araştırma Raporu.
- Yıldırım, C., Aksoy, M. E., Özcan, O., İşiler, M., Özbey, V., Çiner, A., Salvatore, A., Sarıkaya, M.A., Doğan, T., İlkmen, E., Schneiderwind, S. (2022). Coseismic (20 July 2017 Bodrum-Kos) and paleoseismic markers of coastal deformations in the Gulf of Gökova, Aegean Sea, SW Turkey. *Tectonophysics*, 822, 229141. doi: 10.1016/j.tecto.2021.229141
- Yıldırım, C., Aksoy, M.E., Sarıkaya, M.A., Çiner, T.A. (2017). 21 Temmuz 2017 depremi sonrası Bodrum ve Karaada'da gözlenen kıyı deformasyonlarına ait arazi gözlemleri. *Aktif Tektonik Araştırma Grubu 21. Çalıştayı Bildiri Özleri Kitabı*.



## Politik Ekoloji Açısından Aktif Yeşil Alan ve Parklara Erişimin İncelenmesi: Bursa Şehri Örneği

*Investigation of access to active green areas and parks in terms of political ecology: The case of Bursa city*

Muammer Çakır<sup>\*a</sup>, Barış Taş<sup>b</sup>

### Makale Bilgisi

Araştırma Makalesi

DOI:

10.33688/aucbd.1283051

Makale Geçmişi:

Geliş: 14.04.2023

Kabul: 06.10.2023

Anahtar Kelimeler:

Bursa şehri

Yeşil alan

Politik ekoloji

Park

Erişilebilirlik

### Öz

*Kentsel arazi kullanım biçimlerinden olan yeşil alan ve parklar, insanların rekreasyon ihtiyacını karşılarken bu alanların yer tahsisi, projelendirilmesi, alansal büyüklüğü ve erişilebilir olması üzerinde yerel politik kararlar etkilidir. Bu bağlamda Bursa şehrinde hali hazırda bulunan aktif yeşil alanların erişilebilirlik düzeylerini politik ekoloji açısından incelemek çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Aktif yeşil alanların yürüme mesafesinde (500 m) erişim düzeylerini incelemek için ArcGIS 10.8 programında Network Analyst aracı kullanılarak mevcut ulaşım ağları ile aktif yeşil alanlar arasında servis ağları belirlenmiştir. Yapılan analiz sonucunda 29 mahalle tam (212.807 kişi), 89 mahalle yarı (1.031.332 kişi), 83 mahalle kısmi (687.666 kişi) ve 69 mahallede (151.666 kişi) aktif yeşil alanlara erişimin olmadığı bilgisine erişilmiştir. Elde edilen bilgiler, Bursa şehrinde yeşil alanlara erişimde mekânsal farklılıkların olduğunu göstermiştir.*

### Article Info

Research Article

DOI:

10.33688/aucbd.1283051

Article History:

Received: 14.04.2023

Accepted: 06.10.2023

Keywords:

Bursa city

Green area

Political ecology

Park

Accessibility

### Abstract

*While green spaces and parks, which are urban land use forms, meet the recreation needs of people, local political decisions affect the allocation of space, project design, areal size, and accessibility. The aim of the study is to examine the accessibility of active green areas in the city of Bursa in terms of political ecology. In order to examine the access levels of active green areas within walking distance (500 m), service networks were determined between the transportation networks and active green areas by using the Network Analyst tool in the ArcGIS 10.8 program. As a result of the analysis, it was found that there was access to active green areas in 29 neighborhoods (212.807 people), 89 quarters half neighborhoods (1.031.332 people), 83 partial neighborhoods (687.666 people), and 69 no-access neighborhoods (151.666 people). The information obtained showed that there are spatial differences in access to green areas in Bursa city.*

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: muammer.ts@gmail.com

<sup>a</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çankırı/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-8613-4178>

<sup>b</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Çankırı/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-7469-9948>

## 1. Giriş

Kentsel yeşil alan ve parklar, kent ve doğa arasında bağlantı kuran, doğal süreçlerle oluşmuş ya da yarı doğal olarak insan eliyle oluşturulan kentsel mekânlardır (Bilgili ve Gökyer, 2012). Kentsel mekânda bulunan yeşil alanlar, kent kalitesinin yanı sıra kentte yaşayan yerel halkın da yaşam kalitesini göstermesi açısından oldukça büyük öneme sahiptir (Dirik vd., 2014; Gerçek ve Güven, 2017; Jayasinghe vd., 2018; Öztürk, 2004; Wendel vd., 2012).

Kentsel mekânların merkezi hükümetlerden güç alan yerel yönetimler tarafından yönetilmesi yeşil alan ve parkların da kent içi arazi kullanımını doğrudan etkilemektedir. Bu yönüyle yönetsel etki, yeşil alan ve parkları kentsel mekânda politik hale getirmektedir. Kentsel bir mekânın politik kararlar ile şekillenmesi ve düzenlenmesi politik ekoloji disiplininin inceleme alanına girmektedir. Politik ekoloji, kısaca insan ile doğal ortam arasındaki etkileşimden ortaya çıkan olay, olgu ve durumların siyasal bir temele dayandırılarak açıklanması olarak tanımlanabilir (Arı, 2017; Çakır vd., 2020; Roussopoulos, 2017). Günümüzde insan ile doğal ortam arasındaki etkileşimin yoğun olarak yaşandığı kentsel mekânlarda çevresel problemlerin daha fazla görülmeye başlanması belli politika ve ideolojilerle yönetilen kentlerin sorgulanmasını sağlamıştır. Politik ekolojinin alt dalı olan kentsel politik ekoloji, kent-doğa, kır-kent gibi ayrımları reddederek, kentlerin bulunduğu mekânların da doğanın içinde olduğunu ve doğa olarak kabul edilmeli görüşünü savunmuştur (Akbulut ve Candan, 2014; Bilbil, 2019; Bryant ve Bailey, 1997; Heynen, 2014; Özberk, 2017). Haliyle kent içinde ve çevresinde bulunan yeşil alan ve parklar ne kadar insan eliyle oluşturulursa oluşturulsun doğal ortamı şekillendirmekle birlikte aynı zamanda politik bir kimliğe sahiptir.

Yerel yönetimlerin mekânsal üretim araçlarından biri olan yeşil alan ve parkların günümüzde niteliksel ve niceliksel sorunları bulunmaktadır. Niteliksel sorunların başında erişilebilirlik gelirken niceliksel sorunlar kişi başına düşen yeşil alan miktarı ile ilgilidir. Literatür incelendiğinde aktif yeşil alan ve parklarla ilgili bilimsel çalışmaların erişilebilirlik ve kişi başına düşen yeşil alan miktarı üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalar kuşkusuz oldukça fazladır ancak birkaç çalışma incelendiğinde; Gül ve Küçük (2001), Isparta kentinde kişi başına düşen açık-yeşil alanların yetersiz olduğunu ancak mevcut yeşil alanların planlama ile nitelik ve nicelik yönünden istenilen düzeye erişebileceğini belirtmiştir. Mentеше (2019), Bilecik şehrinde aktif açık-yeşil alanları incelerken kişi başına düşen yeşil alanların yeterli olduğunu ancak mahalle bazında aktif açık-yeşil alanların dengeli dağılmadığını tespit etmiştir. Keloğlu ve Karabacak (2020), Ankara ili, Keçiören ilçesinde bulunan açık-yeşil alanların erişilebilirlik ve kişi başına düşen miktar bakımından mahalle ölçeğinde farklılıklar gösterdiğini tespit etmiş, yoğun yapılaşmaya sahip mahalleler ile kentsel dönüşüme uğrayan mahalleler arasında karşılaştırma yapmıştır. Bu çalışma aktif yeşil alan ve parklara erişilebilirlik üzerinden bakmaktadır. Çünkü erişilebilirlik ile kişi başına düşen yeşil alan ve parkların ele alınması iki ayrı çalışmanın konusu olabilir. Şöyle ki, erişilebilirlik açısından son derece elverişli bir yeşil alan kişi başına düşen miktar açısından elverişli olmayabilir. Ya da kişi başına düşen miktar açısından yeterli olan bir yeşil alan erişilebilirlik açısından yetersizlik gösterebilir. Bu açıdan yaklaşıldığında çalışma konusunun erişilebilirliğe odaklanması daha mekânsal sonuçlara ulaşılmasını kolaylaştıracaktır.

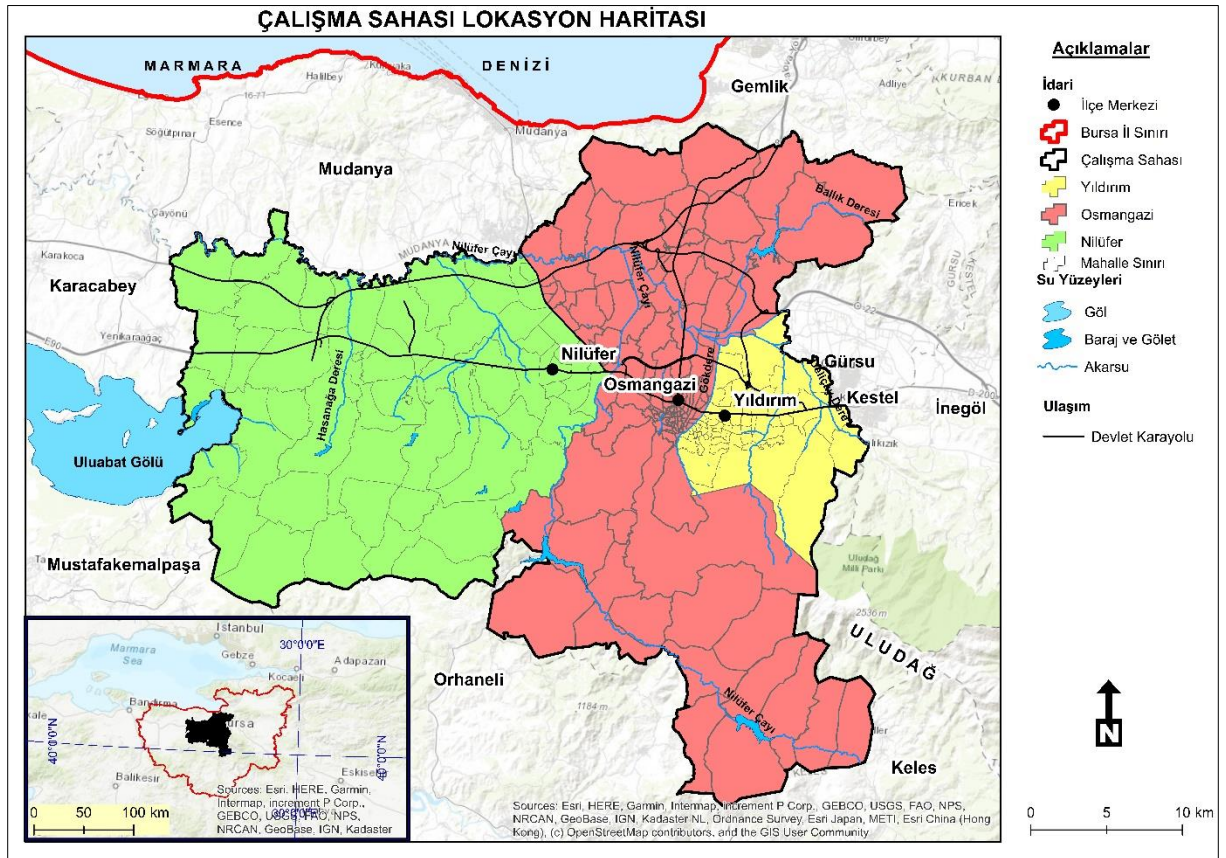
Kentsel yeşil alan ve parkların erişilebilirliğini konu edinen bilimsel çalışmalara ait literatür incelendiğinde; Heynen vd. (2006), Milwaukee’de uzaktan algılama yöntemiyle yeşil alanların hane geliri, konut piyasası özellikleri ve ırksal ve etnik faktörlere dayalı olarak eşit olmayan bir şekilde dağıldığını belirtmiş ve politik ekolojik bir perspektifle mekânsal adaletsizliğin varlığını ileri sürmüştür. Yenice (2012), Burdur kentinde çocuk oyun alanları, mahalle – semt parkları ve spor tesis alanlarının erişilebilirliği üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çocuk oyun alanlarının ve spor tesislerinin kentin çeperinde erişilebilirliğinin azaldığı, mahalle ve semt parklarının çocuk oyun alanları ile spor tesislerine göre daha erişilebilir düzeyde olduğu belirtilmiştir. Gökçer ve Bilgili (2014), Bartın ilinde yeşil alanların alansal büyüklükleri ile erişilebilirlik arasındaki ilişkiyi tespit edebilmek amacıyla coğrafi bilgi sistemlerinden faydalanmıştır. Bu çalışmada erişilebilirlik mesafesi için 200 metre kriteri kullanılmıştır. Demir vd. (2015), Düzce’nin Akçakoca ilçesinde bulunan yeşil alan ve parkların 500 ile 1000 metrelik mesafelerde erişilebilirlik analizi yapmıştır. Gerçek ve Güven (2017), İzmit kenti örneği üzerinden kentsel yeşil alanların erişilebilirlik ve yeterliliğini coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla ele almış, yeşil alanlara erişim konusunda eğim değerlerini hesaba katarak 5 (400 metre) ile 10 dakika (800 metre) yürüme mesafesinde erişilebilirlik durumunu incelemiştir. Adıgüzel ve Doğan (2020), Çukurova ilçesinde aktif yeşil alan ve parklara erişilebilirlik durumunu CBS yardımıyla ele almış ve yapılan analiz sonucunda dağınık bir görünüme sahip olan yeşil alanların ulaşılabilirlik konusunda yetersiz olduğunu belirtmiştir. Cüce ve Ortaçşeme (2020), kentsel yeşil alan ve parklar ile erişilebilirlik konusuna değinen tez, makale, kitap, bildiri gibi kaynaklardan yola çıkarak literatür taraması yapmış ve ağ analizi yönteminin önemine değinmiştir. Huang vd. (2023), Çin’in Fuzhou kenti için yeşil alan ve parklara erişilebilirliği mekânsal eşitlik özelinde incelemiş ve kentte yeşil alanların şehir merkezinden uzaklaştıkça azaldığını ifade etmiştir. Verilen literatür özetinden de anlaşılacağı üzere kentlerde aktif yeşil alan ve parklara erişimde yaşanan sorunları politik karar vericiler üzerinden okumak mümkündür.

Yerel yönetimler eliyle şehirlere kazandırılan yeşil alanlar, emlak piyasasının önemsemediği, bir şekilde şehir içinde ya da şehre bitişik boş kalmış devlet arazileri ve kamu arazileri ile kamu yararı gözetilerek kamulaştırılan özel mülkler üzerinde oluşturulmaktadır. Şehirlerde (çalışma sahası olan Bursa şehrinde de) bina stokunun yoğun olduğu mekânlarda yeşil alan ve parkların ya şehrin çeperinde ya da şehir içinde imara açılmayan kamu arazilerinde (afet riski olan araziler ile dere kenarları ve taşkın ovaları) planlandığı görülmektedir. Ayrıca bu aktif yeşil alan ve parklara erişim, planlama eksikliği ve yanlış politik kararların etkisiyle çoğunlukla kısıtlıdır. Türkiye’de idari anlamda büyükşehir belediyesi statüsüne sahip olan şehirlerde yoğun bina stoku ve artan nüfusun etkisiyle yeşil alan ve parkların alansal olarak daralması ve sayısının azalması nüfusun bu alanlara erişimini engellemiştir. Bu şehirlerden biri de Bursa’dır. Bursa şehrinin 1960’lı yıllardan itibaren sanayileşmeyle birlikte yoğun bir şekilde göç alması barınma ihtiyacını doğururken, imar planlarındaki kentsel arazi kullanım biçimlerini hızlı bir şekilde konut alanları üretmeye zorlamıştır. İmar planlarında konut alanı üretimine öncelik verilmesi aktif yeşil alan ve parkların, ikinci plana atılmasına neden olmuştur. Bursa şehrinde aktif yeşil alan ve parklar günümüzde birbirinden kopuk, yetersiz büyüklükte ve parçalı bir görünüm sunmaktadır. Bu durum erişilebilirliği olumsuz yönde etkilemektedir. Bu bilgiler ışığında Bursa şehrinde bulunan aktif yeşil alanların erişilebilirlik düzeylerini ilçe bazında analiz etmek ve karşılaştırmak çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Ayrıca 2022 yılı itibarıyla nüfusu 2 milyondan fazla olan Bursa şehrinin aktif yeşil alan

ve parklar özelinde coğrafi bakış açısıyla incelenmesi, kentsel mekânların adil paylaşımı ve mekânsal adalet noktasında farkındalığı artırması anlamında da konunun önemine katkıda bulunacaktır.

### 1.1. Çalışma Sahasının Yeri, Sınırları ve Önemi

Çalışma sahası, Marmara Bölgesi'nin Güney Marmara bölümünde yer alan Bursa ili sınırları içerisinde yer alan Osmangazi, Yıldırım ve Nilüfer (Merkez ilçeler) ilçe sınırlarından ibarettir. Çalışma sahasının kuzeyinde Mudanya ve Gemlik ilçeleri ile Marmara Denizi, batısında Karacabey ve Mustafakemalpaşa ilçeleri ile Uluabat Gölü, güney ve güneybatısında Orhaneli ilçesi, güneydoğusunda Keles ilçesi ile Uludağ, doğusunda Gürsu, Kestel ve İnegöl ilçeleri yer almaktadır (Şekil 1). Çalışma sahası 1230 km<sup>2</sup> alan kaplamaktadır. Çalışma sahasının sınırları olarak 27/6/1987 tarihinde Resmî Gazete'de yayımlanan 3391 sayılı “*Bursa İli Merkezinde Osmangazi, Yıldırım ve Nilüfer Adıyla Üç İlçe Kurulması Hakkında Kanun*” da yer alan sınırlar baz alınmıştır. 2004 yılında değişen Büyükşehir Belediyesi Kanunu ile Gemlik, Mudanya, Kestel ve Gürsu ilçeleri de şehir sınırlarına dahil edilmiştir. Ancak tarihsel süreç, nüfus miktarı, nüfus yoğunluğu ve etki alanı kriterleri dikkate alındığında çalışma sahasının sınırları Osmangazi, Yıldırım ve Nilüfer ilçe sınırlarına göre ele alınmıştır.



Şekil 1. Çalışma sahasının lokasyon haritası

Bursa, nüfus büyüklüğü açısından Türkiye'nin dördüncü büyük ilidir. TÜİK'in Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi'ne göre Bursa ilinin 2022 yılı nüfusu 3.194.720'dir. Çalışma sahasını oluşturan ilçelerin 2022 yılı nüfuslarına bakıldığında, Osmangazi ilçesi 891.250, Yıldırım ilçesi 655.856 ve Nilüfer ilçesi 536.365'dir. Çalışma sahasının nüfusu Bursa ilinin yaklaşık 3/2'sine karşılık gelmektedir.

Toplamda 17 ilçesi olan Bursa ili, yönetsel açıdan büyükşehir belediye örgütüne sahiptir. Çalışma sahasının Osmangazi, Yıldırım ve Nilüfer ilçe sınırlarıyla temsil edilmesinde etkili olan faktörlere bakıldığında öncelikle ilçelerin birbirlerine olan konumları etkili olmuştur. Çalışma sahasında bulunan üç ilçe birbirlerine sınır oluşturmaktadır. Çalışma sahasında bulunan ilçeler nüfus miktarı ve yoğunluk bakımından Bursa ilini temsil edecek yeterliliktedir.

Bursa, Türkiye’de isminin önüne “yeşil” sıfatını almış tek, “yeşil” denilince akıllara gelen ilk şehirdir. Bursa şehrinin tarihsel süreçte “Yeşil Bursa” kimliğinin oluşmasına, Uludağ’ın orman varlığının görsel bir silüet sunmasının yanı sıra Bursa Ovası’nın tarihi çınar ağaçları ve meyve bahçeleri de katkı sağlamıştır. 1960’lı yıllardan itibaren tüm Türkiye’de doğudan batıya, kırdan kente ve küçük yerleşmelerden büyük yerleşmelere doğru yaşanan göç hareketleri ile Bursa Ovası’nın imara açılması ve sanayileşme Bursa şehrinin kentsel alanını genişletirken, kentteki yeşil alanları kesintiye uğratmış ve var olan aktif yeşil alanlara erişim kısıtlı hale gelmiştir. Şehirde bulunan doğal oluşumlu ya da insan eliyle oluşturulan yeşil alan ve parklar geçmişte bütünlük bir görünüme sahipken günümüzde dağınık, birbirinden kopuk, öbekler halinde bir görünüm sunmaktadır. Kentte yaşayan, kentte bulunan aktif yeşil alan ve parkları paylaşan insanlar, yani kamuoyu Bursa şehrinde yıllar içinde yeşil alan ve parkların azaldığını ifade etmektedir. Günümüzde halk arasında “Yeşil Bursa” söylemi yerini, yeşil alanların azalıp konut alanlarının arttığını ifade edebilmek için “Gri Bursa” ve “Beton Bursa” ya bırakmıştır. Günümüzde Bursa şehrinin tarihi merkezini oluşturan Osmangazi ilçesi, Hisar bölgesinden (Tophane) kuzeye doğru, Bursa şehrine bakıldığında Reşat Oyal Kültür Parkı, Merinos Parkı ve mezarlıklar haricinde göze çarpan bir yeşil alan ve parkın olmadığı görülmektedir (Foto 1).



**Foto 1.** Tophane’den Bursa şehrine bakış

## **2. Kentsel Yeşil Alan**

Yeşil alan ya da yerleşim birimi belirtmesi açısından kentsel yeşil alan kavramı, şehirlerde yapıları alanlar dışında kalan ve az ya da çok belli bir bitki örtüsüne sahip (World Health Organization, WHO, 2017), doğal oluşumlu milli parklar ve ormanlık, çalılık alanlar ile insan eliyle düzenlenmiş şehir içi ve şehir dışında bulunan rekreatif mekânlar olarak tanımlanabilir. Yeşil alanlar ve parklar günümüzde



şehirler için estetik, klimatolojik, hidrolojik ve ekolojik, şehirde yaşayan halk için ise fiziksel, biyolojik, sosyal ve psikolojik yönden rahatlatıcı etkiye sahip mekânlardır. Yeşil alan tanımlamalarında kullanılan ortak görüş, yeşil alanların aynı zamanda açık alanlar olduğu ve buraların bitkiyle kaplı (odunsu ve otsu bitkiler) olduğudur (Gül ve Küçük, 2001; Önder ve Polat, 2012; Sevgi, 2020). Yeşil alanlar, kent içinde ve çevresinde rekreasyon, peyzaj ve hidrolojik işlevleri olan ormanlar, korular, parklar, mezarlıklar, refüjler ve bina önündeki bahçeler dahil canlı ve cansız sulama elemanları, yollar ve park içinde bulunan oturma alanlarından oluşmaktadır (Pamay, 1978). Sevgi (2020), yeşil alanı, bir ilin ya da yerleşim sınırları içinde doğal oluşumlu ya da ekilmiş – dikilmiş bitkiyle kaplı alan olarak tanımlamıştır. Akkemik vd. (2021), kentsel yeşil alanları, insanların sağlık, eğitim, spor ve rekreasyon ihtiyaçlarını karşılayan estetik duygularını geliştiren, ruh sağlığını iyileştiren, yaşam kalitesini artıran mekânlar olarak değerlendirmiştir. Ersoy (2009), kentsel yeşil alanların bulunduğu yerleşmenin özelliklerinden, nüfusundan, ikliminden, topoğrafyasından, toprak özelliklerinden ve bitki örtüsünden etkilendiğini ve bu yüzden her yeşil alanın birbirinden farklı özellikler gösterdiğini belirtmiştir. Coğrafi bakış açısıyla bakıldığında yeşil alan ve parklar, kent içi ve dışında kentle ilişkili olan arazi kullanım öğelerinden biri olarak değerlendirilir. Yeşil alan ve parklar, doğal oluşumlu olsun ya da insan eliyle oluşturulsun kentlerde yaşayan insanların rekreasyon ihtiyacını karşılarken kentin biyolojik, klimatolojik ve hidrolojik unsurlarını iyileştirerek ekolojik sürdürülebilirliği sağlayan kentsel mekânlardır (Bowler vd., 2010; Çilek, 2021; Saebo vd., 2012; Tokuş, 2012; Zhang vd., 2012).

Kentsel yeşil alan ve parkların politik bir boyutu da vardır. Kentsel yeşil alan ve parklar için yer tahsis edilmesi, bu alanların projelendirilmesi, peyzaj çalışmaları ve hizmete açılması sebebiyle politik izler taşıdığından bahsedilebilir. Günümüzde ulusal politik ekolojinin (merkezi hükümet) yerelde vücut bulmuş hali olan ve mikro düzeyde karar verme mekanizmalarına sahip olan yerel yönetimler, aktif yeşil alan ve parkların mekânsal üretimi konusunda oldukça isteklidirler. Bu aynı zamanda belli bir nüfusun da taşeron işçi olarak istihdam edilmesi anlamına gelmektedir. Aktif ya da pasif yeşil alan ve parkların mekânsal üretimi Türkiye ölçeğinde ele alındığında bu kentsel ekolojik alanların politik kararlar çerçevesinde şekillendiği görülmektedir (Özdemir, 2009). Özellikle kararlar, yeşil alan ve parkların konumları, kaplayacağı alan, peyzaj düzenlemesi ile yasal düzenlemeleri kapsamaktadır. Merkezi yönetimin, yerel yönetimler üzerindeki ideolojik etkileri, bakanlıklar, il çevre müdürlükleri ve siyasi parti programları vasıtasıyla mikro düzeyde kentin planlanmasına, aynı zamanda konumuz özelinde yeşil alan ve park tasarımına yansımaktadır. Aynı şekilde muhalefet partilerinin de yerel yönetimler üzerindeki etkileri kendi siyasi parti ideoloji ve programları üzerinden oluşmaktadır. Sonuç olarak politik kararlardan bir şekilde etkilenen kamusal alanlardan biri olan yeşil alan ve parklar, politik ekolojinin birer mekânsal üretim aracıdır.

Türkiye’de yeşil alan ve parklar, yönetmeliklerle hukuki anlamda tanımlanmış ve hangi kentsel mekânların yeşil alan statüsünde değerlendirileceği detaylandırılmıştır. 14/06/2014 tarihinde Resmî Gazete’de yayımlanan, 29030 sayılı Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın “*Mekânsal planlar yapım yönetmeliği*” ne göre “*park, çocuk bahçesi, oyun alanı, meydan ve rekreasyon alanları açık ve yeşil alan*” olarak isimlendirilmiştir (Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği, 2014). Yeşil alan ve parklar hakkında tanımlama yapan diğer bir yönetmelik, 03/07/2017 tarihinde Resmî Gazete’de yayımlanan, 30113 sayılı “*Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği*”dir. Bu yönetmelikte yeşil alanlar ve parklar şöyle

tanımlanmıştır: Yeşil alanlar: Toplumun yararlanması için ayrılan oyun bahçesi, çocuk bahçesi, dinlenme, gezinti, piknik, eğlence, rekreasyon ve rekreatif alanları ifade etmektedir. Ayrıca metropol ölçekteki fuar, botanik ve hayvanat bahçeleri ile bölgesel parklar bu alanlar kapsamındadır (Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği, 2017). Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği'nde adı geçen ve yeşil alan olarak değerlendirilen alanlara 01/03/2019 tarihinde Resmî Gazete'de yayımlanan, 30701 sayılı “*Planlı Alanlar İmar Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik*” ile birlikte “*Millet bahçeleri*” de eklenmiştir (Planlı Alanlar İmar Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, 2019). Hukuki metinler çerçevesinde tanımlanan yeşil alan ve parklar bu yönüyle de politik izler taşımaktadır.

Yeşil alan ve parklar, büyüklük, kullanım şekli, donanım, işlev ve lokasyonlarına göre sınıflandırılabilir (Byrne ve Sipe, 2010). Yeşil alan ve parklar kullanım şekline göre aktif ve pasif yeşil alan ve parklar olarak iki sınıfa ayrılmaktadır. Aktif yeşil alanlar ve parklar, kentte yaşayan insanların kullanıma açık olan (Akkemik vd., 2021) ve rekreatif amaçlı kullanan tüm yeşil alanları kapsamaktadır. Belli büyüklüklerde olan kent parkları, çocuk oyun alanları, piknik ve mesire alanları, milli parklar, botanik ve hayvanat bahçeleri kentte yaşayan insanların faydalandığı aktif yeşil alan ve parklara örnektir. Pasif yeşil alan ve parklar, kentte yaşayan insanların kısmen faydalandığı ya da hiçbir şekilde faydalanmadığı, rekreatif amaçla kullanmadığı ve erişemediği alanlardır. Pasif yeşil alan ve parklar, mezarlıklar, askeri bölge içinde bulunan eğitim alanları ve ormanlık sahalar ile özel mülkiyete sahip hobi bahçeleri, etrafı bir engelle çevrili ve peyzaj düzenlemesi yapılmış lüks konutlar ile bahçeleridir. Bu yeşil alan ve parklar kentte yaşayan tüm insanlar için ortak kullanım alanı değildir. Buna bağlı olarak kullanım açısından pasif yeşil alan ve parklar olarak sınıflandırılmaktadır.

Dünyada yeşil alan ve parklara belli standartlar getirilmeye çalışılmıştır. Bu standartlar kişi başına düşen aktif yeşil alan, yürüme mesafeleri ve alan büyüklüğü üzerine kuruludur. Kişi başına düşen aktif yeşil alan günümüzde en fazla tercih edilen kriterdir. 20. yüzyılda bilim insanları, Almanya, Japonya ve diğer ülkeler için kentsel alanlarda kişi başına düşen yeşil alanların 40 m<sup>2</sup> olmasını önerirken, banliyöler için kişi başına düşen ormanlık alanların 140 m<sup>2</sup> olması gerektiğini ifade etmişlerdir. Günümüzde gelişmiş ülkeler kişi başına düşen yeşil alanlar hakkında 20 m<sup>2</sup> standardını uygulama eğilimindedirler (Sukopp vd., 1995; Wang, 2009). Dünya Sağlık Örgütü'ne göre kentlerde kişi başına düşen nitelikli yeşil alan en az 9 m<sup>2</sup> olmalıdır (World Health Organization, 2010). Türkiye'de ise 17/05/2017 tarihinde Resmî Gazete'de yayımlanan, 30069 sayılı “*Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik*”, kişi başına düşen yeşil alanın en az 15 m<sup>2</sup> olmasını öngörmüştür. Mekânsal adalet noktasında nicel veriler tek başına yeterli olmamakla birlikte var olan aktif yeşil alanların niteliksel özelliklerinin şehirde yaşayan her birey için erişilebilir olması gerekmektedir.

### **3. Erişilebilirlik**

Kentsel yeşil alan ve parklar, farklı kriterler ölçeğinde bilimsel olarak araştırılmakta ve analiz edilmektedir. Bu kriterlerden biri de herhangi bir kentsel yeşil alanın kolaylıkla, hiçbir engele takılmadan ziyaret edilebilir, yani erişilebilir olma durumudur. Yeşil alan ve parklara erişimin kolaylıkla sağlanması, insanların o alanda daha fazla rekreatif zaman geçirmesini sağlamaktadır (Stanners ve Bourdeau, 1995). İnsanların yeşil alan ve parklara erişiminin kolaylaştırılması halk sağlığı açısından da

oldukça önemlidir. Bu açıdan yaklaşıldığında planlanan bir yeşil alanın asıl amacına hizmet etmesi erişilebilir olmasıyla mümkündür. Erişilebilirlik, aynı zamanda yeşil alan ve parkların kullanım sıklığını da belirlemektedir (Cüce ve Ortaçşeme, 2020). Aynı zamanda erişilebilirlik ulaşım altyapısının kapasitesinden doğrudan etkilenmektedir. Ulaşım ağlarının yeşil alan ve parklara kolaylıkla erişimi sağlayıcı nitelikte olması / olmaması politik karar vericilerin kenti yönetsel açıdan ele alış tarzını yansıtmaktadır. Bu açıdan yaklaşıldığında kentlerde yerel yönetimler tarafından planlanan yeşil alan ve parkların sadece konumu, büyüklüğü, türü ve işlevi değil aynı zamanda erişilebilir olması / olmaması politik ekolojinin inceleme alanına girmektedir.

Erişilebilirlik kavramı için literatürde birçok tanım yapılmıştır. Hansen (1959), etkileşim için olanakların potansiyeli, Dalvi ve Martin (1976), belli bir arazi kullanım aktivitesine belli bir ulaşım aracıyla sağlanan kolaylık, Ben-Akiva ve Lerman (1979), ulaşım ve arazi kullanım sistemlerinden elde edilen fayda, Yılmaz (2012), tüm hak ve hizmetlere ulaşabilmek, şeklinde tanımlamıştır. 20/07/2013 tarihinde Resmi Gazete’de yayımlanan, 28713 sayılı “*Erişilebilirlik İzleme ve Denetleme Yönetmeliği*” erişilebilirliği, “*Binaların, açık alanların, ulaşım ve bilgilendirme hizmetleri ile bilgi ve iletişim teknolojisinin engelliler tarafından güvenli ve bağımsız olarak ulaşılabilir ve kullanılabilir olması*” olarak tanımlamıştır. Erişilebilirlik, her türlü mal ve hizmet ile insanların bir yerden başka bir yere kolaylıkla ulaşımı ya da ulaştırılması olarak tanımlanabilir.

Erişilebilirlik geçmişten günümüze birçok araştırmacı tarafından farklı ölçütler kullanılarak incelenmiştir (Gülhan, 2017). Geurs ve Van Eck (2001), erişilebilirlik ölçütlerini altyapı, aktivite ve fayda olmak üzere üç başlık altında ele almıştır. Geurs ve Van Eck (2001), aktivite esashi erişilebilirlik ölçütünü mesafe ölçütleri, izokronal ölçütler, potansiyel erişilebilirlik, ters dengeleme faktörleri ve konum zaman etkili ölçütler olmak üzere beş alt başlığa ayırmıştır. Bu çalışmanın erişilebilirlik ölçütü, aktivite esashi olup mesafe ölçütüne (500 metre) dayalı bir incelemedir. Mesafe ölçütleri, arazi kullanımı politikalarının belirlenmesi, belirli bir alana ve bölgeye ulaşım mesafesinin standart hale getirilmesi amacıyla coğrafi analizlerde kullanılmaktadır (Özuysal, 2010).

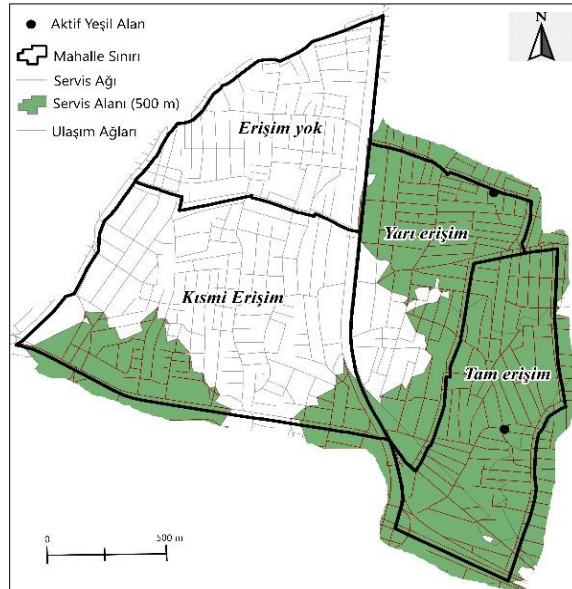
#### 4. Materyal ve Yöntem

Bursa şehrinde hâlihazırda faaliyette bulunan aktif yeşil alan ve parklara erişim düzeyini belirleyebilmek için mevcut ulaşım ağları ile aktif yeşil alanlar arasında 500 metreyi kapsayan servis ağları belirlenmiştir. Yeşil alan ve parklara erişimin sorgulandığı ulaşım ağları verisine “*Openstreetmap*” vasıtasıyla erişilmiştir. 2022 yılına ait olan ve otoyol, tali yol, cadde ve sokak bilgisini içeren veri seti, ArcGIS 10.8 programıyla tek katman halinde birleştirilmiş ve ulaşım ağları adını almıştır.

500 metrelik mesafenin belirlenmesinde Bursa Büyükşehir Belediyesi Park ve Bahçeler Daire Başkanlığı ile yapılan kişisel görüşme etkili olmuştur. Bursa Büyükşehir Belediyesi, insanların 500 metrelik mesafede herhangi bir aktif yeşil alan ve parklara erişimini öngörmektedir. Yeşil alan ve parklara erişimin politik etkisini belirleyebilmek adına Bursa Büyükşehir Belediyesi’nin öngördüğü 500 metrelik mesafe çalışma için oldukça önemlidir. Ayrıca 500 metrelik mesafe bir insanın 10 – 15 dakikalık yürüme mesafesini temsil etmesi açısından uygun bulunmuştur. Avrupa Çevre Ajansı da bu konuda insanların yeşil alan ve parklara 15 dakika yürüme mesafesinde erişim sağlamalarını tavsiye

etmektedir (Stanners ve Bourdeau, 1995). Ayrıca yeşil alan ve parkların kullanım sıklığının 300-400 metre mesafeden sonra azalması (Grahn ve Stigsdotter, 2003), 500 metre kriterinin seçilmesini etkilemiştir. Çalışma sahasının en küçük idari birimleri olan mahallelere ait veri seti Bursa Büyükşehir Belediyesi'nden temin edilmiştir.

Aktif yeşil alan ve parklara erişilebilirlik durumunu sorgulayan servis ağları için nokta (aktif yeşil alanlar) ve çizgi (ulaşım ağları) verileri kullanılarak ArcGIS 10.8 programında “*Network Analyst Tools > New Service Area*” yönergeleri izlenmiş ilçe ve mahalle bazlı haritalar oluşturulmuştur. 500 metrelik servis alanında erişim durumuna göre mahalle öznitelik tablosunda “*erişim*” adlı veri tabanında “*Tam erişim, Yarı erişim, Kısmi erişim ve Erişim yok*” şeklinde sınıflama işlemi yapılmıştır (Şekil 2). Ayrıca TÜİK 2022 yılı ADNKS nüfus verileri mahalle öznitelik tablosuna işlenmiştir. Güncel aktif yeşil alan ve parklar ile ulaşım ağlarının belirlenebilmesi için “*Openstreetmap*” verileri ve uydu görüntülerinden yararlanılmıştır.



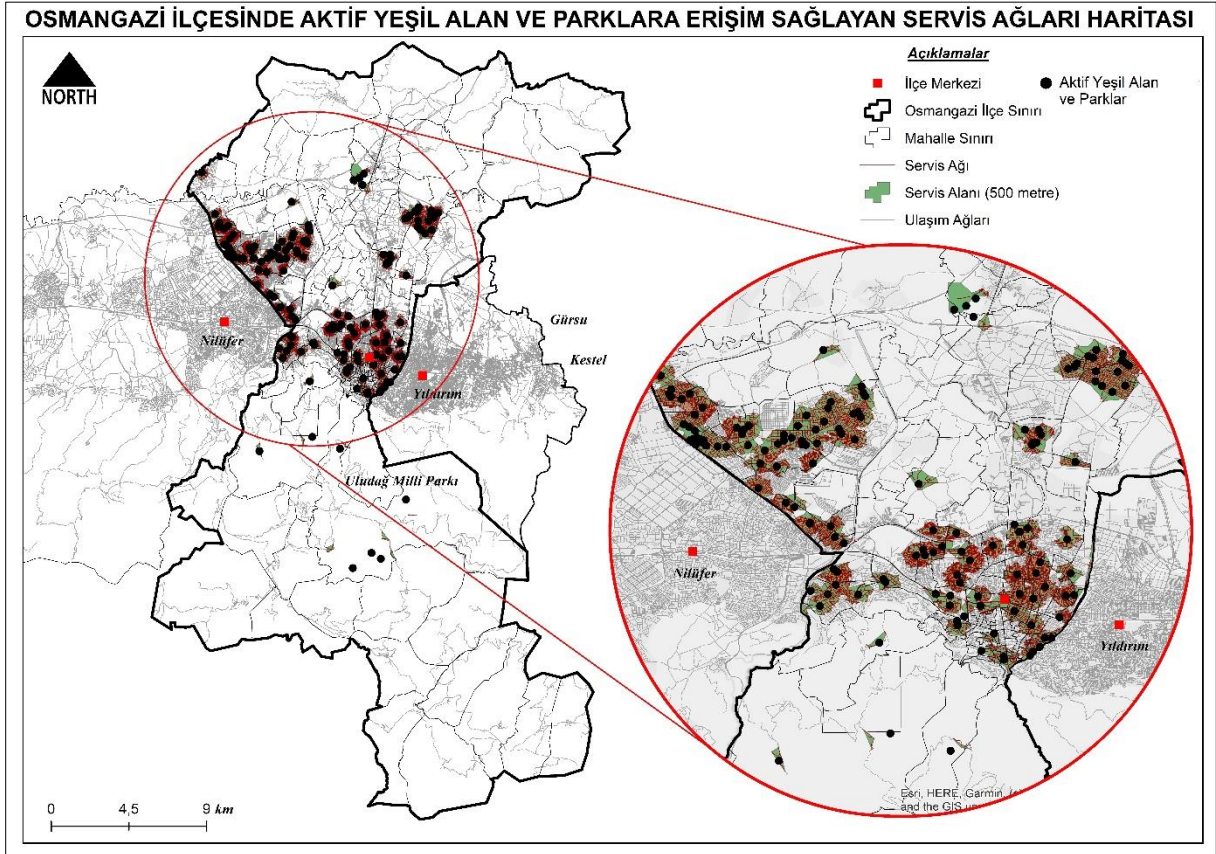
Şekil 2. Aktif yeşil alanların erişim durumunu gösteren sınıflama örneği

## 5. Bulgular

Osmangazi ilçesinde “*Openstreetmap*” ve uydu görüntüleri vasıtasıyla belirlenen aktif yeşil alan ve park sayısı 163'tür. Yapılan ağ analizi sonucunda, Osmangazi ilçesinde aktif yeşil alan ve parklara olan erişim durumu incelendiğinde; herhangi bir aktif yeşil alana tam erişim sağlayan mahalleler, Alipaşa, Kayhan, Ebu İshak, Ulu ve Bahar'dır. Bu mahallelerin toplam nüfusu ise 12.740'tır. İlçede aktif yeşil alan ve parklara tam erişim sağlayan mahalleler, ilçe nüfusunun %1'ine karşılık gelmektedir.

Osmangazi ilçesinde bulunan mahallelerin büyük çoğunluğu bir aktif yeşil alan ve parka yarı erişimlidir. İlçede aktif yeşil alan ve parklara yarı erişim sağlayan 53 mahalle bulunmaktadır. Bu mahalleler, Maksem, İbrahimpasha, Hocalizde, Pınarbaşı, Tahtakale, Alacamescit, Kavaklı, Osmangazi, Kocanaip, Yahşibey, Tayakadın, Hamzabey, Kiremitçi, Demirtaşpaşa, Hacı İlyas, Muradiye, Kırcaali, Sakarya, Çırpan, Namık Kemal, Santralgaraj, Gaziakdemir, Zafer, Koğukçınar, Selamet, Gülbahçe,

Atıcılar, Hüdavendigar, Kemerçeşme, Başaran, Kükürtlü, Yeşilova, Dikkaldırım, Alemdar, Çiftelavuzlar, Soğukkuyu, Fatih, Hürriyet, İstiklal, Yeni Karaman, Soğanlı, Veyselkarani, Altınova, Bağlarbaşı, Akpınar, Emek Zekai Gümüşiş, Yenibağlar, Hamitler, Emek Fatih Sultan Mehmet, Emek Adnan Menderes, Güneştepe, Yunuseli ve Geçit'tir (Şekil 3). İlçede aktif yeşil alan ve parklara yarı erişim sağlayan toplam nüfus 580.491'dir. İlçe nüfusunun %65'i herhangi bir aktif yeşil alan ve parka yarı erişim sağlamaktadır.



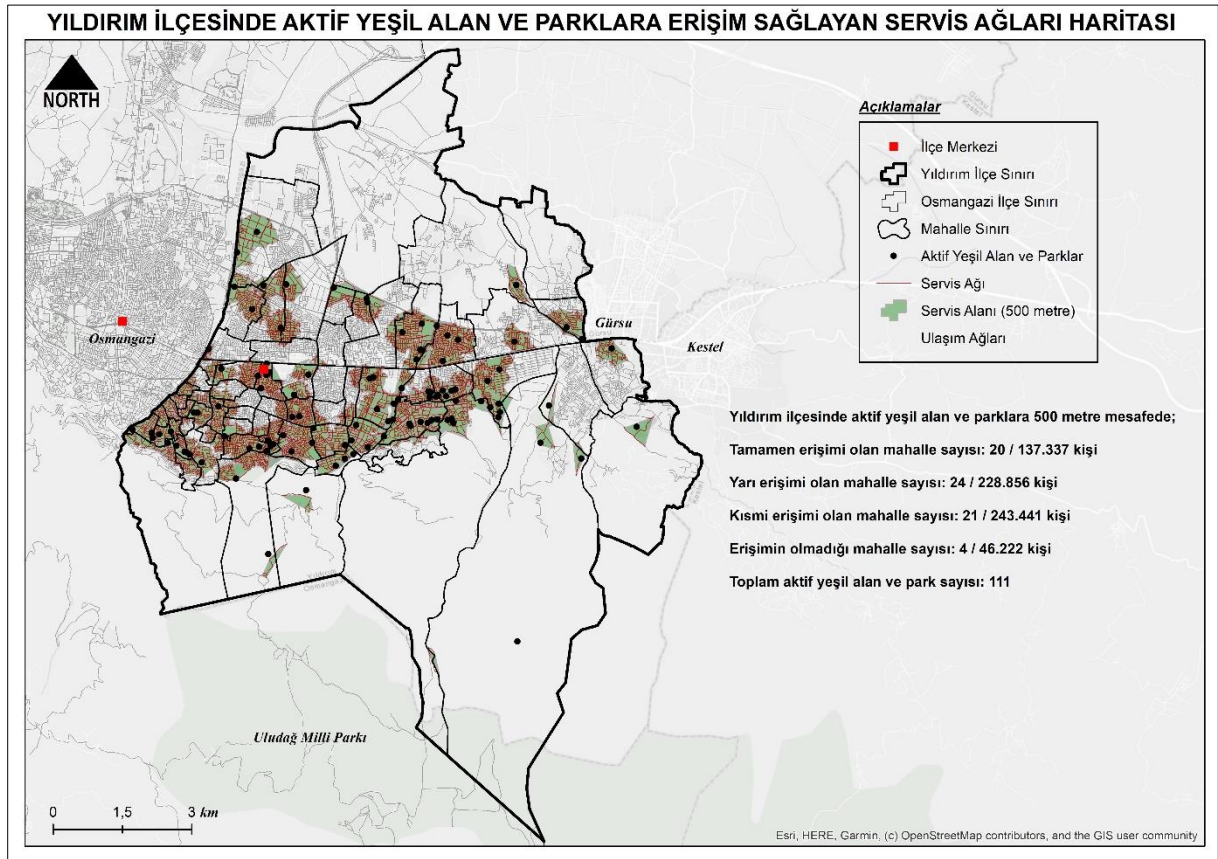
Şekil 3. Osmangazi ilçesinde aktif yeşil alan ve parklara erişim sağlayan servis ağları haritası

Osmangazi ilçesinde aktif yeşil alan ve parklara kısmi erişim sağlayan 33 mahalle bulunmaktadır. Bu mahalleler, Kirazlı, İvazpaşa, Mollagürani, Nalbantoğlu, Gökçeören, Alaaddin, Şhreküstü, Kuruçeşme, Elmasbahçeler, Selimiye, İntizam, İnkaya, Çekirge, Küplüpınar, Çirişhane, Sırameşeler, Küçükbalıklı, Adalet, Doğaneyler, Çukurca, Çeltik, Panayır, Demirtaş Cumhuriyet, Demirtaş Dumlupınar, Dereçavuş, Demirtaş Sakarya, Alaşar, Nilüferköy, Ovaakça, Çağlayan ve Yiğitali'dir (Şekil 3). Bu 33 mahallenin toplam nüfusu 229.269 kişidir (Çizelge 1). Osmangazi ilçesinde herhangi bir aktif yeşil alana kısmi erişim sağlayan mahalleler, ilçe nüfusunun %26'sını oluşturmaktadır. Bu mahalleler kendi sınırları içerisinde bulunan bir aktif yeşil alana erişim sağlayabileceği gibi komşu mahallelerde bulunan başka bir aktif yeşil alanının da servis ağına katılabilir. Bu kural aynı şekilde bir aktif yeşil alana yarı erişime sahip başka bir mahalle için de geçerlidir. Osmangazi ilçesinin kuzeyi ve güneyinde bulunan ve 2012 yılı öncesinde köy statüsünde bulunan mahallelerde aktif yeşil alan ve parklara erişim yoktur. İlçede 46 mahallenin aktif yeşil alan ve parklara

erişimi bulunmamaktadır. 46 mahallenin 2022 yılı nüfusu 68.750 iken bu nüfus, Osmangazi ilçesinin %8'ine karşılık gelmektedir.

Yıldırım ilçesinde tespit edilen aktif yeşil alan ve park sayısı 111'dir. İlçede aktif yeşil alan ve parklara tam erişimi olan 20 mahalle bulunmaktadır. Bu mahalleler, Kaplıkaya, Yeni, Zümrütevler, Umurbey, Ertuğrulgazi, Namazgâh, Değirmenlikızık, Karaağaç, Siteler, Maltepe, Kurtoğlu, Emirsultan, Hocataşkın, Yeşil, Davutkadı, Meydancık, Eğitim, Bağlaraltı, Selimzade ve Beyazıt'tır. Bu mahallelerin 2022 yılı toplam nüfusu 137.337'dir (Çizelge 1). Tam erişime sahip mahalleler, ilçe nüfusunun %21'ini oluşturmaktadır.

Yıldırım ilçesinde aktif yeşil alan ve parklara yarı erişim sağlayan 24 mahalle mevcuttur. Bu mahalleler, Teferrüç, Piremir, Musababa, Karamazak, Sıracevizler, Yeşilyayla, Hacı Seyfettin, Sinandede, Mimarsinan, Güllük, Erikli, 152 Evler, Şükranıye, Davutdede, Esenevler, Yiğitler, Balaban, Hacivat, Ulus, Demetevler, Vatan, Mevlâna, Çınarönü ve Kâzımkarabekir'dir (Şekil 4). Bu mahallelerin 2022 yılı toplam nüfusu 228.856'dır (Çizelge 1). Aktif yeşil alan ve parklara yarı erişim sağlayan mahalleler, ilçe nüfusunun %35'ine karşılık gelmektedir.



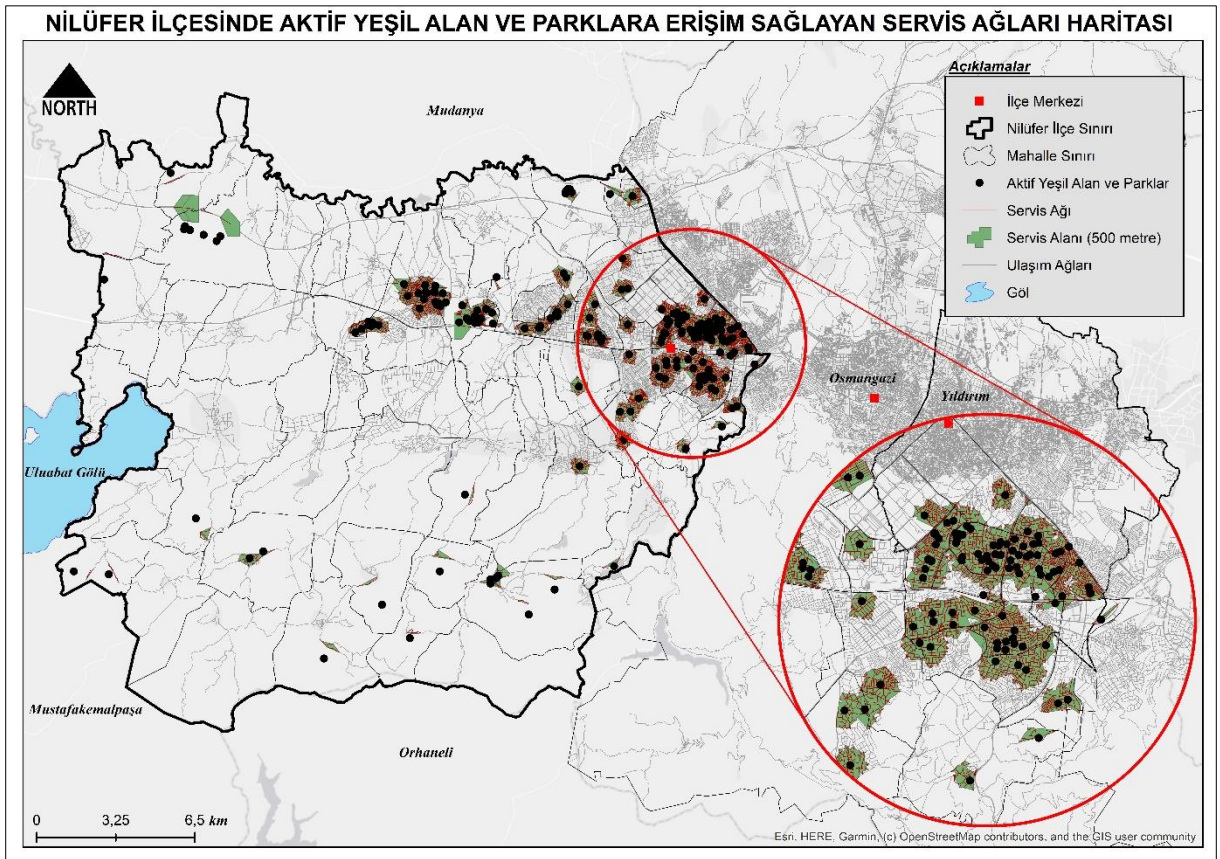
Şekil 4. Yıldırım ilçesinde aktif yeşil alan ve parklara erişim sağlayan servis ağları haritası

Yıldırım ilçesinde aktif yeşil alan ve parklar kısmi erişim sağlayan 21 mahalle bulunmaktadır. Kısmi erişime sahip mahalleler, Akçağlayan, Mollaarap, Fidyekızık, Yediselviler, Baruthane, Selçukbey, Mehmet Akif Ersoy, 75. Yıl, Hamamlıkızık, Yıldırım, Cumalıkızık, Duaçınarı, Değirmenönü, Anadolu, Karapınar, Şirinevler, Arabayatağı, Yunusemre, Millet, Vakıf ve Zeyniler

mahalleleridir. 21 mahallenin toplam nüfusu ise 243.441'dir (Çizelge 1). Aktif yeşil alan ve parklara kısmi erişimi olan mahalleler, ilçe nüfusunun %37'sini oluşturmaktadır.

Yıldırım ilçesinde aktif yeşil alan ve parklara erişimi olmayan Ortabağlar, Yavuzselim, İsabey ve Samanlı olmak üzere 4 mahalle bulunmaktadır. Bu 4 mahallenin 2022 yılı toplam nüfusu, 46.222'dir (Çizelge 1). İlçe nüfusunun %7'sinin herhangi bir aktif yeşil alana erişimi bulunmamaktadır.

Nilüfer ilçesinde “Openstreetmap” ve güncel uydu görüntüleri yardımıyla tespit edilen aktif yeşil alan ve park sayısı 203'tür. İlçede aktif yeşil alan ve parka tam erişim sağlayan 4 mahalle bulunmaktadır. Bu mahalleler, Karaman, Cumhuriyet, Ataevler ve Yüzüncüyıl'dır (Şekil 5). Tam erişime sahip olan bu mahallerin toplam nüfusu 62.730 iken bu mahalleler ilçe nüfusunun %12'sini oluşturmaktadır (Çizelge 1).



**Şekil 5.** Nilüfer ilçesinde aktif yeşil alan ve parklara erişim sağlayan servis ağları haritası

Nilüfer ilçesinde aktif yeşil alan ve parklara yarı erişim sağlayan 12 mahalle mevcuttur. Yarı erişime sahip mahalleler, Çamlıca, Kültür, Konak, Beşevler, Barış, İhsaniye, Ertuğrul, Esentepe, Dumlupınar, Altınşehir, Ahmet Yesevi ve 23 Nisan'dır. İlçede herhangi bir aktif yeşil alan ve parka yarı erişime sahip olan mahallelerin toplam nüfusu 221.985'tir (Çizelge 1). Yarı erişime sahip 12 mahallenin toplam nüfusu, ilçe nüfusunun %41'ini meydana getirmektedir.

Nilüfer ilçesinde aktif bir yeşil alan ve parklara kısmi erişime sahip 29 mahalle bulunmaktadır. Kısmi erişime sahip mahalleler, Üçpınar, Güngören, Atlas, İnegazi, Ayvaköy, Kuruçeşme, Maksempınar, Dağyenice, Demirci, Gümüştepe, Akçalar, Tahtalı, Çalı, Odunluk, Üçevler, Alaaddinbey,

Işıktepe, Fethiye, Minareliçavuş, Özlüce, Görükle, Doğan köy, Balat, Konaklı, Çaylı, Balkan, Kurtuluş, 29 Ekim ve 19 Mayıs'tır. Aktif yeşil alan ve parklara kısmi erişime sahip mahallelerin toplam nüfusu ise 214.956'dır (Çizelge 1). İlçede aktif yeşil alan ve parklara kısmi erişime sahip mahallerin toplam nüfusu, ilçe nüfusunun %40'ını oluşturmaktadır.

Nilüfer ilçesinde herhangi bir aktif yeşil alan ve parka erişimi olmayan 19 mahalle bulunmaktadır. Bu mahalleler, Kadriye, Korubaşı, Unçukuru, Fadıllı, Gölyazı, Kayapa, Kızılcıklı, Hasanağa, Yaylacık, Ürünlü, Başköy, Karacaoba, Çatalağıl, Gökçe, İrfaniye, Büyükbalklı, Yolçatı, Badırğa ve 30 Ağustos Zafer'dir. Nilüfer'de aktif yeşil alanlara erişim sağlayamayan kişi sayısı 36.694'tür (Çizelge 1). Aktif yeşil alanlara erişimi olmayan toplam nüfus, ilçe nüfusunun %7'sini oluşturmaktadır.

Çalışma sahasında ağ analizi sonucunda ortaya çıkan bulgulara göre erişilebilirlik durumu, ilçeler arasında karşılaştırıldığında Yıldırım, aktif yeşil alan ve parklara erişimin daha mümkün olduğu ilçedir. Yıldırım ilçesinde aktif yeşil alan ve parkların birbirine göre konumlarının yakın olması ve birbirini tamamlayıcı yönde ekolojik ağ özelliği sunması erişilebilirliği artırmıştır. Yıldırım ilçesinde batıdan doğuya doğru uzanan aks üzerinde Karaağaç, Umurbey, Yeni, Kurtoğlu, Selimzade, Meydancık, Hocataşkın, Yeşil, Emirsultan, Davutkadı, Namazgâh, Zümrütevler, Maltepe, Beyazıt, Değirmenlikızık, Ertuğrulgazi, Siteler, Bağlaraltı, Eğitim ve Kaplıkaya mahalleleri erişilebilirlik açısından iyi durumdadır. Osmangazi ilçesinde aktif yeşil alan ve parkların dağınık, öbekler halinde olması erişilebilirliği kısıtlamıştır. Ayrıca Osmangazi ilçe merkezinin tarihi yapısından dolayı yeşil alan ve park yapımının kısıtlı olması erişilebilirliği bütüncül olmasını engellemiştir. Osmangazi ilçesinin kuzeyinde yeni yerleşime açılmış Demirtaş Cumhuriyet, Demirtaş Sakarya ve Demirtaş Dumlupınar mahallelerinde sanayileşmenin etkisiyle çarpık yapılaşmanın artması aktif yeşil alan ve parkların sınırlı kalmasına neden olmuştur. Nilüfer ilçesinin Osmangazi ve Yıldırım ilçelerine göre daha geç yerleşime açılması ve 1960'lı yıllardaki göç dalgasını karşılamaması günümüzde daha planlı olmasını sağlamıştır. Bu durum aktif yeşil alan ve parkların konumları, alansal büyüklükleri, erişilebilirliği ve kişi başına düşen yeşil alan miktarının istenilen düzeyde olmasını kolaylaştırmıştır. Ancak hâlihazırda mevcut yeşil alan ve parklara tam erişilebilirlik anlamında ulaşım problemleri bulunmaktadır. Nilüfer ilçesinin yoğun nüfuslu olduğu doğu kesiminde Yüzüncüyıl, Cumhuriyet, Karaman, Beşevler, Ataevler, Barış ve İhsaniye gibi mahallelerde aktif yeşil alan ve parklara erişilebilirlik düzeyi iyi durumdadır.

Bursa şehrinde (Osmangazi, Yıldırım ve Nilüfer ilçeleri) insanların rekreasyon ihtiyacını karşılayacak aktif yeşil alan ve parkların dağılımında eşitsizlikler görülmektedir. Bu mekânsal eşitsizlik insanların aktif yeşil alan ve parklara erişimini kısıtlı hale getirmiştir. Çalışma sahasındaki ilçeleri aktif yeşil alan ve parklara erişim durumunu mahalle nüfusu bazında karşılaştırdığımızda, en fazla tam erişime sahip ilçe 137.337 nüfus ile Yıldırım ilçesidir. Yıldırım ilçesini, 62.730 kişi ile Nilüfer, 12.740 nüfus ile Osmangazi, takip etmektedir. Yarı erişim durumuna bakıldığında en fazla erişim 580.491 kişi ile Osmangazi ilçesinde iken, Yıldırım ilçesinde 228.856 kişi, Nilüfer ilçesinde ise 221.985 kişidir. En fazla kısmi erişime sahip olan ilçe, 243.441 kişi Yıldırım ilçesidir. Yıldırım ilçesini, 229.269 kişi ile Osmangazi ve 214.956 kişi ile Nilüfer ilçesi takip etmektedir. Aktif yeşil alan ve parklara en fazla erişimi olmayan ilçe 68.750 kişi ile Osmangazi'dir. Osmangazi ilçesini, 46.222 kişi ile Yıldırım, 36.694 kişi ile de Nilüfer ilçesi takip etmektedir (Çizelge 1). Çalışma sahasında ikamet eden kişilerin aktif yeşil



alanlara erişimi, en fazla 1.031.332 kişi ile “*yarı erişim*” şeklindedir. Yarı erişim durumunu, 687.666 kişi ile “*kısmi erişim*”, 212.807 kişi ile “*tam erişim*” ve 151.666 kişi ile “*erişim yok*” sınıflaması takip etmiştir.

**Çizelge 1.** Aktif yeşil alanlara erişim durumunun ilçe nüfuslarına göre gösterimi

İlçeler	Tam erişim	Yarı erişim	Kısmi erişim	Erişim yok	İlçe nüfusu
Osmangazi	12.740	580.491	229.269	68.750	891.250
Yıldırım	137.337	228.856	243.441	46.222	655.856
Nilüfer	62.730	221.985	214.956	36.694	536.365
Toplam	212.807	1.031.332	687.666	151.666	2.083.471

**Kaynak:** TÜİK, 2022 Nüfus İstatistikleri

Çalışma sahasında aktif yeşil alan ve parklara erişim durumu mahalle sayıları ile karşılaştırıldığında, en fazla tam erişim sağlayan ilçe, 20 mahalle ile Yıldırım’dır. Yıldırım ilçesini, 5 mahalle ile Osmangazi ve 4 mahalle ile de Nilüfer ilçesi izlemiştir. Yarı erişim durumuna göre ilçeler karşılaştırıldığında en fazla erişim 53 mahalle ile Osmangazi ilçesindeyken, onu 24 mahalle ile Yıldırım ve 12 mahalle ile Nilüfer ilçesi takip etmiştir. En fazla kısmi erişime sahip ilçe 33 mahalle ile Osmangazi’dir. Osmangazi ilçesini, 29 mahalle ile Nilüfer ve 21 mahalle ile Yıldırım ilçesi izlemektedir. Çalışma sahasında herhangi bir aktif yeşil alan ve parka erişimi olmayan mahalle sayıları karşılaştırıldığında, en fazla erişimi olmayan ilçe 46 mahalle ile Osmangazi’dir. Osmangazi ilçesini, 19 mahalle ile Nilüfer, 4 mahalle ile de Yıldırım ilçesi takip etmiştir (Çizelge 2). Çalışma sahasında mahalle bazında yapılan sınıflamaya göre en fazla erişim durumu, 88 mahalle ile “*yarı erişim*” şeklindedir. Onu 83 mahalle ile “*kısmi erişim*”, 69 mahalle ile “*erişim yok*” ve 29 mahalle ile “*tam erişim*” sınıflaması izlemiştir. Tam erişime sahip mahalle sayısı, çalışma sahasının geneli ile karşılaştırıldığında oldukça az sayıdadır.

Aktif yeşil alan sayısının erişilebilirliğe etkisi değerlendirildiğinde çalışma sahasında nicelikten ziyade nitelik ve ulaşım ağı planlama eksikliğinin ön plana çıktığı görülmüştür. Çalışma sahasında 111 aktif yeşil alan ve park ile Yıldırım ilçesi en az sayıya sahip olmasına rağmen tam erişim üzerinden değerlendirildiğinde en fazla erişilebilirlik sağlayan ilçe olmuştur. Nilüfer ilçesi 203 aktif yeşil alan ve parka sahip olmasına rağmen tam erişim açısından en az erişilebilirlik sunmuştur. Osmangazi ilçesi 163 aktif yeşil alan ile sayı ve erişilebilirlik durumu açısından Nilüfer ilçesini takip etmiştir (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** Aktif yeşil alanlara erişim durumunun mahalle sayılarına göre gösterimi

İlçeler	Tam erişim	Yarı erişim	Kısmi erişim	Erişim yok	Aktif yeşil alan sayısı
Osmangazi	5 mahalle	53 mahalle	33 mahalle	46 mahalle	163
Yıldırım	20 mahalle	24 mahalle	21 mahalle	4 mahalle	111
Nilüfer	4 mahalle	12 mahalle	29 mahalle	19 mahalle	203
Toplam	29 mahalle	89 mahalle	83 mahalle	69 mahalle	477

## **6. Tartışma ve Sonuç**

Şehirlerde doğal oluşuma sahip olan, yeşil alan ilan edilen ya da insan eliyle oluşturulmuş tüm aktif yeşil alan ve parkların işlevleri, temelde şehirde yaşayan insanların rekreasyon ihtiyaçlarına cevap verme üzerine kuruludur. Aktif yeşil alanlar sadece insanlara değil, kentte yaşamını sürdüren diğer canlıların da istifade edebileceği nitelikte ve nicelikte olmalıdır. Günümüzde erişilebilir olmama durumu kentsel yeşil alan ve parkların en büyük problemlerinden biridir. Yeşil sıfatını adının önüne alan Bursa şehirde, şehir merkezinde bulunan büyük parklar (Reşat Oyal Kültür Parkı ve Merinos Parkı) hariç aktif yeşil alan ve parklara erişimin oldukça kısıtlı olduğu gözlenmiştir.

Kentlerde yeşil alan ve parklar için yer tahsisi, konumsal özellikleri, peyzaj düzenlemesi, projelendirilmesi ve alansal büyüklüğü üzerinde yerel yönetimlerin etkisi vardır. Politik kararlar ekseninde hayata geçirilen yeşil alan ve park projeleri bu yönüyle politik ekolojinin inceleme alanına girmektedir. Bursa şehirde insanların ihtiyacına cevap verebilecek ve erişilebilirliği mümkün kılacak aktif yeşil alan ve parkların planlanması yerine nitelikli arazilerin süratle yerleşime açılması, arazi kullanım biçiminin konut alanları lehine artmasına neden olmuştur. Bu açıdan değerlendirildiğinde kentsel mekânda aktif yeşil alan ve parkların halkın hizmetine sunulması yerel yönetimlerin görevi olması dolayısıyla politiklik arz etmektedir. Çalışma sonucunda hâlihazırda kullanıma açık olan yeşil alan ve parklarda yönetsel planlama eksikliğinin erişilebilirliği kısıtlı hale getirdiği görülmüştür.

Çalışma sahasında bazı mahallelerin herhangi bir aktif yeşil alan ve parka tam erişimi bulunurken, bazı mahallerin ise hiçbir şekilde bir yeşil alan ve parka erişim sağlayamaması sonuç olarak mekânsal adaletsizliği görünür kılmaktadır. Bursa şehirde bir aktif yeşil alan ve parka 500 metrelik yürüme mesafesinde erişim noktasında eksiklikler yerel yönetimler eliyle planlama ile giderilebilir. Bu bağlamda yürüme mesafesinde aktif yeşil alan ve parklara erişimi olmayan mahallelere öncelik vermek kaydıyla geniş alanlı yeşil alanlar oluşturulmalıdır. Bu konuda hâlihazırda kentsel dönüşüm uygulanan mahallelerde örnek uygulamalar yapılabilir.

Çalışma sahasında yapılan ağ analizi, konum itibariyle birbirlerine sınır oluşturan ilçelerin yeşil alan ve parklara erişilebilirlik açısından farklı mekânsal profiller sunduğunu göstermiştir. Bursa şehrini paylaşan insanların aynı kentsel mekândan farklı ölçülerde yararlanması ve hizmet alması durumu mekânsal adaletsizliğe neden olmuştur. Bu mekânsal adaletsizliğin arka planında ise konut arz ve talebini artıran yayılmacı kentleşmeyi, vahşi sanayileşmeyi ve hızlı nüfus artışını bir araya getiren yanlış politik kararların etkisi bulunmaktadır.

Bursa şehirde nüfusun rekreasyon ihtiyacını karşılayan ve hâlihazırda kullanılan aktif yeşil alanlarının niteliksel (erişilebilirlik, güvenlik, bitki tür ve çeşitliliği, donatı alanları vb.) ve niceliksel (yoğunluk, sayı, kişi başına düşen yeşil alan miktarı) sorunları bulunmaktadır. Şehir içinde kaynağını Uludağ'dan alarak ovaya doğru akış gösteren akarsu taraçalarının sıklıkla aktif yeşil alan ve parka dönüştürülmesi yerine Bursa Ovası'nda kentsel yayılımı doğal bir set olarak engelleyerek tampon bölge oluşturacak (Bursa Botanik Parkı gibi) aktif yeşil alan ve parkların planlanmasına öncelik verilmelidir.

Bursa şehrinin 1960'lı yıllardan itibaren yoğun göç alması öncelikle dağ eteği ovasında kurulan Osmangazi ve Yıldırım ilçelerinin Bursa Ovası'na doğru yayılmasına neden olmuştur. Göçle gelen

nüfusun konut ihtiyacına paralel olarak imar planlarının düzenlenmesi, yeşil alan ve parklara yönelik (kent merkezindeki büyük parklar hariç) çalışmaların ikinci plana atılmasına neden olmuştur. 1980’li yıllardan itibaren ise Nilüfer ilçesinin özellikle doğu kesiminde (hızlı kentleşme, sanayileşme ve ilçe statüsünün kazanılmasıyla birlikte) nüfusun kademeli göçlerle artış göstermesi, yeşil alan ve parkların öncelikle planlanamamasına neden olmuştur. Bu açıdan değerlendirildiğinde Bursa şehrinde günümüzde yeşil alan ve parklara erişimin kısıtlı olması geçmişte verilen yanlış politik kararların ve plansızlığın ürünüdür. Günümüzde ise yanlış kentsel dönüşüm politikaları, imar planlarının sıklıkla değiştirilmesi, yetersiz ulaşım altyapısı, niteliksiz yeşil alan ve parkların hayata geçirilmesi erişilebilirlik için sorunların devam etmesine neden olmaktadır.

Bu çalışma mahalle bazında erişilebilirliği “*Tam Erişim, Yarı Erişim, Kısmi Erişim ve Erişim Yok*” şeklinde ele alarak literatüre ve bu konuda çalışmak isteyen bilim insanlarına farklı bir yaklaşım sunacaktır. Ayrıca kentsel mekânda dağılışı gösteren aktif yeşil alan ve parklar, coğrafya biliminin prensiplerinden olan karşılaştırma ilkesi bağlamında hem ilçe hem de mahalle bazında çok yönlü (erişilebilirlik, nüfus, mahalle sayısı) incelenebilecektir. Aktif yeşil alan ve parklara erişimin kısıtlı olması aynı zamanda ulaşım ağlarının yetersizliğini göstermesi açısından da yerel yönetimlere planlama fikirleri sunacaktır.



## Investigation of Access to Active Green Areas and Parks in Terms of Political Ecology: The Case of Bursa City

Muammer Çakır\*<sup>a</sup>, Barış Taş<sup>b</sup>

Submitted: 14.04.2023

Accepted: 06.10.2023

### EXTENDED ABSTRACT

#### 1. Introduction

Urban green areas and parks are urban spaces formed by natural processes or semi-naturally created by human hands, establishing a connection between the city and nature (Bilgili and Gökkyer, 2012). While green areas and parks, which are forms of urban land use, meet people's recreation needs, local political decisions are effective on the land allocation, project design, areal size and accessibility of these areas. From this perspective, administrative influence turns urban green areas and parks into a political tool. The shaping and regulation of urban green areas and parks by political decisions falls within the scope of the discipline of political ecology. Political ecology can be briefly defined as the explanation of events, facts and situations that arise from the interaction between humans and the natural environment, based on a political basis (Arı, 2017; Çakır et al., 2020; Roussopoulos, 2017). The fact that environmental problems are more common in cities today has brought the urban political ecology approach, which is a sub-branch of political ecology, to the fore. Urban political ecology rejects distinctions such as city-nature, rural-urban, and defends the view that the spaces where cities are located are also within nature and should be accepted as nature (Akbulut and Candan, 2014; Bilbil, 2019; Bryant and Bailey, 1997; Heynen, 2014; Özberk, 2017).

Green areas and parks that meet people's needs for rest, entertainment and recreation in cities have qualitative and quantitative problems. While the main qualitative problem is accessibility, quantitative problems are related to the amount of green space per person. When the literature is examined, there are studies (Gül and Küçük, 2001; Keloğlu and Karabacak, 2020; Menteşe, 2019) on both problems, but this study looks at accessibility to active green areas and parks. When studies on accessibility to active green areas and parks in cities are examined, it is possible to see different approaches. Heynen et al., (2006); Huang et al., (2023), spatial justice and equality, Yenice (2012), accessibility of children's playgrounds, neighborhood parks and sports facility areas, Gökkyer and Bilgili (2014), active green space size and accessibility, Demir et al., (2015); Gerçek and Güven (2017);

\* **Corresponding Author:** muammer.ts@gmail.com

<sup>a</sup> Çankırı Karatekin University, Institute of Social Sciences, Çankırı/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-8613-4178>

<sup>b</sup> Çankırı Karatekin University, Institute of Social Sciences, Department of Geography, Çankırı/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-7469-9948>

Adıgüzel and Doğan (2020); Cüce and Ortaçşme (2020), studied distance-oriented accessibility analysis.

In cities with metropolitan municipality status in Turkey, the gradual growth of residential areas due to the increasing population since the 1950s has caused the green areas and parks to shrink in area. The spatial decrease in green areas and parks in metropolitan cities has hindered accessibility. One of the cities mentioned is Bursa. While the city of Bursa (Osmangazi, Yıldırım and Nilüfer districts) has received intense immigration along with industrialization since the 1960s, creating a need for shelter, the active green areas and parks in the city have been interrupted and replaced by residential areas. While the naturally occurring or man-made green areas and parks in the city of Bursa had an integrated appearance in the past, today they present a scattered, disconnected, clustered appearance. This situation negatively affects accessibility. The aim of this study is to analyze and compare the accessibility levels of active green areas in the city of Bursa, which has a population of more than 2 million as of 2022, on a district basis.

## **2. Conceptual Framework**

The study has two basic concepts. The first of these is urban green space and the second is accessibility. The concept of urban green space, in terms of indicating a green area or a settlement, is defined as naturally formed national parks, forests and shrubs that are outside the built areas in cities and have a more or less certain vegetation, and human-made recreational spaces in the city and outside the city. definable (World Health Organization, WHO, 2017). The common view used in urban green area definitions is that green areas are also open areas and are covered with plants (woody and herbaceous plants) (Gül and Küçük, 2001; Önder and Polat, 2012; Sevgi, 2020). When viewed from a geographical perspective, green areas and parks are considered as one of the land use elements associated with the city within and around the city. Green areas and parks, whether naturally occurring or created by man, are urban spaces that meet the recreation needs of people living in cities and ensure ecological sustainability by improving the biological, climatological and hydrological elements of the city (Bowler et al., 2010; Çilek, 2021; Saebo et al., 2012; Tokuş, 2012; Zhang et al., 2012).

Many definitions have been made for the concept of accessibility in the literature. Hansen (1959), the potential of opportunities for interaction, Dalvi and Martin (1976), the convenience provided by a certain means of transportation to a certain land use activity, Ben-Akiva and Lerman (1979), the benefits obtained from transportation and land use systems, Yılmaz (2012), is defined as having access to all rights and services. Easy access to urban green areas and parks allows people to spend more time in those areas (Cüce and Ortaçşme, 2020; Stanners and Bourdeau, 1995).

## **3. Material and Method**

Distance and time criteria are very important in accessing urban green areas and parks. Although different time and distance criteria are used at different scales in the field to be studied, in this study, accessibility to active green areas and parks was determined as 500 meters to represent a person's 10-15 minute walking distance. The European Environment Agency also recommends that people have access to green areas and parks within a 15-minute walking distance (Stanners and Bourdeau, 1995). In addition, Bursa Metropolitan Municipality foresees that people have access to any active green areas

and parks within a distance of 500 meters. Current transportation network data, which questions access to green areas and parks, was provided from “*Openstreetmap*”. The data set, which includes highway, secondary road, avenue and street information, was turned into a single layer in the ArcGIS 10.8 program.

For service networks that inquire about the accessibility of active green areas and parks, district and neighborhood based maps were created using point (active green areas) and line (transportation networks) data in the ArcGIS 10.8 program, following the “*Network Analyst Tools > New Service Area*” instructions. As a result of the network analysis performed in the ArcGIS 10.8 program, classes such as “*Full access, Semi-access, Partial access and No-access*” were created in the access database. Neighborhood population data for 2022 was also added according to the 4 access classes created.

#### **4. Findings**

The number of active green areas and parks in the study area, determined through Openstreetmap and satellite images, is 477. When considered on a district basis, there are 163 active green areas and parks in Osmangazi district, 111 in Yıldırım district and 203 in Nilüfer district. As a result of the network analysis, 20 neighborhoods (137.337 people) in Yıldırım district, 5 neighborhoods (12.740 people) in Osmangazi district and 4 neighborhoods (62.730 people) in Nilüfer district have full access to an active green area and park. When the districts are compared according to semi-access status, the highest access is in Osmangazi district with 53 neighborhoods (580.491 people), followed by Yıldırım with 24 neighborhoods (228.856 people) and Nilüfer district with 12 neighborhoods (221.985 people). The district with the most partial access is Osmangazi with 33 neighborhoods (229.269 people). Osmangazi district is followed by Nilüfer district with 29 neighborhoods (214.956 people) and Yıldırım district with 21 neighborhoods (243.441 people). When the number of neighborhoods without access to any active green areas and parks in the study area is compared, the district with the most access is Osmangazi with 46 neighborhoods (891.250 people). Osmangazi district was followed by Nilüfer with 19 neighborhoods (36.694 people) and Yıldırım district with 4 neighborhoods (46.222 people).

Considering the overall study area, there is full access to active green areas and parks in 29 neighbourhoods (212.807 people), semi-access in 89 neighbourhoods (1.031.332 people), partial access in 83 neighbourhoods (687.666 people), and no-access in 69 neighbourhoods (151.666 people). While the accessibility to green areas and parks in the study area is at most semi-access (89 neighborhoods), the least access is full access (29 neighborhoods).

#### **5. Discussion and Conclusion**

Accessibility is one of the most important qualities that urban green areas and parks should have. Political decision makers have an influence on the planning of urban green areas, land allocation, environmental layout, areal size and locational characteristics. When evaluated from this perspective, it is a fact that local governments have a say in determining the urban land use status of green areas and parks. As a result of the analysis, it was concluded that access to active green areas and parks in Bursa, a city identified with green, is quite limited.

The most important factor restricting access to active green areas and parks in the city of Bursa is the need for housing due to the wave of migration brought by industrialization since the 1960s. In order to meet the increasing housing need, qualified lands have been opened to settlement due to wrong political decisions, causing active green areas and parks to be relegated to the background. The limited access to active green areas and parks in the city of Bursa is the product of wrong political decisions and lack of planning in the past. Today, wrong urban transformation policies, frequent changes in zoning plans, inadequate transportation infrastructure, and the implementation of unqualified green areas and parks cause accessibility problems to continue.

The network analysis conducted in the city of Bursa revealed that the districts that border each other in terms of location offer different spatial profiles in terms of accessibility to green areas and parks. The fact that people sharing the city of Bursa benefit from the same urban space to different extents has caused spatial injustice. In order to eliminate spatial injustice and increase accessibility, urban transformation applications in neighborhoods that do not have access to any active green areas and parks should prioritize access to green areas and parks within 500 meters.

This study will offer a different approach to the literature and scientists who want to work on this subject by considering accessibility on a neighborhood basis as “*Full Access, Semi-Access, Partial Access and No-Access*”. In addition, active green areas and parks distributed in urban space can be examined from multiple perspectives (accessibility, population, number of neighborhoods) both on a district and neighborhood basis, in the context of the principle of comparison, which is one of the principles of geography science. Limited access to active green areas and parks will also provide planning ideas to local governments in terms of showing the inadequacy of transportation networks.

### Referanslar/References

- Adıgüzel, F., Doğan, M. (2020). Analysis of sufficiency and accessibility of active green areas in Çukurova. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 6 (2), 95-106. <https://dergipark.org.tr/en/pub/kastamonujes/issue/58573/826508> adresinden edinilmiştir.
- Akbulut, B., Candan, B. A. (2014). Bir İki Ağacın Ötesinde: İstanbul'a Politik Ekoloji Çerçevesinden Bakmak. A. Bartu Candan ve C. Özbay (Haz.), *Yeni İstanbul Çalışmaları Sınırlar, Mücadeleler, Açılımlar* içinde (283-300). İstanbul: Metis Yayınları.
- Akkemik, Ü., Alp, M. A., Sevgi, O., Ekşi, M. (2021). Kentsel yeşil alan hesaplamasında kullanılan bazı terimler üzerine kısa bir değerlendirme ve öneriler. *Avrasya Terim Dergisi*, 3 (1), 51-58. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2022029> adresinden edinilmiştir.
- Arı, Y. (2017). Çevresel determinizmden politik ekolojiye: son 100 yılda Dünya’da ve Türkiye’de insan-çevre coğrafyasındaki yaklaşımlar. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 22 (37), 1-34. doi:10.17295/ataunidcd.269463
- Ben-Akiva, M., Lerman, S. R. (1979). Disaggregate Travel and Mobility Choice Models and Measures of Accessibility. David A. Hensher, Peter, R. Stopher (Ed.), *Behavioural Travel Modelling* içinde (654-679). London: Routledge.
- Bilbil, T. E. (2019). Kentsel politik ekoloji literatürü içerisindeki tartışmalar: milieu fikri bir çözüm olabilir mi?. *İdealkent Dergisi*, 28 (10), 1130-1157. doi: 10.31198/idealkent.590588
- Bilgili, B. C., Gökkyer, E. (2012). Urban Green Space System Planning. Murat Özyavuz (Ed.), *Landscape Planning* içinde (107-122). Intech, 13.10.2022 tarihinde <http://www.intechopen.com/books/landscape-planning/urban-green-space-system-planning> adresinden edinilmiştir.
- Bowler, D. E., Buyung-Ali, L., Knight, T. M., Pullin, A. S. (2010). Urban greening to cooltowns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape Urban Planning*, 97, 147-155. doi:10.1016/j.landurbplan.2010.05.006
- Bryant, R. L. ve Bailey, S. (1997). *Third World Political Ecology*. London: Routledge.

- Byrne, J. A., Sipe, N. (2010). Green and open space planning for urban consolidation – A review of the literature and best practice. Urban Research Program. Griffith University. 14.02.2023 tarihinde <https://research-repository.griffith.edu.au/handle/10072/34502> adresinden edinilmiştir.
- Ceylan, A. (2007). *Yaşam Kalitesinin Arttırılmasında Kentsel Yeşil Alanların Önemi ve Kentsel Dönüşüm ile İlişkilendirilmesi*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=-Z0vbSUGrhM9fXoGkRe6QxsnMHY2r9w1RmBvI4M-hnxG0K5X5g2meHdghUrfiYrK> adresinden edinilmiştir.
- Cüce, B., Ortaççeşme, V. (2020). Kentsel yeşil alanlara erişilebilirlik. *Peyzaj – Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi*, 2 (2), 65-77. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/peyzaj/issue/58728/708433> adresinden edinilmiştir.
- Çakır, M., Gümüştü, O., Taş, B. (2020). Politik ekoloji. *Coğrafya Dergisi*, (41), 241-254. doi:10.26650/JGEOG2019-0019
- Çilek, A. (2021). Düzenleyici ekosistem hizmetlerinde toprak erozyonunun haritalanması: Göksu Havzası örneği. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 36(2), 409-419. doi:10.21605/cukurovaumfd.982792
- Dalvi, M. Q., Martin, K. M. (1976). The measurement of accessibility: Some preliminary results. *Transportation*, 5, 17-42. doi:10.1007/BF00165245
- Davies, Z. G., Edmondson, J. L., Heinemeyer, A., Leake, J. R., Gaston, K. J. (2011). Mapping an urban ecosystem service: Quantifying above-ground carbonstorage at a city-wide scale. *Journal of Applied Ecology*, 48 (5), 1125-1134. doi:10.1111/j.1365-2664.2011.02021.x
- Demir, Z., Aydemir, P. K., Önem, H. (2015). Kentsel yeşil alanların Düzce Akçakoca örneğinde ulaşabilirlik bakımından irdelenmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3 (1), 272-282. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/dubited/issue/4809/66277> adresinden edinilmiştir.
- Dirik, H., Erdoğan, R., Altınçekiç, H. S., Altınçekiç, H. (2014). Kent ağaçlarının işlevleri, koruma önemi ve değer belirleme yaklaşımları. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 15 (2), 161-174. <http://ofd.artvin.edu.tr/tr/download/article-file/25872> adresinden edinilmiştir.
- Erişilebilirlik İzleme ve Denetleme Yönetmeliği. (2013). *T.C. Resmî Gazete*, 28713, 20 Temmuz 2013.
- Ersoy, M. (2009). *Kentsel Planlamada Arazi Kullanım Standartları*. Ankara: TMMOB Şehir Plancıları Odası.
- Gerçek, D., Güven, İ. T. (2017). Kentlerde yeşil alanların yeterlilik, erişebilirlik ve bütünsellik açısından değerlendirilmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5 (2), 393-397. doi:10.21923/jesd.293177
- Geurs, K. T., Van Eck, J. R. R. (2001). *Accessibility measures: review and applications (RIVM Report: 408505-006)*, Bilthoven: National Institute of Public Health and the Environment. 11.12.2022 tarihinde [https://www.researchgate.net/publication/46637359\\_Accessibility\\_Measures\\_Review\\_and\\_Applications](https://www.researchgate.net/publication/46637359_Accessibility_Measures_Review_and_Applications) adresinden edinilmiştir.
- Gökyer, E., Bilgili, B. C. (2014). Bartın ili örneğinde yeşil alanların ulaşılabilirliğinin değerlendirilmesi üzerine bir araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 15, 140-147. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/195857> adresinden edinilmiştir.
- Grahn, P., Stigsdotter, U. A. (2003). Landscape planning and stress. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2 (1), 1-18. doi:10.1078/1618-8667-00019
- Gül, A., Küçük, V. (2001). Kentsel açık-yeşil alanlar ve Isparta kenti örneğinde irdelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 2, 27-48. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/195601> adresinden edinilmiştir.
- Gülhan, G. (2017). Nazım imar planı geri besleme süreçlerinde erişilebilirlik ölçütlerinin kullanılması: Tekirdağ/Süleymanpaşa örneği. *Artium*, 5 (1), 42-60. [https://www.researchgate.net/publication/354534886\\_Nazim\\_Imar\\_Plani\\_Geri\\_Besleme\\_Sureclerinde\\_Erisilebilirlik\\_Olcutlerinin\\_Kullanilmasi\\_Tekirdag-Suleymanpasa\\_Ornegi](https://www.researchgate.net/publication/354534886_Nazim_Imar_Plani_Geri_Besleme_Sureclerinde_Erisilebilirlik_Olcutlerinin_Kullanilmasi_Tekirdag-Suleymanpasa_Ornegi) adresinden edinilmiştir.
- Hansen, W. G. (1959). How accessibility shapes land use?. *Journal of the American Planning Association (JAPA)*, 25 (2), 73-76. doi:10.1080/01944365908978307
- Heynen, N. (2014). Urban political ecology I: The urban century. *Progress in Human Geography*, 38 (4), 598-604. doi:10.1177/0309132513500443
- Heynen, N., Perkins, H. A., Roy, P. (2006). The political ecology of uneven urban green space. *Urban Affairs Review*, 42 (1), 3-25. doi:10.1177/1078087406290729
- Huang, B.-X., Li, W.-Y., Ma, W.-J., Xiao, H. (2023). Space accessibility and equity of urban green space. *Land*, 12 (4), 766. doi:10.3390/land12040766



- Jayasinghe, D. B. C., Hemakumara, G. P. T. S., Hewage, P. (2018). GIS-based assessment of the green space per capita in the City of Galle, Sri Lanka, *Journal of Advanced Social Studies*, 7(2), 3-24. [https://www.researchgate.net/publication/339740041\\_GIS-Based\\_Assessment\\_of\\_the\\_Green\\_Space\\_Per\\_Capita\\_in\\_the\\_City\\_of\\_Galle\\_Sri\\_Lanka](https://www.researchgate.net/publication/339740041_GIS-Based_Assessment_of_the_Green_Space_Per_Capita_in_the_City_of_Galle_Sri_Lanka) adresinden edinilmiştir.
- Keloğlu, E., Karabacak, K. (2020). Ankara ili Keçiören ilçesinde açık yeşil alanlarının değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 60(2), 776-802. doi:10.33171/dtcjournal.2020.60.2.15
- Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği. (2014). *T.C. Resmî Gazete*, 29030, 14 Haziran 2014.
- Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik. (2017). *T.C. Resmî Gazete*, 30069, 17 Mayıs 2017.
- Menteşe, S. (2019). Bilecik şehir merkezinde kentsel açık-yeşil alanların değerlendirilmesi. *Uluslararası Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma Dergisi*, 6(33), 373-379. doi:10.26450/jshsr.1034
- Önder, S., Polat, A. (2012). Kentsel açık-yeşil alanların kent yaşamındaki yeri ve önemi. *Kentsel Peyzaj Alanlarının Oluşumu ve Bakım Esasları Semineri*, 19, 73-96. [https://www.researchgate.net/publication/277310689\\_Kentsel\\_Acık-Yeşil\\_Alanların\\_Kent\\_Yaşamındaki\\_Yeri\\_ve\\_Onemi](https://www.researchgate.net/publication/277310689_Kentsel_Acık-Yeşil_Alanların_Kent_Yaşamındaki_Yeri_ve_Onemi) adresinden edinilmiştir.
- Özberk, N. (2017). Politik ekolojide doğa-toplum diyalektik birliğine kuramsal bir bakış: toplumsal doğa ve doğanın kapitalist üretimi tezi. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 17 (3), 71-98. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/iibfdkastamonu/issue/31535/345554> adresinden edinilmiştir.
- Özdemir, A. (2009). Katılımcı kentli kimliğinin oluşumunda kamusal yeşil alanların rolü: Ankara kent parkları örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1, 144-153. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/195727#:~:text=Bu%20kapsamda%20ye%C5%9Fil%20alanlar%2C%20kentsel,hem%20de%20ekonomik%20anlamda%20art%C4%B1rmaktadır%20B1r> adresinden edinilmiştir.
- Öztaş, Y. (1968). *Ankara Şehri ve Çevresi Yeşil Saha Sisteminin Peyzaj Mimarisi Prensipleri Yönünden Etüd ve Tayini*. Ankara Üniversitesi Basımevi.
- Öztürk, B. (2004). *Kentsel Açık ve Yeşil Alan Sistemi Oluşturulması: Kayseri Kent Bölümü Örneği*. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=ERzfJLahXz4IHwyByonS6UygwR9ER1MflCd5R-SdnfJ3IGPXMrvJO6SeuCmRh-B0> adresinden edinilmiştir.
- Özysal, M. (2010). *Şehirsel Yerleşimlerde Erişilebilirlik Ölçütünün Modellenmesi ve Kullanımı: Ulaşım Türü Seçimi Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi*. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İzmir. [https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=zqL\\_ZOq-b18GC2rT9c2JGsinoV\\_GwV0eHvD40t1ZrZJ2EK\\_NmjcfZ1bCFNjhptZe](https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=zqL_ZOq-b18GC2rT9c2JGsinoV_GwV0eHvD40t1ZrZJ2EK_NmjcfZ1bCFNjhptZe) adresinden edinilmiştir.
- Pamay, B. (1978). *Kentsel Peyzaj Planlaması*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını.
- Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği (2017). *T.C. Resmî Gazete*, 30113, 3 Temmuz 2017.
- Planlı Alanlar İmar Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik (2019). *T.C. Resmî Gazete*, 30701, 1 Mart 2019.
- Roussopoulos, D. (2017). *Politik Ekoloji - İklim Krizi ve Yeni Toplumsal Gündem* (Çev. F. D. Elhüseyni,). İstanbul: Sümer Yayıncılık.
- Saebo, A., Popek, R., Hanslin, H. M., Gawronska, H., Gawronsk, S. W. (2012). Plant species differences in particulate matter accumulation on leaf surfaces. *Science of Total Environment*, 427-428, 347-354. doi:10.1016/j.scitotenv.2012.03.084
- Sevgi, O. (2020). Yeşil terimler ve anlamları. *Avrasya Terim Dergisi*, 8 (1), 44-61. doi:10.31451/ejtd.707863
- Stanners, D., Bourdeau, P. (1995). The Urban Environment. in: Europe's Environment: the Dobris Assessment (eds. David Stanners, Philippe Bourdeau). Copenhagen, *European Environment Agency*, (261-296). Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities
- Sukopp, H., Numata, M., Huber, A. (1995). *Urban Ecology as the Basis of Urban Planning*. The Hague: SPB Academic Publishing.
- Tokuş, M. (2012). *Kentsel Yeşil Ağlar: İstanbul Sarıyer Örneği*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul. [https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=RYan9\\_S-Z7Eir3xdWGXBiPymwqGtQqktb\\_kgD5QQhAaOsqxv\\_g3Zk9Se6J\\_Ck1jJ](https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=RYan9_S-Z7Eir3xdWGXBiPymwqGtQqktb_kgD5QQhAaOsqxv_g3Zk9Se6J_Ck1jJ) adresinden edinilmiştir.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK, 2022). *İl ve ilçelere göre il/ilçe merkezi, belde/köy nüfusu ve yıllık nüfus artış hızı*. 11.06.2023 tarihinde <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=nufus-ve-demografi-109&dil=1> adresinden edinilmiştir.
- Wang, X.- J. (2009). Analysis of problems in urban green space system planning in China. *Journal of Forestry Research*, 20 (1),

79-82. doi: 10.1007/s11676-009-0014-2

- Wendel, H. E. W., Zarger, R. K., Mihelcic, J. R. (2012). Accessibility and usability: Green space preferences, perceptions, and barriers in a rapidly urbanizing city in Latin America. *Landscape and Urban Planning*, 107, 272-282.
- World Health Organization (WHO, 2010). *Urban planning, environment and health: from evidence to policy action-meeting report*. Denmark: WHO Regional Office for Europe.
- World Health Organization (WHO, 2017). *Urban green spaces: a brief for action*. World Health Organization: Geneva, Switzerland; Regional Office for Europe: Copenhagen, Denmark, 11.01.2023 tarihinde <https://apps.who.int/iris/handle/10665/344116> adresinden edinilmiştir.
- Yenice, M. S. (2012). Kentsel yeşil alanlar için mekânsal yeterlilik ve erişebilirlik analizi; Burdur örneği, Türkiye. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13, 41-47. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjf/issue/20898/224396> adresinden edinilmiştir.
- Yılmaz, M. (2012). Kapsayıcı tasarım ve mekân. *Mimar.ist*, 43, 107-111. <http://www.mimarist.org/mimar-ist-sayi-43-bahar-2012/> adresinden edinilmiştir.
- Zhang, B., Xie, G., Zhang, C., & Zhang, J. (2012). The economic benefits of rain water-runoff reduction by urban green spaces: A case study in Beijing. *China Journal of Environmental Management*, 100, 65-71. doi:10.1016/j.jenvman.2012.01.015



# Rusya –Ukrayna Krizinin Dünya Gıda Güvenliğine Etkileri<sup>1</sup>

*The Effects of the Russia-Ukraine crisis on World food security*

Muazzez Harunoğulları<sup>\*a</sup>, Gülsen Ayhan<sup>b</sup>

## Makale Bilgisi

Araştırma Makalesi

DOI:

10.33688/aucbd.1324325

Makale Geçmişi:

Geliş: 07.07.2023

Kabul: 12.10.2023

Anahtar Kelimeler:

Rusya- Ukrayna savaşı

Gıda güvenliği

Gıda krizi

Tahıl koridoru anlaşması

## Öz

*Savaşlar, toplumların yapısında büyük bozulmalar meydana getirir; bu bozulmalardan biri de tarımsal alanda ortaya çıkmaktadır. Çalışmanın odak noktası, Rusya ve Ukrayna arasındaki savaşın dünya gıda güvenliği üzerindeki etkileridir. Bu amaçla her iki ülkenin tahıl üretimi ve ticaretinin bölgesel ve küresel ölçekte ülkeler üzerindeki önemi değerlendirilecektir. Araştırmada durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Konu ile ilgili akademik yayınlardan ve FAOSTAT ve Trade Map verilerinden yararlanılmıştır. Elde edilen veriler şekil ve tablolar halinde yeniden düzenlenmiştir. Rusya-Ukrayna savaşıyla birlikte 10 milyonu aşkın kişi yerinden edilmiş, küresel ve bölgesel enerji ve gıda krizi yaşanmış, gıda güvenliği sorunları ortaya çıkmış, dünyanın en büyük ihracat bölgelerinin birinden, tarımsal üretimi ve ticareti sekteye uğratmıştır. Küresel kriz haline gelen tahıl sorununun çözümü için Türkiye'nin girişimiyle taraflar arasında 22 Temmuz 2022'de İstanbul'da "tahıl koridoru" anlaşması imzalanmıştır. Bu anlaşmayla Ukrayna'nın Karadeniz'deki üç limanından tahıl ihracatı yeniden başlamış ve dünyanın içine girdiği "gıda krizi" sorununun çözümüne yönelik önemli bir adım atılmıştır.*

## Article Info

Research Article

DOI:

10.33688/aucbd.1324325

Article History:

Received: 07.07.2023

Accepted: 12.10.2023

Keywords:

Russia-Ukraine war

Food security

Food crisis

Grain aisle agreement

## Abstract

*Wars cause great deterioration in the structure of societies; One of these deteriorations occurs in the agricultural field. The focus of this study is the effects of the war between Russia and Ukraine on world food security. For this purpose, the importance of grain production and trade of both countries on regional and global scale will be evaluated. Case study method was used in the research. Academic publications related to the research and FAOSTAT data were used. The data obtained were rearranged in figures and tables. With the Russia-Ukraine war, more than 10 million people have been displaced, global and regional energy and food crises have occurred, food security problems have emerged, and agricultural production and trade from one of the world's largest export regions has been disrupted. A "grain corridor" agreement was signed between the parties on July 22, 2022 in Istanbul, with the initiative of Türkiye, for the solution of the grain problem, which has become a global crisis. With this agreement, grain exports from Ukraine's three ports in the Black Sea resumed and an important step was taken towards solving the "food crisis" problem that the world was in.*

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: muazzez@kilis.edu.tr

<sup>a</sup>Kilis 7 Aralık Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Kilis/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0001-9515-7833>

<sup>b</sup>Kilis 7 Aralık Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Kilis/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0001-5713-1421>

## 1. Giriş

Günümüzde dünya nüfusu 8 milyar 34 milyonun üzerine çıkmıştır. Nüfusta yaşanan istikrarlı büyüme yanında şehirlerde yaşayan kişi sayısı da her geçen gün artmaya devam etmektedir. Teknolojide yaşanan baş döndürücü gelişmeler hızlanmış, ekonomik faaliyet alanları genişlemiş, yeni teknolojiler hayatımızın bir parçası haline gelmiştir. Bir taraftan dünya ekonomisinin büyümesinin yanında küresel istikrarsızlıklar, çatışmalar/iç savaşlar, ülkeler arası savaşlar, nüfusun hızla yer değiştirmesine (uluslararası göçler) neden olmaktadır. Demografik değişimler yanında farklılaşan yaşam tarzları, orta sınıfın gelişmesi, su, gıda ve enerjiye olan ihtiyacın da artmasına yol açmaktadır. Gıda üretimi için temel girdiler olan su ve enerjiye duyulan gereksinim her geçen gün daha da büyümektedir. Su ve enerji kaynakları ile tarımsal üretimi sağlayacak arazi mevcudiyeti ve gıda üretimi, artan dünya nüfusunu desteklemek için hayati önem taşımaktadır. Sıcaklık ve yağış şartlarının değişmesi, yağış azlığı, kuraklık ihtiyaç duyulan suyun elde edilmesini güçleştirmekte, tarımsal verimliliği, gıda üretimini olumsuz etkilemektedir. Bunun yanında üretim için gerekli olan enerjiye erişimdeki zorluklar, kırsal geçim kaynaklarının değişmesi ve köylerdeki nüfusun kentlere göçü ile birlikte çiftçi sayısının azalması, küresel ölçekte yetersiz beslenmeye sebep olmaktadır. Dolayısıyla bu durum gıda güvenliğini tehdit etmekte, sağlık sorunlarına yol açmakta ve gıda güvensizliğini büyütülmektedir. Gıda güvenliği giderek ulusal ve insani güvenlik, kalkınma ve küresel eşitsizlik ile iklim değişikliği tartışmalarının merkezinde yer alan bir konu olarak ortaya çıkmaktadır.

Dünya gıda güvensizliğini arttırmada, ülkeler arası savaşlar ve ülke içi sıcak çatışmalar da önemli bir yere sahiptir. Dünyanın farklı bölgelerinde yaşanan savaş, terör olayları, çatışmalar, devletlerin hatalı politikaları, siyasi istikrarsızlıklar, ekstrem hava olayları, yüksek sıcaklıklar, yağış azlığı, çevresel bozulma, yangınlar, aşırı nüfus artışı gıda güvenliğini tehdit eden nedenler olarak görülmektedir. Dünya sisteminin işleyişinde ortaya çıkan problemler ve eşitsizlikler ile gıda güvenliği arasında bağlantı olduğu düşünülmektedir. Gıda güvensizliği büyük ölçüde ulus-devletlerin hatalı politikaları ya da politikaların (hükümet kararlarını yapılandıran kural ve ilkelerin) güçlü bir şekilde uygulanmamasına bağlanabilmektedir (Molnar, 1999: 489). Son 10 yılda Brezilya, Meksika, Filipinler, Ukrayna, Libya, Mısır ve Suriye gibi dünyanın farklı ülkelerinde siyasi şiddet, çeşitli şekillerde çatışmalara yol açmıştır. Yalnızca devlet zayıflığı ve kırılabilirliğinin olduğu düşük gelirli ülkeler değil aynı zamanda güçlü yönetim aygıtı ve ekonomik büyümeye sahip ülkelerde de bu tür şiddet türü yaygın olarak yaşanmaktadır (ACLEED, 2019).

Bilhassa yoksul insanların hükümetlerine karşı şikâyet derecesi ve hükümet karşıtı isyancılara katılmalarının olasılığı daha yüksek seviyede gerçekleşmektedir (Do ve Iyer, 2010: 736). Yoksulluk, gıda azlığı veya kıtlık yaşayan ülkeler, şiddetli çatışmalara daha fazla maruz kalmaktadır. Ekonomik fırsat eksikliği, çatışmaların şiddeti ve yoğunluğu üzerinde belirli bir etkiye sahiptir. Yoksul bölgelerde hem isyan etme hem de isyancıların kendileri için savaştıkları kişileri toplayabilmeleri daha kolay bir şekilde gerçekleşmektedir (Taleb vd., 2015: 67). Dünyanın farklı bölgelerinde meydana gelen protestolar ve isyanlarda 2018 yılına kıyasla 2019 yılında önemli ölçüde artışlar meydana gelmiştir. Afrika kıtasında barışçıl protestolar ve isyanlar neredeyse iki kat yükselmiş, Güney Asya'da üçüncü protesto faaliyeti vuku bulmuştur. Son yıllarda dünyanın çeşitli bölgelerinde yurttaş katılımı, sivil toplum ve halk ayaklanmalarına odaklanılması, bu siyasi angajman modelinin giderek otoriter bir

siyasete dönüşebileceğini düşündürmektedir. 2019'da Cezayir ve Sudan liderlerinin görevden alınması, bu küresel duyguya katkıda bulunmuştur (ACLEED, 2019). 2017 yılında Güney Sudan, Somali, Yemen ve Nijerya'da meydana gelen çatışmalarda 9000'den fazla ölüm gerçekleşmiştir (Brück ve d'Errico, 2019). Küresel ölçekte yaşanan protestolar ve isyanlardan kaynaklanan ölümlerde 2019 yılında %22 oranında bir artış meydana gelmiştir (ACLEED, 2019).

Çatışmalar; ülkelerin gıda üretimini kesintiye uğratmakta, temel geçim kaynağı ortadan kalkmakta, gıdaya erişim büyük ölçüde zorlaşmakta, dolayısıyla gıda güvenliği güçlü bir biçimde tehdit altına girmektedir. Şiddetli çatışmalar aynı zamanda insanların zorla yerinden edilmesine yol açmaktadır. Zorla yerinden edilme; doğal afetler, gıda güvensizliği, devletin kırılganlığı ve zayıf yönetimlerle birleşerek acil insani durumlara sebep olmaktadır. Zorla yerinden edilmeler, gıdaya erişimde kısıtlamalara yol açtığından gıda güvensizliği yaşama şiddeti artış göstermektedir. Azalan ekonomik ve tarımsal faaliyetler, sert kışlar ve sivillerin yaşadığı geniş alanların çevresindeki kuşatma; yetersiz beslenme ve yaygın kıtlık koşulları oluşturmaktadır. Örneğin Suriye'de yaşanan iç savaş sonucu 6,5 milyondan fazla (SRRR-UNHCR, 2021) insan ülkesinden göç etmek zorunda kalmıştır.

Suriye'de yaşanan uzun iç savaş süreci gıdaya erişimde ciddi sorunlar doğurmuş, gıda kıtlığı ile karşı karşıya kalan on milyondan fazla Suriyeli acil gıda kaynaklarına ihtiyaç duymuştur. Suriye'de yerinden edilenlerin üç milyondan fazlası gıda yardımı almak zorunda kalmıştır. Savaş nedeniyle yerleşik nüfusun yerinden olmasıyla gıda talebinde yaşanan artış, savaşın tarım sektörü üzerindeki baskısıyla birleşerek temel gıdaya olan erişimi zorlaştırmaktadır. 2011 yılında Suriye nüfusunun üçte birinden fazlası, geçim kaybı nedeniyle yoksullaşarak temel gelir kaynağı olan tarıma daha fazla bağımlı hale gelmiştir. FAO'nun (Food and Agriculture Organization/Gıda ve Tarım Örgütü) yayınladığı raporlarda savaşın ilk yıllarında Suriyelilerin neredeyse tamamı gıda güvenliği tehlikesi altına girmiştir. Sıcak çatışmalardan dolayı yeterli düzeyde temel besin ürünleri üretilenmiş, iki milyondan fazla çocuğun da dahil olduğu dört milyona yakın Suriyeli yeterli gıdaya erişememiş ve nüfusun yaklaşık % 5'i ağır beslenme bozukluğu ile karşı karşıya kalmıştır (FAO, 2022b). Humus, Halep ve Şam'ın kırsal kesimleri, Quneitra, Deir Al Zour, Deraa kırsalı ve İdlib gibi aktif mücadelelerin yaşandığı yerlerde yetersiz beslenme kayıtlara geçmiştir (Taleb vd., 2015: 67). Suriye iç savaşı örneğinde olduğu gibi Rusya-Ukrayna krizi de hem bölgesel hem de küresel gıda krizini derinleştirmiştir.

Küresel gıda sisteminin artan nüfusu sürdürülebilir bir biçimde besleme zorunluluğu, iklim değişikliği ve Covid-19 pandemisi gibi çoklu ve örtüşen krizler dizisi içinde gıda güvenliği başka bir kriz olarak ortaya çıkmıştır. Pandemi ile birlikte yaşanan tecritler işgücü arzını kesintiye uğratmış, ekonominin pek çok alanında üretimi zora sokmuştur. Tarımsal ve gıda üretimi kesintiye uğramış, tohum, gübre ve böcek ilacı gibi temel tarımsal girdilere erişim kısıtlanmıştır. Ayrıca ihracatta meydana gelen sınırlamalar, tedarik zinciri kesintileri, gıda ürünleri ticaretinde de sorunlara yol açmış, gıda ihtiyacını ithalata karşılayan ülkeler üzerinde büyük baskılar oluşmuştur. Rusya-Ukrayna savaşından önce yaşanan Covid-19 pandemisi nedeniyle enerji, gübre ve tüm tarımsal hizmetlerin fiyatlarında görülen artış, uluslararası gıda fiyatlarını da çok yüksek seviyelere çıkartmıştır. Pandeminin dünya genelinde enerji, gıda, sağlık, eğitim, ekonomi gibi pek çok alanda meydana

getirdiği krizlere bir de Ukrayna-Rusya savaşı eklenince küresel gıda fiyatlarındaki artış yanında gübre ve enerji fiyatları da hızlı bir yükseliş trendine girmiştir. Yaşanan savaşlar gıdaya erişimi zorlaştırdığı gibi yakıt dâhil her alanda fiyatların yükselmesine yol açmaktadır. Yakıt fiyatlarındaki yükselişler bölgelerarası gıda taşıma maliyetlerinde de artışa neden olmaktadır. Rusya-Ukrayna krizi, küresel ve bölgesel ölçekte gıda güvenliğini tehdit etmiş ve büyük çapta gıda güvenliği sorunları doğurmuştur. İki ülke arasında yaşanan savaş, milyonlarca Ukraynalının göç etmesine sebep olmuş, dünyanın önemli gıda ihracatçısı ülkelerinden biri olan Ukrayna'nın tarımsal üretimini ve ticaretini kesintiye uğratmıştır. Bu kesintiye birlikte küresel gıda pazarları ve küresel gıda güvenliği tehlikeye girmiştir.

Rusya ve Ukrayna; Avrupa, Asya ve Afrika ülkelerinin çoğunluğuna tarımsal ürün ihracatı yapmaktadır (FAOSTAT, 2022). Gelişmiş ülkeler yanında gelişmekte olan ülkeler de Rusya ve Ukrayna'dan stratejik tarım ürünlerinin tedarikini sağlamaktadırlar. İnsanların temel besini olan özellikle buğday ve mısır ticaretinde her iki ülke (dünya ticaretindeki payları; Rusya %27, Ukrayna %17'dir) önemli bir yer tutmaktadır. Rusya, gıda ve gübrenin taşınması, üretim ve işlenmesinde ana girdi olan enerjinin de önemli bir üreticisi ve ihracatçısıdır. Rusya-Ukrayna savaşı ile birlikte Ukrayna'dan dünya piyasasına çıkışı engellenen tarım ürünlerinin dağıtım zinciri kırıldığından özellikle MENA (Middle East and North Africa/Orta Doğu ve Kuzey Afrika) bölgesi ile Orta, Batı, Doğu ve Güney Afrika'da daha fazla insan açlık tehlikesiyle karşı karşıya kalmıştır (Human Rights Watch, 2022). Dünyanın farklı bölgelerinde yer alan devletlerin büyük ölçüde Rusya ve Ukrayna'ya tahıl ithalatı bağımlılığının yüksek olması, iki ülke arasında yaşanan krizle birlikte gıda fiyat artışlarının da meydana gelmesi, milyonlarca insanın gıda güvenliği tehdidi ile karşı karşıya kalma riskini arttırmıştır.

MENA bölgesi ile Orta ve Güney Afrika'daki ülkeler gıda fiyatları karşısında oldukça kırılgan bir yapıya sahiptir. Rusya ve Ukrayna'dan gıda ithalatı düşük olan devletler de dünyada görülen fiyat artışlarından etkilenmektedirler. Ukrayna'daki savaştan önce de Doğu, Batı, Orta ve Güney Afrika'daki ülkelere; kuraklık, aşırı yağışlar gibi iklimsel olaylardan sel, toprak kayması gibi doğal afetlerden ve Covid-19 salgını nedeniyle düşen üretim ve küresel tedarik zincirlerinin kırılmasından dolayı yükselen gıda fiyatlarıyla mücadele içindeydiler. Rusya- Ukrayna savaşı ile küresel gıda fiyatları yeni zirvelere ulaşmış, Afrika kıtası ve Orta Doğu ülkelerinin fiyat artışları karşısındaki kırılganlıkları artmıştır. FAO Gıda Fiyat Endeksi, Şubat 2022'de bir önceki yıl seviyesinin %21 üzerine çıkarak (FAO, 2022b) yeni bir tarihi rekora ulaşmıştır. Rusya-Ukrayna krizi küresel gıda piyasaları üzerinde hem doğrudan hem de gübre ve enerji yoluyla dolaylı olarak geniş çaplı ve derinden bir etki meydana getirmiştir. Yaşanan kriz sonucu tüm dünyada görülen gıda fiyat artışları ve fiyat artışlarından kaynaklanan şoklar, küresel tedarik zinciri aksamalarına neden olmuştur. Yaşananlar özellikle bu iki ülkeden büyük ölçüde tahıl ithal eden devletleri derinden etkilemiş, açlığın ve yetersiz beslenmenin eşiğinde olan milyonlarca insanı tehdit eden büyük bir “küresel gıda krizi” tehlikesi ortaya çıkmıştır.

Bu çalışmanın amacı, Rusya'nın 24 Şubat 2022'de Ukrayna'yı işgali ile başlayan savaşın, dünya gıda güvenliği üzerine olan etkilerini ele almaktır. Bu amaçla çalışmada her iki ülkenin dünya gıda üretimi ve ticareti içindeki yeri ve önemi değerlendirilecektir. Araştırma, siyasi tartışmalar ve jeopolitik gündemin odağında yer alan gıda güvenliğinin siyasi coğrafya alanında çalışılması gereken

bir konu olması ve gıda güvenliği ile ilgili, Türkçe literatüre yapacağı katkı bakımından önemli görülmektedir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırma niteliksel ve niceliksel analizi içerdiğinden karma analizinin yanı sıra Rusya-Ukrayna savaşını ele alan bir durum çalışması olduğundan durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Konuyla ilgili kapsamlı bir literatür çalışması yapılmış, akademik yayınlardan, birincil kaynaklar olan gazete ve resmi kurum sitelerinin haberlerinden, resmî kurumların raporlarından faydalanılmıştır. Rusya ve Ukrayna'ya ait tahıl üretimleri ve en fazla ihracat yaptıkları ülkelere ait veriler FAOSTAT ve Trade Map raporlarından elde edilmiş, aynı zamanda UN/Black Sea Grain Initiative Joint Coordination Centre raporlarından yararlanılmıştır. FAOSTAT'tan (2010-2020) ve Trade Map'ten (2017-2021 yılları arasında kapsayan (sırasıyla 11 yıllık ve 5 yıllık)) alınan ham veriler analiz edilerek çalışmanın içeriğine uygun şekilde tasarlanmış ve değerlendirilmiş, içeriğe uygun şekil ve çizelgeler düzenlenerek üretilmiştir. FAOSTAT'tan alınan ve çalışmaya dâhil edilen seçilmiş ürünlerin dünya üretiminde sıralaması yapılırken bu ürünlerin 2010'dan başlayıp 2020'de biten verilerin toplamları ele alınmıştır. Bununla birlikte Rusya ve Ukrayna'nın ihracat yaptığı ülkelere göre yüzdeler oranları hesaplanırken aynı dönemin verileri kullanılmış ve bu veriler dönemlerin toplamlarını elde edecek şekilde hesaplanmıştır. Aynı zamanda seçilen tarım ürünlerini en fazla ihraç eden ülkeler belirlenirken Trade Map'den faydalanılmış, ancak buradaki verilerin başlama yılı 2017 olduğu için, 2017-2021 yılları arasındaki verilerin toplamları kullanılarak ülkelere göre yüzdeler dilimleri belirlenmiştir.

## 3. Bulgular

### 3.1. Rusya – Ukrayna Savaşı ve Gıda Krizi

Ukrayna, 1991'de SSCB'nin dağılmasıyla bağımsızlığını ilan etmiş, ancak SSCB'nin mirasçısı olan Rusya bu ülke üzerindeki söz sahipliğinden vazgeçmediği gibi hegemonik gücünü sürdürme isteğinde ve gayretinde de olmuştur. Rusya'nın eski nüfuz bölgesi olan Ukrayna'nın, Moskova'nın güdümünden tamamen çıkmak için yönünü batıya dönmesi, NATO'ya girme isteği Rusya'yı harekete geçirmiş ve kontrolünden çıkmasına izin vermemek için Ukrayna'yı işgal etmiştir (IOM, 2022). Rusya'nın 24 Şubat 2022'de Ukrayna'yı işgali ile başlayan savaş, Ağustos 2022'de Ukrayna'nın doğu ve güney kesimlerindeki çatışma bölgelerinde altyapının ve ekili alanların tahribatına, özellikle nüfusun fazla olduğu kentlerde sivil binaların hasar görmesine, çok sayıda sivilin yaralanmasına, ölümüne ve yerinden edilmelere sebep olmuştur. Ukrayna'daki BM İnsan Hakları İzleme Misyonu (HRMMU), 24 Temmuz 2022 itibarıyla 5.237 sivilin öldürüldüğünü ve 7.053 kişinin yaralandığını doğrulamıştır. Kent merkezlerinden kırsala yayılan savaş sonucu kitlesel göçler yaşanmaya başlamıştır. 3,8 milyondan fazla insan yaşadığı yerleri terk ederek sınır ötesine güvenli bölgelere göç etmek zorunda kalmıştır. Ayrıca tahminen 6,5 milyon kişi ülke içinde yerinden edilmiştir (IOM, 2022). Ukrayna'nın sıcak çatışma alanı haline gelmesi bu ülkedeki tarımsal üretimi/geçim kaynaklarını kesintiye uğratmıştır. Rusya'nın Ukrayna'ya askeri çıkartma yapması ve işgali dünyanın farklı bölgelerindeki mevcut gıda güvenliği ile ilgili zorlukları daha da kötüleştirmiş, küresel gıda krizi yönündeki kaygıları arttırmış, gıda güvenliği sorununu büyütüştür.

Savaş, Ukrayna’da kış hasadında ve bahar ekiminde aksamaya neden olmuş, nüfusun yer değiştirmesiyle tarım arazileri terk edilmiş, mevcut tarımsal iş gücü büyük ölçüde azalmış, tarımsal girdiler özellikle yakıt, tohum, gübre, tarım ilacı ve ayrıca lojistik ve gıda tedarik zincirleri kesintiye uğramıştır. Askeri faaliyetler nedeniyle bilhassa ilkbaharda mahsuller zarar görmüş, tarımsal gıda sistemi varlıkları ve altyapısı imha edilmiştir. Savaşla birlikte her iki ülkenin tarım ürünleri sevkiyatında ani ve keskin bir düşüş yaşanmıştır (FAOb, 2022). Bu ülkelerden tahıl ürünleri ve tohum, gübre gibi tarımsal girdilerin küresel pazarlara gönderilememesi gıda fiyatlarını etkilemiştir.

Covid-19 pandemisi nedeniyle tarımsal üretimi gerçekleştirmek için ihtiyaç duyulan gübre ve enerji fiyatları küresel olarak yükselmiştir. Pandeminin küresel ölçekte meydana getirdiği sosyo-ekonomik etkiler, Rusya -Ukrayna krizi ile daha da derinleşmiştir. Savaş sebebiyle Avrupa’nın Rusya’ya ambargo uygulaması buna karşı Rusya’nın Avrupa’ya doğal gaz ihracatını kesmesi, küresel piyasaların Rusya ve Ukrayna’dan beklenen tarımsal ihracat kaybından korkmaları, dünya genelinde gıda fiyatlarındaki artışı tetiklemiş, ihracat kısıtlamaları (Abay vd., 2022:4) ile birlikte kriz, küresel bir hal almıştır. Tarımsal ürünler ve enerji fiyatlarındaki yükselişler ekonomik gelir düzeyi düşük ve orta seviyede olan toplumlar için gıda güvensizliğini iyice arttırmış, yoksul insanların gıdaya erişimi daha da zorlaşmıştır.

Küresel tarım üretiminde ve ticaretinde önemli bir yere sahip olan Rusya ve Ukrayna, 2021’de buğday ihracatında dünya pazarının yaklaşık %30’unu karşılamıştır. 2016/2017 ve 2020/2021 yılları arasında Ukrayna’nın dünya mısır ihracatındaki payı %15’tir. Bu oran onu dünyanın 4. büyük mısır ihracatçısı konumuna taşımıştır. Rusya ise mısır ihracatında %2’lik payla 7. sırada gelmektedir. Her iki ülkeden yapılan ayçiçeği yağı ihracatı ise küresel arzın %55’ini oluşturmuştur. 2020’de dünyanın en büyük azotlu gübre ihracatçısı olan Rusya, potasyum tedarikinde ikinci, fosforlu gübrede üçüncü olmuştur. 50’ye yakın ülke buğday ithalatının en az %30’unu, 26 ülke buğday ithalatının %50’den fazlasını Rusya ve Ukrayna’dan sağlamaktadır (FAO, 2022b).

Dünya tahıl ihracatında ilk sıralarda gelen Rusya ve Ukrayna arasında yaşanan savaş, küresel gıda tedariki üzerinde baskı oluşturmuştur. Batılı devletler tarafından Rusya’ya uygulanan ekonomik yaptırımlar, Rus gıda ürünlerinin özellikle temel besin maddesi olan tahılların ithalatçı ülkelere naklini engellemiştir. Ayrıca Rusya’nın Ukrayna’ya limanlarında hareket serbestisi vermemesi ve limanların kapanması sonucu Ukrayna, tarımsal ürünlerini dünya piyasasına çıkaramamıştır. Her iki ülke yaşadıkları savaş ve savaşın getirdiği zorluklar/zorunluluklar nedeniyle ürettikleri gıda ürünlerini dünya pazarlarına ulaştıramamış, küresel gıda krizi baş göstermiş, tüm dünya ülkeleri derin endişe içine girmişlerdir. Ayrıca her iki ülke arasında yaşanan savaş tarım ürünlerinin üretimini kesintiye uğratmış, tarım arazisi ve sivil alt yapı büyük zarar görmüştür (IOM, 2022).

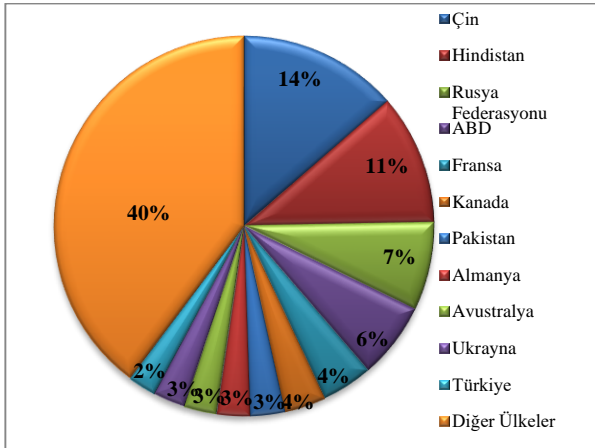
2021’de Rusya ve Ukrayna birlikte buğday, arpa, mısır, kolza tohumu ve yağı, ayçiçeği tohumu ve yağında dünyanın ilk üç ihracatçı ülkeleri arasında yer almıştır. Rusya, dünyanın en büyük azotlu gübre ihracatçısı, ikinci potasyumlu gübre tedarikçisi ve üçüncü en büyük fosforlu gübre ihracatçısı olmuştur. Birçok az gelişmiş ve düşük gelirli gıda açığı olan ülke, gıda ve gübre ihtiyacını büyük ölçüde Rusya ve Ukrayna’dan karşılamaktadır (FAO, 2022a). Ukrayna’da yaşanan savaşla birlikte küresel ölçekte, gıdada tedarik zinciri aksamaları ciddi bir biçimde etkisini göstermiştir.



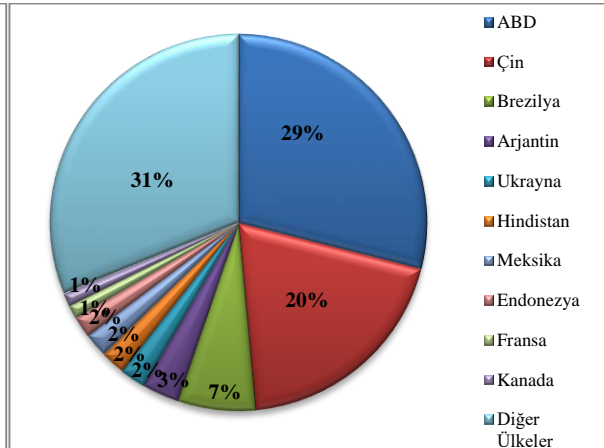
Rusya'ya uygulanan yaptırımlar, karayolu ağının zarar görmesi, limanlardaki tıkanmalar hep birlikte üretimi sekteye uğratmış, tarımsal tedarik zinciri, bölgeden gıda ihracatının durmasıyla felce uğramıştır. Savaş; özellikle gıda ihtiyacının büyük çoğunluğunu Rusya ve Ukrayna'dan karşılayan ülkelerin gıda güvenliğini tehdit etmiş, ticaret büyük oranda aksamış, küresel arz kıtlığı, gıda ürünlerinin üretimi ve dağıtımında önemli bir girdi olan yakıt fiyatlarını arttırmış, gübreye erişim zorlaşmıştır. Tedarik zincirinin kırılmasıyla küresel gıda fiyatları yükselmiş, gübre fiyatları iki katından fazla olmuş, dünya ülkelerinin ekonomileri enflasyon baskısı altına girmiştir.

### 3.2. Rusya ve Ukrayna'nın Tarımsal Üretimi

Rusya ve Ukrayna, stratejik önemi olan tarımsal ürünlerin (buğday, mısır, arpa, yulaf, çavdar, ayçiçeği çekirdeği ve soya fasulyesi) üretiminde ve ihracatında kayda değer bir paya sahiptir. Dünya buğday üretiminde %14'lük payla Çin birinci sırada yer alırken, %11'lik payla Hindistan ikinci sırada bulunmaktadır. Çin ve Hindistan'dan sonra %7'lik oranla Rusya 3. sırada, %3'lük oranla ise Ukrayna 10. sırada gelmektedir. FAOSTAT'tan elde edilen verilere göre 2010-2020 yılları arasında toplam üretilen ürünlerin ülkelere göre oranı dikkate alındığında buğday üretiminde her iki ülke ilk 10'da yer almaktadır (Şekil 1). Dünya mısır üretiminde ise Ukrayna 5. sırada ve üretim oranı %2 dolayında iken, Rusya ilk 10 ülke arasına giremediği için Şekil 2'de diğer ülkelerin içerisinde bulunmaktadır (Şekil 2).

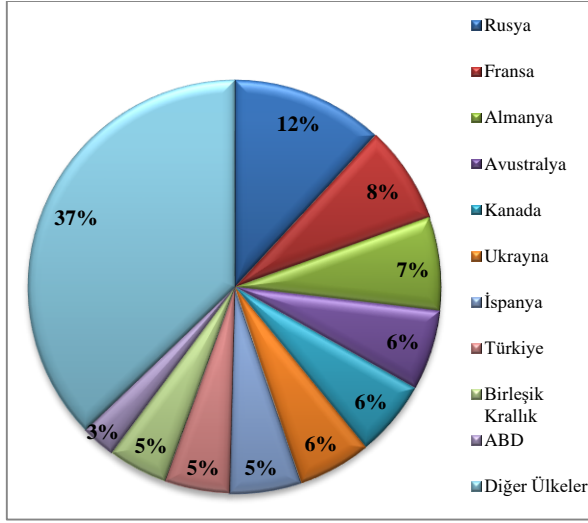


Şekil 1. Ünelere göre buğday üretim oranı (2010-2020)

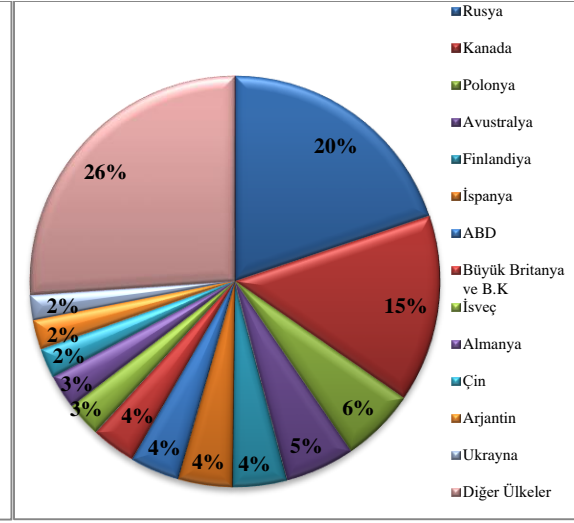


Şekil 2. Ünelere göre mısır üretim oranı (2010-2020)

Dünya arpa üretim oranının en fazla olduğu ülke %12'lik oranla Rusya'dır. Ukrayna ise %6'lık oranla 6. sırada gelmektedir. Her iki ülke birlikte dünya toplam arpa üretiminin %18'ini karşılamaktadır (Şekil 3). Rusya, yulaf üretiminde dünyada %20 oranıyla ilk sırada, Ukrayna ise %2'lik oranıyla 13. sırada yer almaktadır (Şekil 4).

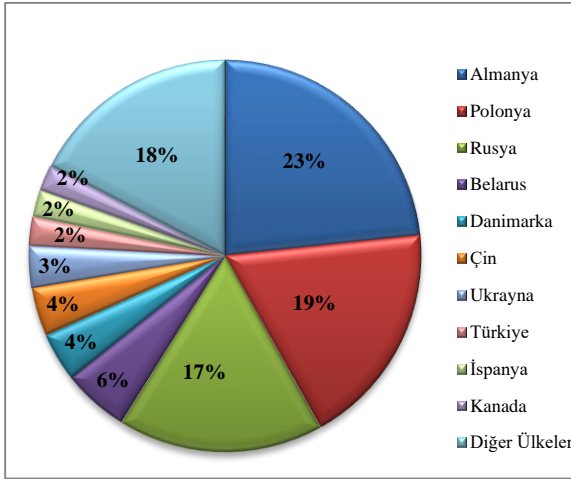


Şekil 3. Ülkelere göre arpa üretim oranı (2010-2020)

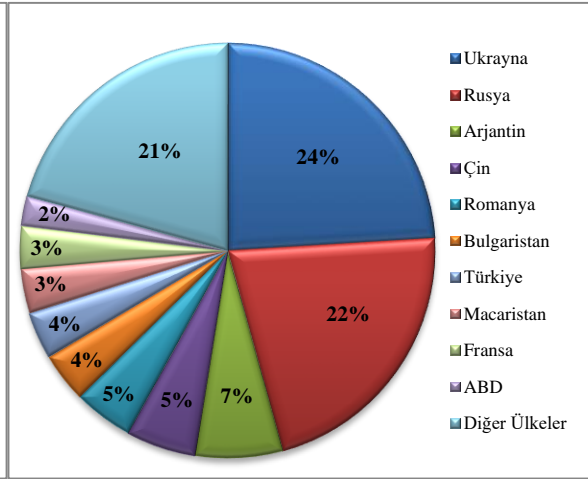


Şekil 4. Ülkelere göre yulaf üretim oranı (2010-2020)

Dünya çavdar üretim oranında Rusya % 17'lik payla 3. sırada, Ukrayna % 3'lük payla 7. sırada gelmektedirler. Her iki ülkenin birlikte dünya çavdar üretim oranı % 20'dir (Şekil 5). Ayçiçeği çekirdeği üretim ve ihracatında Ukrayna ve Rusya önemli bir paya sahiptir. Ukrayna tek başına dünya ayçiçeği çekirdeği üretiminin % 24'ünü sağlamakta, Rusya ise % 22'lik payla 2. sırada gelmektedir. Her iki ülkenin ayçiçeği çekirdeği üretimi % 46'yı bulmakta (Şekil 6), dünya üretimi en fazla bu iki ülke tarafından gerçekleştirilmektedir.

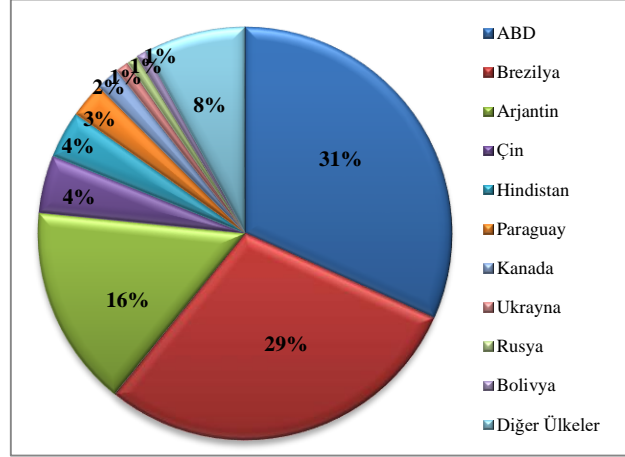


Şekil 5. Ülkelere göre çavdar üretim oranı (2010-2020)



Şekil 6. Ülkelere göre ayçiçeği çekirdeği üretim oranı (2010-2020)

Dünya soya fasulyesi üretiminde her iki ülke dünyada toplam % 2'lik paya sahiptir. Ukrayna, soya fasulyesi üretiminde dünyada 8. Rusya ise 9. sırada gelmektedir (Şekil 7).



Şekil 7. Ülkelere göre soya fasulyesi üretim oranı (2010-2020)

Her iki ülkenin FAOSTAT'tan elde edilen 2010-2020 yılları arasındaki veriler kullanılarak üretim miktarları belirlenmiştir. Bu verilere göre Rusya, 2010-2020 yılları arasında belli başlı tarımsal ürünlerin üretim miktarlarında artışlar yaşamıştır. Buğday üretim miktarı 2010 yılında 41,5 milyon ton iken 2020 yılında yaklaşık 86 milyon ton seviyesine çıkmıştır. Mısır üretiminde 2010 yılından 2020 yılına kadar artışlar görülmektedir. 2010'da 3 milyon tonu geçen üretim 2020'de 14 milyon tona yaklaşmıştır. Arpa üretiminde 2010-2020 yılları arasında artışlar yaşanmış, üretim yaklaşık 8,4 milyon ton iken, 2020'de ise bu miktar 21 milyon tona yaklaşmıştır. Yulaf üretiminde 2010-2020 yılları arasında dalgalanmalar meydana gelmiş, üretimin en yüksek seviyeye ulaştığı yıl 2017 olmuştur. Ayçiçeği çekirdeği üretimi 2010'da 5,3 milyon ton seviyelerinde iken en yüksek üretimin gerçekleştiği 2019'da üretim 15,3 milyon tonu geçmiştir. Soya fasulyesi üretimi 2010'da 1,2 milyon ton dolaylarında gerçekleşmiş, 2020'de ise üretim miktarı 4 milyon tonunun üzerine çıkmıştır. Çavdar ve pirinç üretimlerinde yıllara göre dalgalanmalar söz konusudur. Çavdar üretiminde en yüksek üretim 2013 yılında yaklaşık 3,4 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Pirinç üretiminde ise 11 yıllık periyotta önemli bir üretim değişimi görülmemektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Rusya'nın 2010-2020 yılları arasındaki seçilmiş stratejik tarım ürünlerinin üretim miktarları (ton)

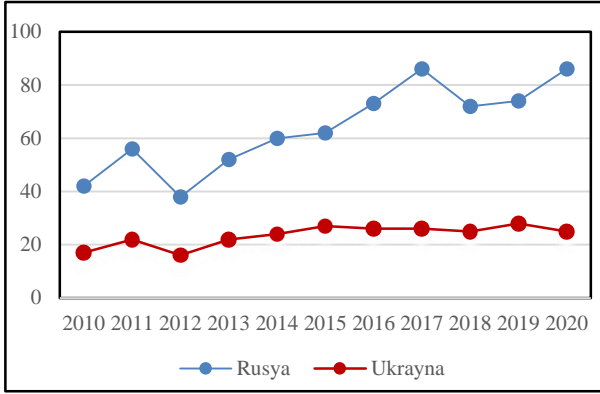
Yıllar	Buğday	Mısır	Arpa	Yulaf	Ayçiçeği Ç.	Soya F.	Çavdar	Pirinç
2010	41.507.581	3.084.351	8.350.023	3.219.582	5.344.821	1.222.371	1.635.631	1.060.658
2011	56.239.994	6.962.438	16.938.002	5.332.134	9.062.022	1.640.966	2.970.747	1.055.574
2012	37.719.640	8.212.924	13.951.676	4.027.274	7.494.657	1.683.123	2.131.519	1.051.891
2013	52.090.797	11.634.943	15.388.704	4.931.822	9.842.356	1.517.152	3.359.873	934.943
2014	59.711.382	11.332.138	20.444.258	5.273.812	8.475.346	2.363.562	3.280.759	1.048.566
2015	61.785.799	13.173.296	17.546.155	4.535.641	9.280.296	2.708.170	2.086.675	1.109.762
2016	73.345.679	15.281.594	17.967.161	4.765.889	11.015.109	3.142.693	2.547.878	1.080.886
2017	86.002.542	13.208.095	20.628.955	5.456.237	10.480.958	3.621.712	2.548.719	986.620
2018	72.136.149	11.419.020	16.991.907	4.719.324	12.755.725	4.026.850	1.916.056	1.038.222
2019	74.452.692	14.282.352	20.489.088	4.424.433	15.379.287	4.359.956	1.428.421	1.098.660
2020	85.896.326	13.879.201	20.938.993	4.132.096	13.314.418	4.307.593	2.377.629	1.141.819

FAOSTAT 2010-2020 verilerine göre Ukrayna, stratejik tarımsal ürünlerin üretiminde önemli bir paya sahiptir. Özellikle buğday, mısır ve ayçiçeği çekirdeği üretiminde yıllara göre bir dalgalanma olsa da belirgin artışlar da söz konusudur. Buğday üretim miktarı 2010 yılında 16,8 milyon ton dolayında iken en yüksek üretim 2019'da 28 milyon tonun üzerine çıkmıştır. Mısır üretiminde de aynı dönemde belirgin artışlar meydana gelmiş, 2010'da yaklaşık 12 milyon ton olan mısır üretimi, 2019'da 36 milyon tona yaklaşmıştır. Arpa üretiminde 2010-2020 yılları arasında dalgalanmalar yaşanmış, ancak üretim miktarı ortalama 8 milyon ton civarında kalmıştır. Ukrayna yulaf üretiminde Rusya'ya göre oldukça geridedir. Ukrayna'nın yulaf üretim miktarı genel olarak 400 bin ton ila 600 bin ton dolaylarındadır. Ayçiçeği çekirdeği üretimi 2010'da 7 milyon tona yaklaşmış, 2019'da üretim miktarı 15,3 milyon tonla en yüksek seviyeye ulaşmış, 2020'de ise üretimde düşüş yaşanmıştır. Soya fasulyesi üretimi 2010 yılında 1,7 milyon ton dolaylarında iken, en fazla üretim 4,5 milyon tonla 2018'de gerçekleşmiştir. Çavdar ve mısır üretiminde Ukrayna'nın üretimi Rusya'ya göre oldukça düşüktür (Çizelge 2).

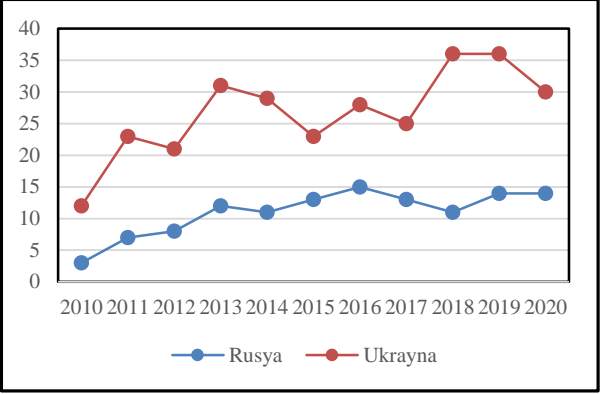
**Çizelge 2.** Ukrayna'nın 2010-2020 yılları arasındaki seçilmiş stratejik tarım ürünlerinin üretim miktarları (ton)

Yıllar	Buğday	Mısır	Arpa	Yulaf	Ayçiçeği Ç.	Soya F.	Çavdar	Pirinç
2010	16.851.300	11.953.000	8.484.900	458.500	6.771.500	1.680.200	464.900	148.000
2011	22.323.600	22.837.900	9.097.700	505.600	8.670.500	2.264.400	578.900	169.900
2012	15.762.600	20.961.300	6.936.400	629.700	8.387.100	2.410.200	676.800	159.800
2013	22.279.300	30.949.550	7.561.640	467.270	11.050.480	2.774.300	637.730	145.050
2014	24.113.970	28.496.810	9.046.060	612.460	10.133.750	3.881.930	478.000	50.880
2015	26.532.100	23.327.570	8.288.380	488.510	11.181.120	3.930.600	391.070	62.510
2016	26.098.830	28.074.610	9.435.710	499.890	13.626.890	4.276.990	391.560	64.700
2017	26.208.980	24.668.750	8.284.890	471.410	12.235.520	3.899.370	507.850	63.940
2018	24.652.840	35.801.050	7.349.140	418.460	14.165.170	4.460.770	393.780	69.210
2019	28.370.280	35.880.050	8.916.780	422.000	15.254.120	3.698.710	334.680	54.570
2020	24.912.350	30.290.340	7.636.340	510.000	13.110.430	2.797.670	456.780	60.680

Her iki ülkenin FAOSTAT 2010'dan 2020'ye kadar olan raporlarından elde edilen verilere göre belirtilen yıllardaki buğday üretimine bakıldığında üretim miktarlarında artışlarının olduğu dikkat çekmektedir. Rusya'nın buğday üretim miktarı 2020 yılında 25 milyon tona yaklaşmıştır (Şekil 8). Mısır üretiminde dalgalanmalar yaşayan Ukrayna'nın mısır üretimi 2020 yılında 30 milyon tonun üzerine çıkmıştır. Rusya ise 2010 yılından 2020'ye kadar olan periyotta üretimi yaklaşık 2 kat arttırmıştır (Şekil 9).

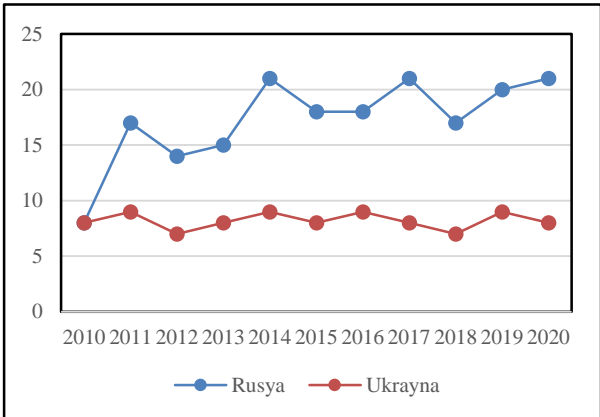


Şekil 8. Rusya ve Ukrayna buğday üretim miktarları (milyon ton)

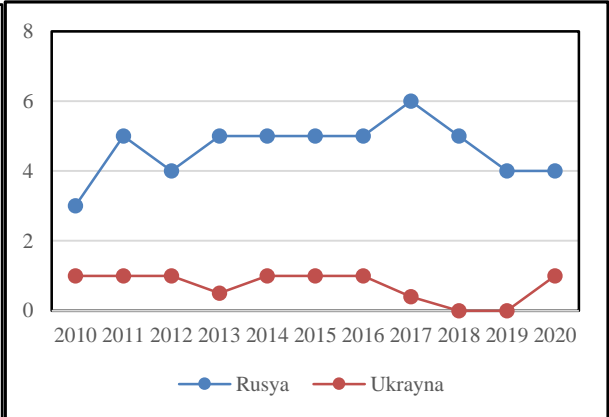


Şekil 9. Rusya ve Ukrayna mısır üretim miktarları (milyon ton)

Rusya ve Ukrayna, buğday üretimi yanında dünya arpa üretiminde de önemli paya sahip ülkeler arasındadırlar. 2010 ve 2020 yılları arasında her iki ülkede de üretimde dalgalanmalar yaşanmıştır. Rusya üretimde 2020 yılında 21 milyon tona ulaşmıştır, Ukrayna 2019 yılında yaklaşık 9 milyon ton üretim gerçekleştirmiştir (Şekil 10). Ukrayna'da 2010-2020 yılları arasındaki periyotta gerçekleştirilen toplam yulaf üretiminin ortalamasının yaklaşık 500 bin ton civarında olduğu görülmektedir. Rusya'da ise aynı dönemde ortalama üretim 5 milyon ton civarındadır (Şekil 11).

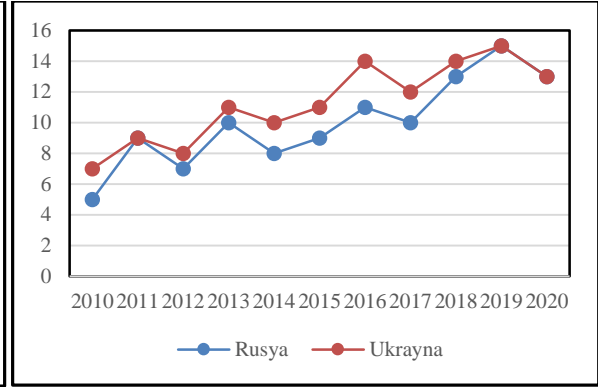
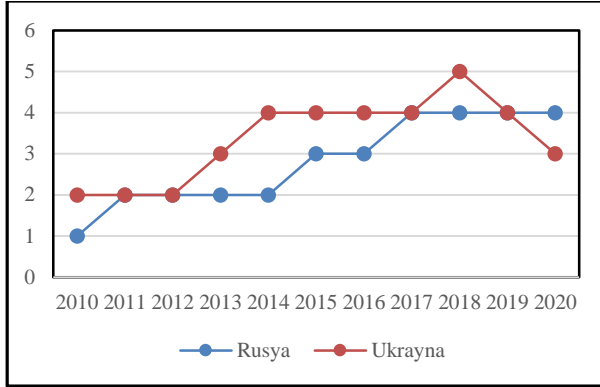


Şekil 10. Rusya ve Ukrayna arpa üretim miktarları (milyon ton)



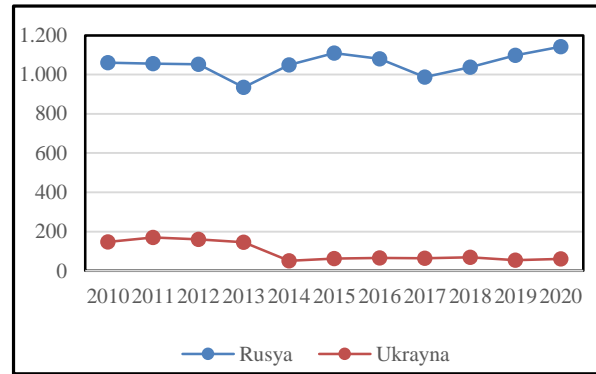
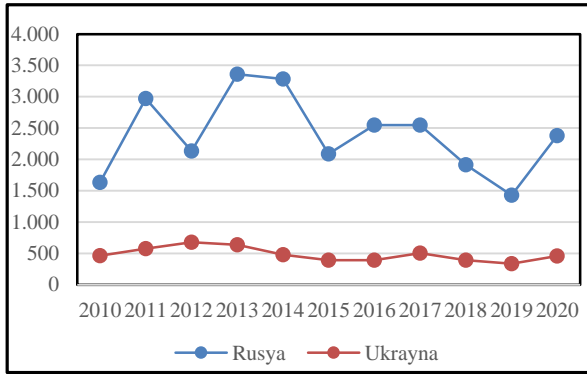
Şekil 11. Rusya ve Ukrayna yulaf üretim miktarları (milyon ton)

Soya fasulyesi ve ayçiçeği çekirdeği üretiminde önemli bir paya sahip olan Rusya ve Ukrayna'da üretimde yıllara göre düşüş ve yükselişler görülmektedir. Ukrayna'nın soya fasulyesi üretiminin Rusya'ya göre daha fazla olduğu dikkat çekmektedir. Ukrayna'da soya fasulyesi üretimi 2018 yılında 5 milyon ton seviyesine ulaşmış, ancak devam eden dönemde üretimde düşüşler meydana gelmiştir. Rusya'da ise soya fasulyesi üretiminin en yüksek olduğu seviye ortalama 4 milyon ton dolaylarındadır (Şekil 12). Her iki ülkenin soya fasulyesi üretimi 2011, 2012, 2017 ve 2019 yıllarında birbirlerine yakın seviyelerdedir. Ancak Ukrayna'nın üretiminde son yıllarda belirgin bir düşüş yaşandığı görülmektedir. Ukrayna ayçiçeği çekirdeği üretiminde 2010-2018 yılları arasında Rusya'dan daha fazla üretim yapmıştır. 2018'den itibaren Rusya ile Ukrayna'nın üretim miktarları birbirine yaklaşmış ancak her iki ülkede 2020 yılında üretimde düşüşler yaşanmıştır (Şekil 13).



Şekil 12. Rusya ve Ukrayna soya fasulyesi üretim miktarları (milyon ton) Şekil 13. Rusya ve Ukrayna ayçiçeği çekirdeği üretim miktarları (milyon ton)

Çavdar üretiminde yıllara göre belirgin düşüşler ve artışlar gerçekleştiren Rusya'da üretim 2013 yılında 3,5 milyon tona yaklaşırken, Ukrayna'da çavdar üretimi tüm yıllarda 1 milyon tonun altında kalmıştır (Şekil 14). 2010-2020 yılları arasındaki dönemde her iki ülkede pirinç üretim miktarında yıllara göre belirgin bir değişim söz konusu değildir. Rusya'daki pirinç üretiminin Ukrayna'ya göre oldukça yüksek seviyede gerçekleştiği görülmektedir (Şekil 15).



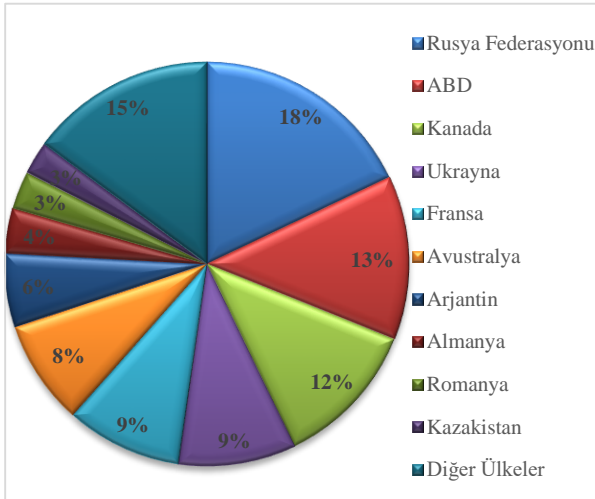
Şekil 14. Rusya ve Ukrayna çavdar üretim miktarları (bin ton) Şekil 15. Rusya ve Ukrayna pirinç üretim miktarları (bin ton)

### 3.3. Rusya ve Ukrayna'nın Tarım Ürünleri Ticareti

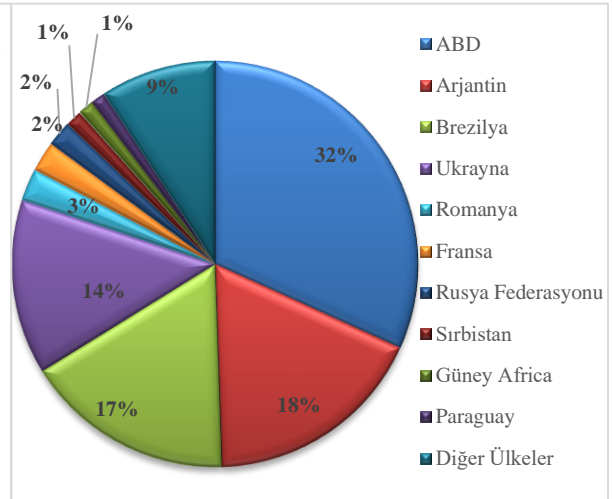
Rusya ve Ukrayna küresel tarım pazarı, gıda güvenliği ve küresel pazarlara tarım ürünlerinin tedarikinde kritik rollere sahip iki önemli ülkedir. Her iki ülke birlikte buğday, mısır ve ayçiçeği yağı dâhil olmak üzere dünya tarımsal emtiaların ana sağlayıcılarıdır. Rusya aynı zamanda dünyanın en büyük gübre ihracatçısıdır. Dünyanın farklı bölgelerindeki pek çok ülke temel gıdalarının tedarikinin büyük kısmını bu iki ülkeden yapılan ithalatla sağlamaktadır. Her iki ülke birlikte Kuzey Afrika ve Orta Doğu'daki tahıl ithalatının %50'den fazlasını karşılarken, Doğu Afrika ülkeleri tahıllarının %72'sini Rusya'dan, %18'ini Ukrayna'dan ithal etmektedir (Caprile, 2022). Yılın ilk çeyreğinde gıda ithal eden ülkelerin çoğu Rusya ve Ukrayna'dan aldıkları gıdayı stoklayarak ithalatın büyük kısmını bu ülkelere karşılamaktadır. Covid 19 pandemisine karşı ekonomik yönden toparlanmaya çalışan ve çatışmalardan olumsuz etkilenen kırılgan ekonomiler ile gıdada yüksek ithalata bağımlı olan düşük gelirli ülkeler, küresel gıda fiyat artışlarına karşı savunmasızdırlar. Dünya gıda pazarında önemli rol üstlenen Rusya ve Ukrayna, tahıl ve yağlı tohumların ana tedarikçisi konumundadırlar. Son yıllarda dünya buğdayının %34'ünü, mısırın %17'sini, arpanın %27'sini, ayçiçeği yağının %73'ünü sadece bu

iki ülke karşılaşmıştır. Rusya, gıda üretimi açısından önemli olan azot ve potasyumlu gübre ticaretinin %15'ini tek başına ihraç etmekte, Belarus'la birlikte dünya potasyumlu gübre ihracatının %33'ünü gerçekleştirmektedir. Gıda ve gübre üretimi, işlenmesi ve taşınmasında önemli bir girdi olan enerjinin de (petrol ve doğal gaz) önemli bir üreticisi ve ihracatçısıdır. Bu nedenle Rusya -Ukrayna savaşı, küresel gıda piyasaları üzerine hem doğrudan hem de gübre ve enerji yoluyla dolaylı bir etki yapmıştır (Abay vd., 2022:3-4).

Tarımsal ürünlerin (buğday, mısır, çavdar, arpa, ayçiçeği ürünleri ve soya fasulyesi) dünya ihraç oranında Rusya ve Ukrayna ilk 10 ülke arasında yer almaktadır. 2017-2021 Trade Map verilerini kullanarak ülkelerin toplam ihracat oranları belirlenmiştir. 2017-2021 yıllarının toplam buğday ihracat oranlarına bakıldığında dünyada Rusya ilk sırada, Ukrayna ise 4. sırada gelmektedir. Her iki ülkenin toplam ihracat oranı % 27'dir (Şekil 16). Dünyada en fazla mısır ihraç eden ülkelerin oransal dağılımında Ukrayna 4. Rusya ise 7. sıradadır ve her iki ülkenin toplam ihracat oranı %15'tir (Şekil 17). Rusya, mısır üretiminde 2010 ve 2020 yılları arasındaki dönemde ilk 20 ülke içerisinde yer alırken, 2017 ila 2021 yılları arasındaki toplam mısır ihracatında ise 7. sırada bulunmaktadır.

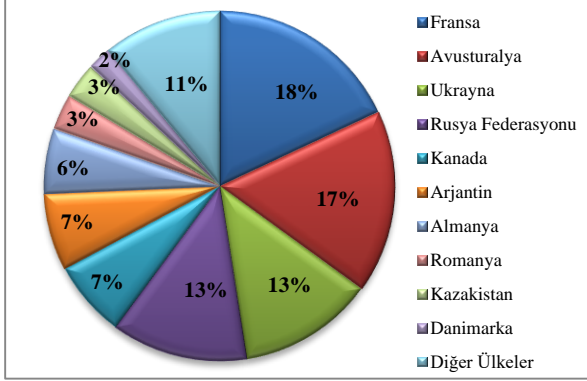


Şekil 16. En fazla buğday ihraç eden ülkelerin oranı

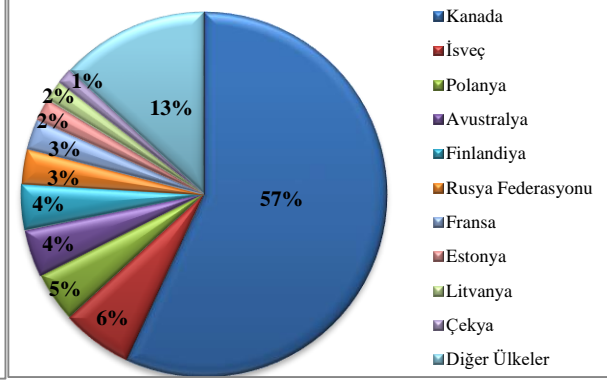


Şekil 17. En fazla mısır ihraç eden ülkelerin oranı

Dünyada en fazla arpa üreten ve ihraç eden ülkeler arasında Rusya ve Ukrayna gelmektedir. 2017-2021 yıllarını kapsayan dönemde en fazla arpa ihraç eden ilk on ülke içinde Ukrayna 3. Rusya ise 4. sıradadır (Şekil 18). Yine aynı dönemde toplam yulaf ihracatı yapan ülkeler arasında Rusya 6. sırada yer almaktadır. Ukrayna ise yulaf ihracatında ilk on ülke arasında yer almadığından diğer ülkeler içerisinde verilmiştir (Şekil 19).

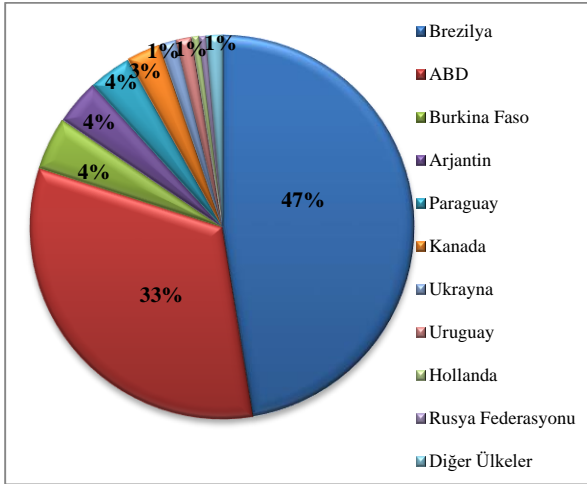


Şekil 18. En fazla arpa ihraç eden ülkelerin oranı

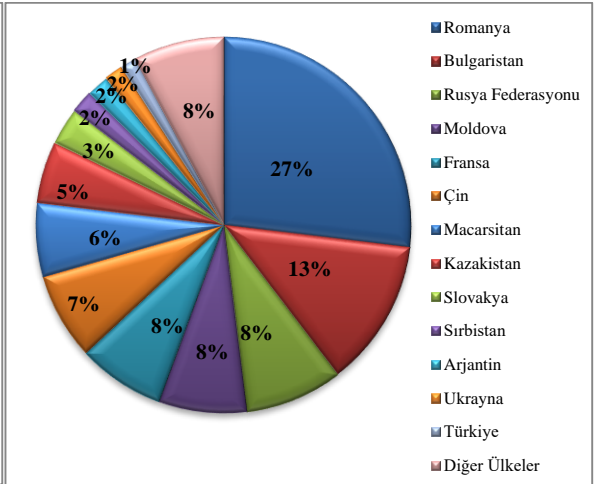


Şekil 19. En fazla yulaf ihraç eden ülkelerin oranı

2017-2021 yıllarını kapsayan dönemde toplam ihracat oranlarına göre dünya soya fasulyesinde Ukrayna 7. Rusya ise 10. sırada yer almaktadır (Şekil 20). Ayçiçeği çekirdeği ihracatında Rusya 3. Ukrayna ise 12. sırada bulunmaktadır. Her iki ülkenin ayçiçeği çekirdeği ihracat oranı toplam %10'dur (Şekil 21).



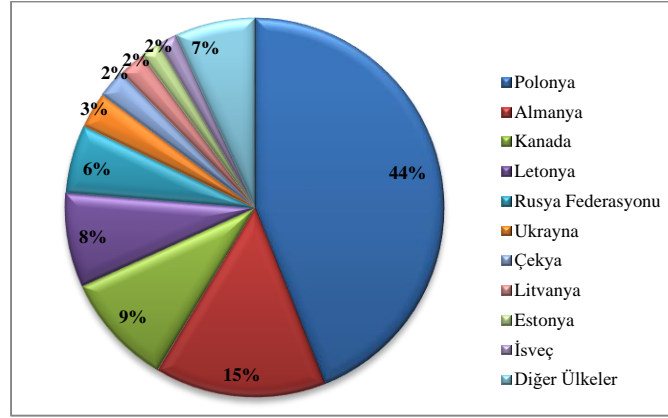
Şekil 20. En fazla soya fasulyesi ihraç eden ülkelerin oranı



Şekil 21. En fazla ayçiçeği çekirdeği ihraç eden ülkelerin oranı

2017-2021 yıllarını kapsayan dönemde toplam dünya çavdar ihracatında Rusya 5. sırada yer almakta ve onu Ukrayna takip etmektedir. Her iki ülkenin çavdar ihracat oranı toplam % 9'dur (Şekil 22).

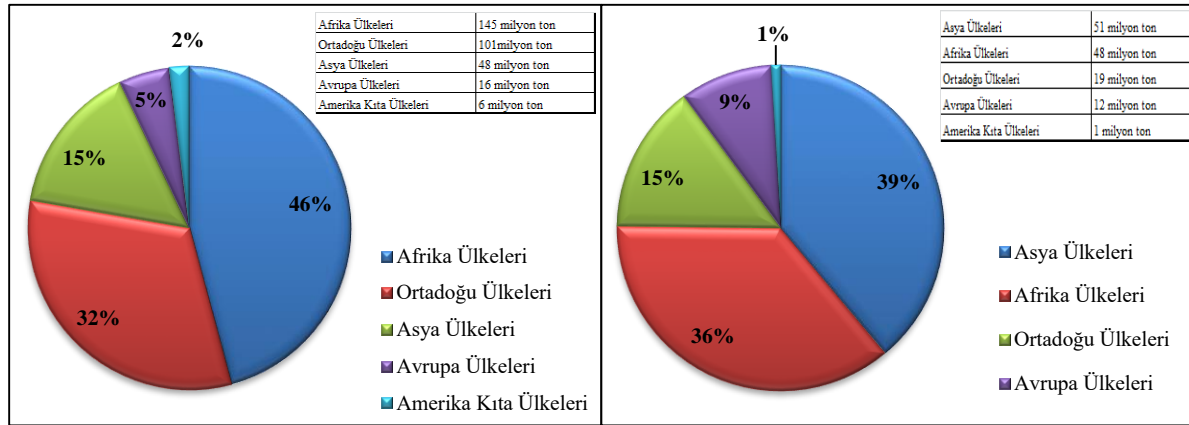




Şekil 22. En fazla çavdar ihrac eden ülkelerin oranı

Bölge ülkelerine göre tarımsal ürünlerin ihracat oranlarının dağılımları ürünlere göre değişiklik göstermektedir. Ürünlerin ihracatı genel olarak Orta Doğu ve Avrupa ülkelerine yapılmaktadır. FAOSTAT'tan elde edilen verilere göre 2010-2020 yılları arasında her iki ülkenin buğday, mısır, arpa, ayçiçeği, soya fasulyesi, yulaf ve çavdar gibi tarım ürünleri ihracatları toplanarak ülkelere göre oranları belirlenmiştir.

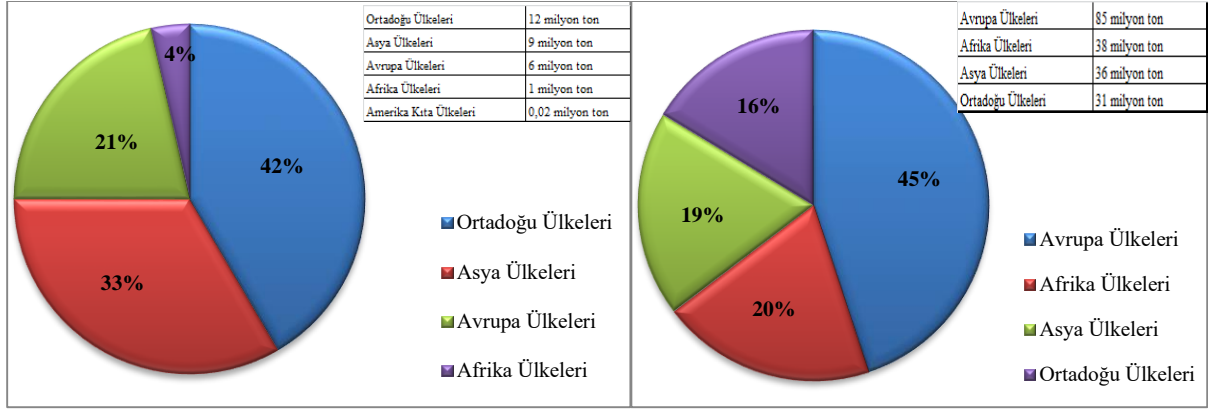
Rusya'nın 2010-2020 yıllarını kapsayan dönemde toplam en fazla buğday ihracatı yaptığı ülkeler % 45 oranla (145 milyon ton) Afrika ülkeleridir. Orta Doğu ülkeleri % 32 (101 milyon ton) ile 2. sırada gelmektedir (Şekil 23). Ukrayna'nın en fazla toplam buğday ihracatı yaptığı ülkeler sırasıyla Asya ve Afrika ülkeleridir. Asya ülkelerine toplam ihracat oranı %39 (51 milyon ton), Afrika ülkelerine ise % 36 (48 milyon ton)'dır (Şekil 24).



Şekil 23. Kıta ve Bölgelere Göre Rusya'nın buğday ihracat oranı

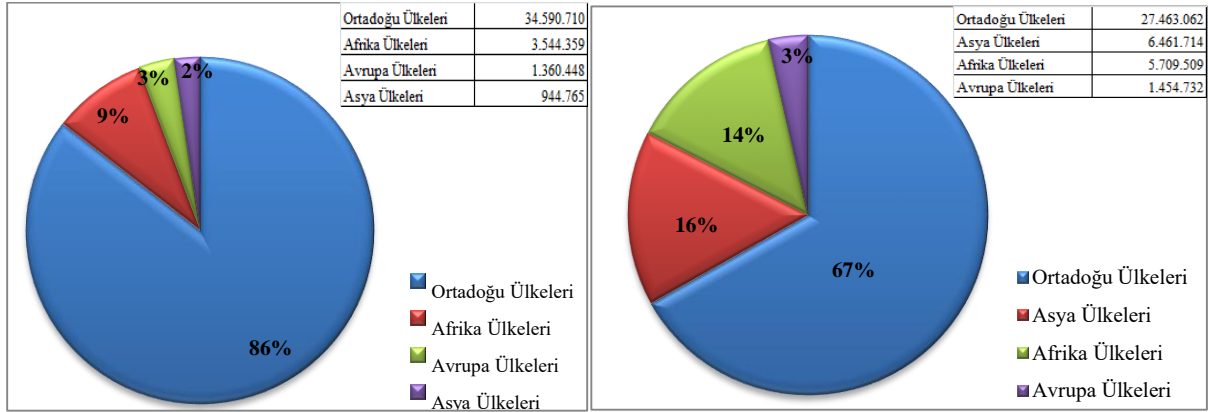
Şekil 24. Kıta ve Bölgelere Göre Ukrayna'nın buğday ihracat oranı

Rusya'nın 2010-2020 yıllarını kapsayan dönemde toplam mısır ihracatı en fazla % 42'lik oranla Orta Doğu ülkelerine gerçekleştirilmiş, % 33'lük oranla Asya ülkeleri 2. sırada yer almıştır (Şekil 25). Ukrayna ise mısır ihracatını daha çok Avrupa ülkelerine yapmış, mısır ihracatında Avrupa ülkeleri % 45 oranıyla ilk sırada, Afrika ülkeleri % 20 oranıyla 2. sırada gelmektedir (Şekil 26).



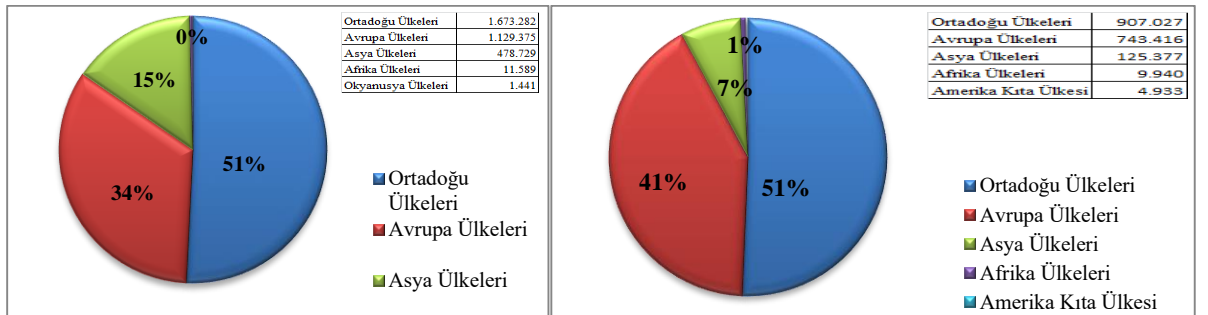
Şekil 25. Kıta ve Bölgelere Göre Rusya'nın mısır ihracat oranı Şekil 26. Kıta ve Bölgelere Göre Ukrayna'nın mısır ihracat oranı

2010-2020 yıllarını kapsayan dönemde her iki ülkenin de toplam arpa ihracat oranı en fazla Orta Doğu ülkelerine olmuştur. Rusya, arpa ihracatının neredeyse tamamına yakını (% 86), Ukrayna ise yarından fazlasını (% 67) Orta Doğu ülkelerine gerçekleştirmiştir (Şekil 27-28).



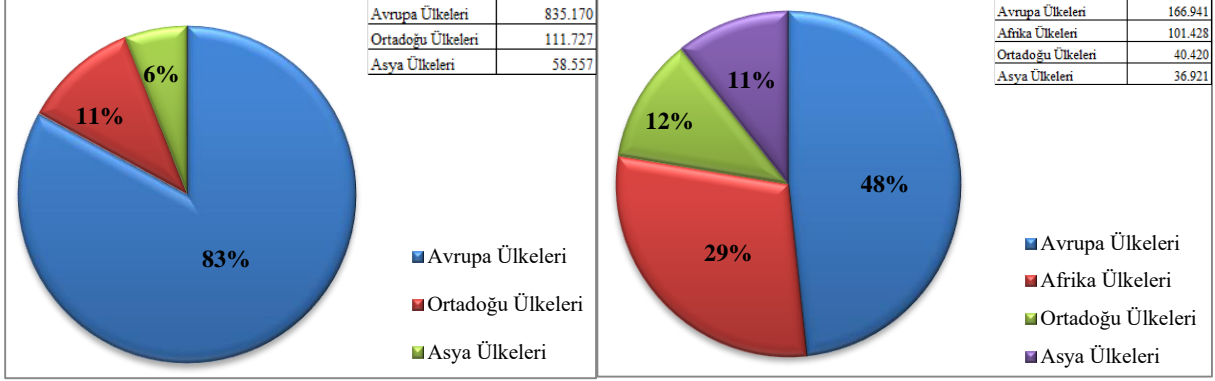
Şekil 27. Kıta ve Bölgelere Göre Rusya'nın arpa ihracat oranı Şekil 28. Kıta ve Bölgelere Göre Ukrayna'nın arpa ihracat oranı

2010-2020 döneminde toplam ayçiçeği çekirdeği ihracatında Rusya ve Ukrayna ihracatlarının yarından fazlasını (% 51) Orta Doğu ülkelerine gerçekleştirmişlerdir. Rusya % 34'lük (Şekil 29), Ukrayna ise % 41'lik oranla 2. sırada Avrupa ülkelerine ihracat yapmışlardır (Şekil 30).



Şekil 29. Kıta ve Bölgelere Göre Rusya'nın ayçiçeği ç. ihracat oranı Şekil 30. Kıta ve Bölgelere Göre Ukrayna'nın ayçiçeği ç. ihracat oranı

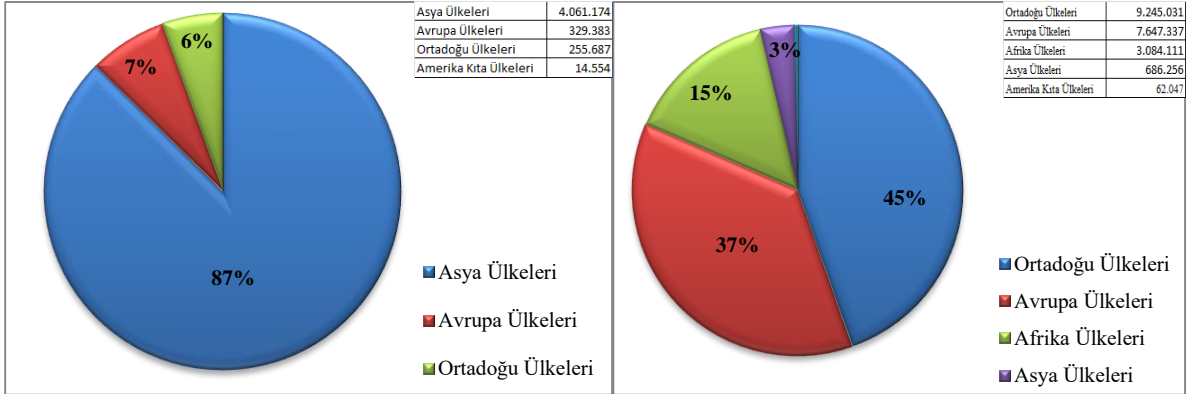
2010-2020 yıllarını kapsayan dönemde toplam her iki ülkenin de çavdar ihracatında ilk sırada Avrupa ülkeleri gelmektedir. Rusya'nın Avrupa ülkelerine ihracat oranı % 83 (Şekil 31), Ukrayna'nın ise % 48'dir (Şekil 32).



Şekil 31. Kıta ve Bölgelere Rusya'nın çavdar ihracat oranı

Şekil 32. Kıta ve Bölgelere Göre Ukrayna'nın çavdar ihracat oranı

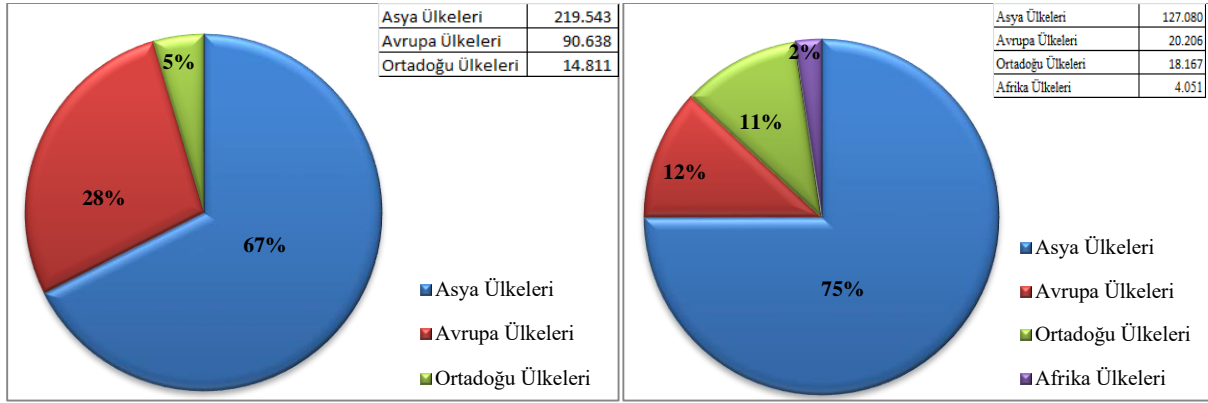
Yine aynı dönemde toplam soya fasulyesi ihracatının büyük oranını Rusya (% 87) Asya ülkelerine yapmıştır (Şekil 33). Ukrayna soya fasulyesi ihracatını % 45 oranıyla en fazla Ortadoğu ülkelerine gerçekleştirmiştir (Şekil 34).



Şekil 33. Kıta ve Bölgelere Göre Rusya'nın soya f. ihracat oranı

Şekil 34. Kıta ve Bölgelere Göre Ukrayna'nın soya f. ihracat oranı

2010-2020 yıllarını kapsayan dönemde toplam yulaf ihracatını her iki ülke en fazla Asya ülkelerine yapmıştır. Bu ihracatın % 67'si Rusya (Şekil 35), % 75'i Ukrayna tarafından gerçekleştirilmiştir (Şekil 36).



Şekil 35. Kıta ve Bölgelere Göre Rusya'nın yulaf ihracat oranı Şekil 36. Kıta ve Bölgelere Göre Ukrayna'nın yulaf ihracat oranı

Rusya ve Ukrayna, arpa, ayçiçeği ürünleri ve mısır ihracatında dünyada ilk beş ülke içinde yer almakta ve buğday ihracatının da yaklaşık üçte birini gerçekleştirmektedir (Çizelge 3). Dünyanın dördüncü büyük buğday ithalatçısı konumundaki Nijerya, ithalatının dörtte birini Rusya ve Ukrayna'dan yapmaktadır. Kamerun, Tanzanya, Uganda ve Sudan, buğday ithalatının % 40'ından fazlasını Rusya ve Ukrayna'dan sağlamaktadır. BM Dünya Gıda Programı (WFP), dünyaya dağıttığı buğdayın yarısını Ukrayna'dan satın almaktadır (Human Rights Watch, 2022).

Çizelge 3. 2021 yılı seçilmiş ürünlerde Ukrayna ve Rusya ihracatının yüzde payı

Emtia	Ukrayna (%)	Rusya (%)	Rusya ve Ukrayna (%)
Buğday	10	24	34
Mısır	15	2	17
Arpa	13	14	27
Ayçiçeği yağı	31	24	55
Ayçiçeği keki	61	20	81
Sebze yağları	–	–	10
Beyaz balık (Alaska Pollock)	–	16	–
Gübre mineral ara ürünleri*	–	13	–
İşlenmiş gübreler	–	16	–
Küresel olarak ticareti yapılan gıda kalorileri	6	5.8	11.8

\* amonyak, fosfat kaya, kükürt. **Kaynak:** Caprile, 2022.

2010-2020 yılları arasındaki döneme ait FAOSTAT verilerine göre Rusya'nın buğday, mısır, arpa, yulaf, ayçiçeği çekirdeği, soya fasulyesi gibi tarım ürünlerinin ihracat miktarlarında önemli artışlar olmuştur. 2010 yılında 12 milyon tona yaklaşan buğday ihracatı, 2018'de 44 milyon tona ulaşmıştır. 2018 yılından sonra yaşanan iklimsel olumsuzluklar ve Covid-19 salgını nedeniyle buğday ihracatı 2019 ve 2020 yıllarında gerilemiş 2020 yılı ihracatı 37 milyon ton seviyesinde gerçekleşmiştir. Ülkenin mısır ihracatı 2010 yılında 200 bin ton civarında iken 2016 ve 2017 yıllarında ihracat 5 milyon tonu geçmiştir. Arpa ihracatı 2010'da 1,5 milyon ton iken, 2018 yılında 5,5 milyon tona ulaşmıştır. Yulaf ihracatı 2010 yılında 3 bin ton iken 2019'da bu miktar 115 bin tona yükselmiştir. Ayçiçeği çekirdeği ihracatı 2010'da 640 bin ton dolayında iken 2020 yılında ihracat 2 milyon tona yaklaşmıştır. Soya fasulyesi ihracatında 2010 yılından 2020 yılına kadar ihracat 780 tondan yaklaşık 1,2 milyon tona yükselerek önemli artışlar meydana gelmiştir. Çavdar ihracatında yıllara göre dalgalanmalar görülmektedir. 2012 yılında 281 bin tonu geçen ihracat, 2016 yılında 3 bin tona

gerilemiştir. Pirinç ihracatında da yıllara göre dalgalanmalar yaşanmış olsa da en fazla ihracat 2012 yılında 174 bin tona yaklaşmış, 2017 yılında ise 33 bin tona gerilemiştir (Çizelge 4).

**Çizelge 4.** Rusya'nın 2010-2020 yılları arasında seçilmiş tarım ürünlerinin ihracat miktarları (ton)

Yıllar	Buğday	Mısır	Arpa	Yulaf	Ayçiçeği Ç.	Soya F.	Çavdar	Pirinç
2010	11.848.321	230.041	1.541.613	3.635	640.183	780	9.124	145.856
2011	15.185.953	721.626	2.067.324	6.906	733.576	4.547	84.828	61.467
2012	16.088.832	2.196.553	3.430.077	14.432	1.856.241	119.689	281.434	173.838
2013	13.796.347	2.599.289	2.324.981	3.925	1.417.629	83.582	48.586	75.800
2014	22.139.263	3.487.880	4.009.568	7.075	1.682.602	78.731	94.134	109.665
2015	21.234.225	3.697.593	5.294.968	16.998	1.252.735	382.660	123.378	54.216
2016	25.326.784	5.324.066	2.862.500	14.601	1.312.310	422.704	3.278	110.664
2017	33.025.971	5.178.687	4.632.057	15.211	1.183.325	519.704	37.823	33.201
2018	43.965.626	4.784.344	5.441.666	58.430	1.159.665	959.767	261.767	37.230
2019	31.873.170	3.119.665	3.940.653	115.014	1.825.506	894.087	59.607	64.373
2020	37.267.014	2.289.269	4.963.402	76.153	1.893.487	1.195.856	11.836	61.903

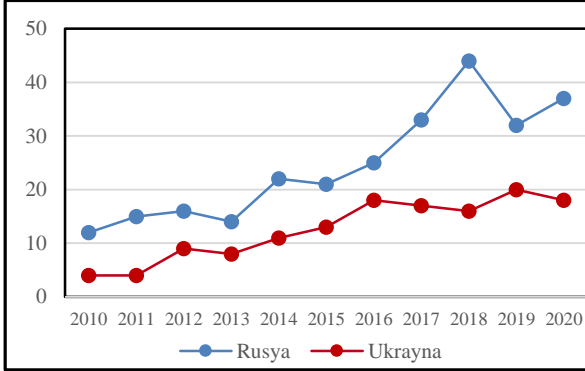
2010-2020 yılları arasındaki döneme ait FAOSTAT verilerine göre Ukrayna'nın buğday, mısır, arpa, soya fasulyesi gibi tahıl ürünlerinin ihracat miktarlarında önemli artışlar meydana gelmiştir. Buğday ihracatı 2010 yılında 4 milyon tonu geçmiş, 2019'da ise bu miktar 20 milyon tonun üzerine çıkmıştır. Ülkenin mısır ihracatında 2010 ile 2020 yılları arasında önemli değişimler yaşanmış 2010 yılında 3 milyon tona yakın olan ihracat, 2019'da 32 milyon tonu geçmiştir. Arpa ihracatı 2010-2020 yılları arasında 2 ila 5 milyon ton arasında gerçekleşmiştir. Yulaf ihracatında 2010-2020 yılları arasında değişimler meydana gelmiş, ülkenin ihracatı en fazla 2015 yılında 58 bin ton seviyesine yaklaşmıştır. Ayçiçeği çekirdeği ihracatı en fazla 2011 yılında 406 bin ton seviyesinde olmuştur. Ülke soya fasulyesi üretimi ve ihracatını yıllara göre arttırmış, 2019 yılında ihracatı 3,5 milyon tonu geçmiştir. Çavdar ihracatında da yıllara göre değişimler olmuş en fazla ihracat 2018 yılında 104 bin tona yaklaşmıştır. Ülkenin pirinç üretimi ve ihracatı diğer ürünlere göre daha azdır. 2010-2020 yılları arasındaki dönemde bazı yıllarda ihracat gerçekleşmemiştir. En fazla pirinç ihracatı 2012 yılında 25 bin tonun üzerinde gerçekleşmiştir (Çizelge 5).

**Çizelge 5.** Ukrayna'nın 2010-2020 yılları arasında seçilmiş tarım ürünlerinin ihracat miktarları (ton)

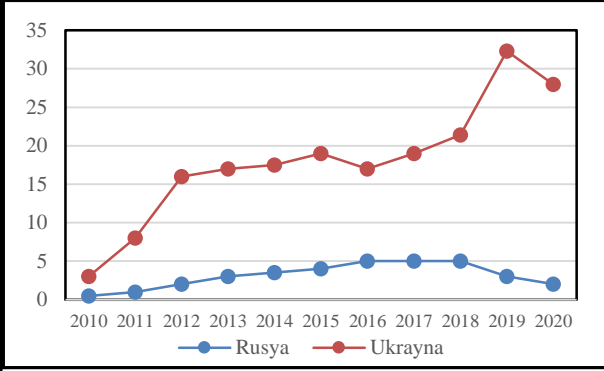
Yıllar	Buğday	Mısır	Arpa	Yulaf	Ayçiçeği Ç.	Soya F.	Çavdar	Pirinç
2010	4.302.773	2.888.339	4.593.353	19.671	307.993	195.711	93.314	0
2011	4.097.309	7.806.319	2.144.736	398	406.070	1.096.303	6.326	0
2012	8.679.388	15.630.889	2.582.018	1.625	282.097	1.480.937	10.487	25.138
2013	7.762.279	16.729.468	2.339.530	2.790	70.209	1.492.494	15.828	23.298
2014	10.543.788	17.556.531	4.165.877	8.984	73.896	1.675.050	58.894	1.400
2015	13.451.830	19.048.697	4.629.500	57.801	47.690	2.198.958	22.723	0
2016	17.920.945	17.275.407	4.801.693	41.759	196.583	2.735.662	6.143	154
2017	17.314.278	19.394.541	4.855.317	11.016	73.230	2.866.547	25.041	23
2018	16.373.389	21.440.629	3.597.474	8.088	58.704	2.240.982	103.937	0
2019	20.022.073	32.345.876	4.143.432	10.195	101.314	3.622.614	13.222	0

2020	18.055.673	27.945.605	5.046.350	15.731	187.900	1.789.059	4.909	404
------	------------	------------	-----------	--------	---------	-----------	-------	-----

Rusya'nın buğday ihracatı 2018 yılında 44 milyon tonu bulurken, Ukrayna'nın 2019 yılı ihracatı 20 milyon tonu geçmiştir (Şekil 37). Dünya mısır ihracatında Ukrayna Rusya'ya göre daha büyük bir pay sahibidir. Rusya, en fazla mısır ihracatını 5 milyon ton ile 2016'da, Ukrayna ise 2019'da 32 milyon tonun üzerinde gerçekleştirmiştir (Şekil 38).

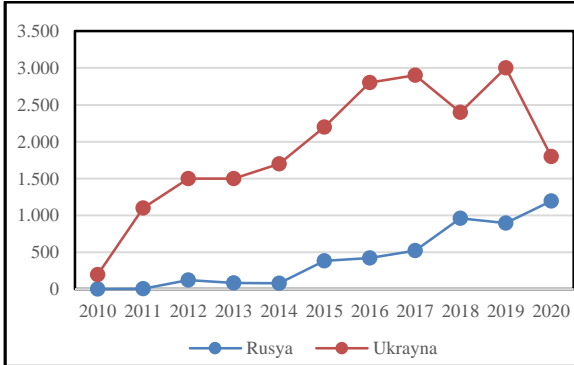


Şekil 37. Rusya ve Ukrayna buğday ihracatı (milyon ton)

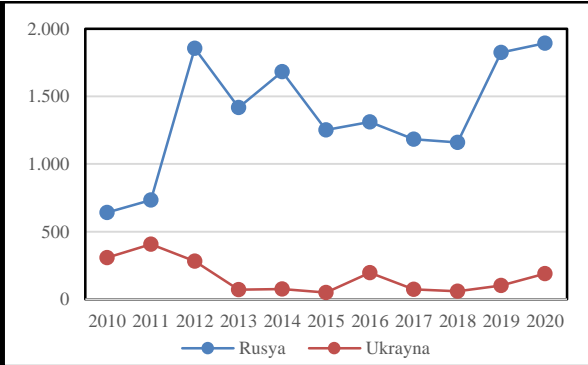


Şekil 38. Rusya ve Ukrayna mısır ihracatı (milyon ton)

Soya fasulyesi ihracatı her iki ülkede 2010 yılında düşük seviyelerde iken, 2010'dan sonraki dönemde ihracat miktarı artış göstermiştir. Ukrayna'nın ihracat payı Rusya'ya göre oldukça yüksek seyretmekle birlikte 2019'dan sonra düşüş eğilimine girmiştir (Şekil 39). Rusya'nın ayçiçeği çekirdeği ihracatındaki payı Ukrayna'nın ihracatının çok daha üstündedir. Bu ihracat miktarı 2012 ve 2019-2020 yıllarında en yüksek seviyede gerçekleşmiştir (Şekil 40).

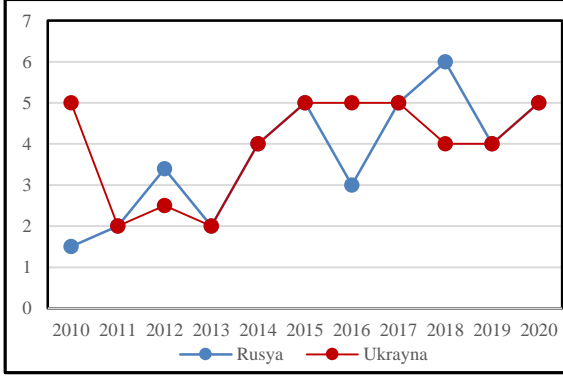


Şekil 39. Rusya ve Ukrayna soya fasulyesi ihracatı (bin ton)

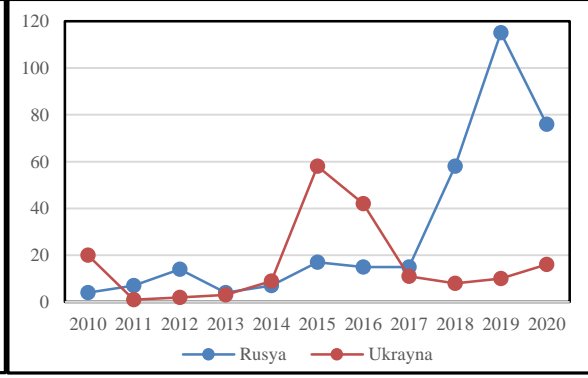


Şekil 40. Rusya ve Ukrayna ayçiçeği çekirdeği ihracatı (bin ton)

Rusya'nın arpa ihracatının en yüksek seviyeye çıktığı yıl 2018, Ukrayna'nın ise 2020'dir (Şekil 41). Yulaf ihracatında her iki ülkenin payları yıllara göre değişim göstermektedir. Rusya'nın yulaf ihracatının en yüksek seviyeye çıktığı yıl 2019, Ukrayna'nın ise 2015'dir (Şekil 42).

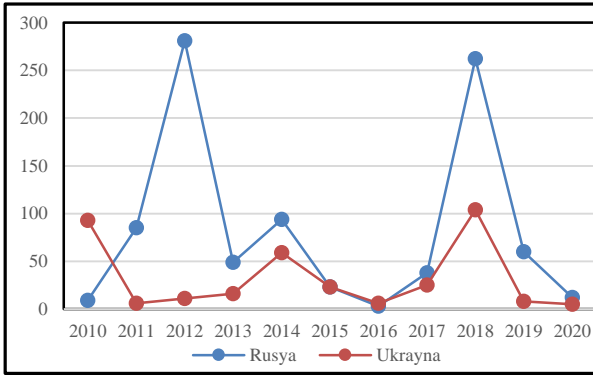


Şekil 41. Rusya ve Ukrayna arpa ihracatı (milyon ton)

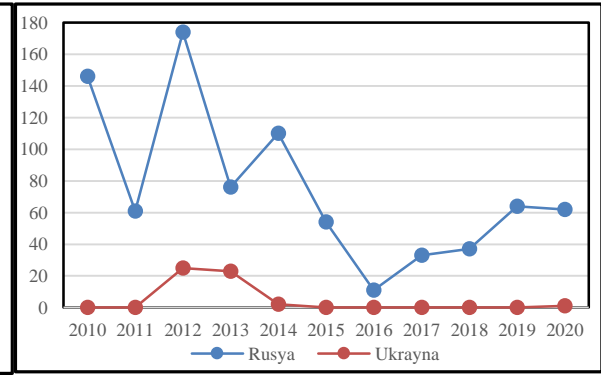


Şekil 42. Rusya ve Ukrayna yulaf ihracatı (bin ton)

Çavdar ihracatında her iki ülkede 2010 yılından 2020 yılına kadar belirgin artışlar ve düşüşler yaşanmıştır. Rusya en fazla ihracatını 2012 yılında, Ukrayna ise 2018'de yapmıştır (Şekil 43). Rusya'nın pirinç ihracatı en fazla 2012 yılında gerçekleşmiştir. Ukrayna'nın pirinç üretiminin düşük olması ihracat miktarını da etkilemektedir. 2010-2020 yıllarını kapsayan dönemde Ukrayna'nın pirinç ihracatında belirgin değişimler yaşanmamıştır (Şekil 44).



Şekil 43. Rusya ve Ukrayna çavdar ihracatı (bin ton)



Şekil 44. Rusya ve Ukrayna pirinç ihracatı (bin ton)

Rusya ve Ukrayna tahıl ürünlerinin üretiminde ve dünya ticaretinde büyük paya sahip ülkelerdir. Bu bağlamda toplumların en önemli besin kaynakları olan tahıl ürünlerinin üretiminin iki ülke arasında yaşanan gerginliklerden etkilenmesi ve dünya gıda güvenliğini tehdit etmesi kaçınılmaz olmuştur. Rusya-Ukrayna savaşı, Ukrayna'nın üretim ve ihracat kabiliyetini derinden etkilemiş, Ukrayna'nın tahıl ihracatını 2022 yılının ilk yarısında bir önceki yıla göre % 40 oranında düşürmüştür.

Rusya, kendisine uygulanan uluslararası yaptırımlara binaen Ukrayna'nın sevkiyat için ayrılmış olan yaklaşık 25 milyon ton tahılının dünya pazarlarına gemilerle çıkışını engellediği gibi nakliye yollarını da kesmiştir (Kumar, 2022). Rusya'ya uygulanan yaptırımlar ve Rusya'nın Ukrayna nakliye yollarını kesmesi küresel ölçekte büyük bir gıda krizi tehdidi oluşturmuştur. Bu krizin büyümeden çözümü için Türkiye her iki ülke ile görüşmeler yapmış, bu görüşmeler sonucu savaşan iki ülkenin menfaatine ve dünya gıda krizinin çözümüne yönelik önemli bir adım atılarak "Tahıl Koridoru Anlaşması" imzalanmıştır.

### 3.4. Tahıl Koridoru Anlaşması

Dünyanın yaşadığı gıda güvenliği tehlikesine karşı Türkiye, Rusya, Ukrayna ve Birleşmiş Milletler (BM)'in taraf olduğu Ukrayna limanlarından tahıl ve gıda ürünlerinin güvenli bir şekilde taşınmasına ilişkin girişim, 22 Temmuz 2022'de İstanbul'da imzalanan bir anlaşma ile hayata geçirilmiştir. Bu girişim, değiştirilmiş şekliyle 1974 yılı Denizde Can Güvenliği Uluslararası Sözleşmesi (SOLAS), XI-2/11 Düzenlemeleri ve Uluslararası Gemi ve Liman Tesisi Güvenlik Kodu (ISPS Kodu) taraflarının anlaşmalarına dayanmaktadır. Amaç Ukrayna'nın Odesa, Chernomorsk ve Yuzhny (Pivdenny) limanlarından gelen amonyak dâhil, tahıl ve ilgili gıda ürünleri ve gübrelerin ihracatı için güvenli navigasyonu kolaylaştırmaktır (Şekil 45).



**Şekil 45.** Ukrayna limanlarından yük taşıyan gemilerin deniz güzergâhları.  
**Kaynak:** United Nations/Black Sea Grain Initiative Joint Coordination Centre, 2023

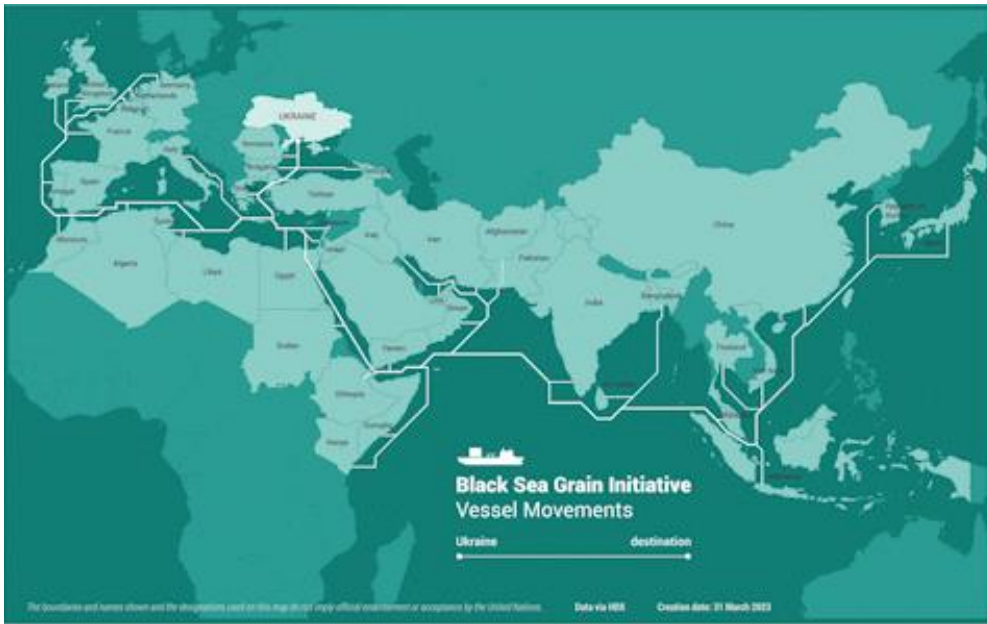
Tahıl ve gıda maddeleri taşıyan gemilerin güvenliğini sağlamak için 27 Temmuz 2022'de BM himayesinde İstanbul'da Türkiye, Rusya, Ukrayna ve BM'nin üst düzey temsilcilerinin katılımıyla "Ortak Koordinasyon Merkezi (KİK)" kurulmuştur. Denetim ekipleri Türkiye'de oluşturulmuştur. Bu girişimle ticari ve diğer sivil gemilere ve liman tesislerine herhangi bir saldırıda bulunulmayacağı



garanti altına alınmıştır. Gemiler taraflarca mutabık kalınan deniz insani koridoru boyunca ilerleyecek, hiçbir askeri geminin, uçağın, insansız hava aracının “Ortak Koordinasyon Merkezi”nin izni olmadan belirlenen koridora yaklaşması söz konusu olmayacaktır. Türk boğazlarına giriş ve çıkışlar Türkiye tarafından belirlenen limanlarda denetim ekipleri tarafından denetlenecektir. Bu girişim imzalandığı günden itibaren 120 gün süre ile yürürlükte kalacak taraflardan biri talep etmedikçe aynı süre otomatik olarak uzatılabilecektir (UN, 2022a).

1 Ağustos 2022 tarihinden itibaren KİK, Ukrayna’dan 46, Ukrayna’ya 57 seferin güvenli bir şekilde hareketini sağlamıştır. 27 Ağustos 2022 tarihi itibarıyla, Ukrayna’nın üç limanından (%60’ı Chornomorsk’tan, %21’i Yuzhny/Pivdennyi’den ve %18’i Odesa’dan) 1 milyon 43 bin 286 ton tahıl ve diğer gıda ürünleri taşınmıştır. Tahıl ve diğer gıda ürünleri bu sevkiyatlarda Türkiye (%21), Kore Cumhuriyeti (%13), İran (%12), Mısır (%11), Almanya ve Sudan (%6), Hollanda (%5), Çin, Romanya (%4), İrlanda ve İtalya (%3), Cibuti, Hindistan, İsrail ve Lübnan (%2), Fransa ve Yunanistan (%1)’a gerçekleşmiştir (UN, 2022b). Tahıl koridoru anlaşmasıyla Ukrayna limanlarından tahıl ihracatı yeniden başlamış ve aynı zamanda Rusya’nın tahıl, gübre ve gıda ihracatının dünya pazarlarına ulaşımının önü açılmıştır.

Karadeniz tahıl girişimi; dünya genelinde yaygınlaşan gıda krizinin ve kıtlığının hafifletilmesine yardımcı olunması, artan gıda ve tahıl fiyatlarının düşürülmesi, Ukrayna’nın dolu halde bekleyen tahıl silolarındaki ürünlerin dünya piyasasına çıkarılması, sigorta ve nakliye maliyetlerinin düşürülmesini sağlamak bakımından oldukça önemlidir (Bağış, 2022). Tahıl Koridoru Anlaşmasıyla küresel bir gıda krizinin önüne geçilmiş, bu anlaşma ile Ukrayna limanlarından çıkan gemiler Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkeleri başta olmak üzere, Güney ve Güneydoğu Asya, Uzak Doğu, Avrupa, Afrika boynuzu ülkelerine tahıl, gıda ve diğer (gübre vb.) malları taşımışlardır (Şekil 46).



**Şekil 46.** Ukrayna limanlarından dünya pazarlarına ulaştırılan tahıl ve gıda ürünlerinin küresel dağılımı  
**Kaynak:** UN/Black Sea Grain Initiative Joint Coordination Centre, 2023

4 Temmuz 2023 tarihi itibari ile Ukrayna limanlarından dünya pazarlarına ulaşan tahıl ve gıda ürünleri toplam 32 milyon 752 bin 683 tondur. Taşınan bu ürünlerin %51'i mısır, %27'si buğday, %6'sı ayçiçeği keki, %5'i ayçiçeği yağı, %11'i ise diğer ürünlerdir. Ukrayna'nın gıda ihracatında toplam 8 milyon metrik tonla Çin başı çekerken, İspanya toplam 6 milyon metrik tonla ikinci, Türkiye 3,2 milyon metrik tonla üçüncü, İtalya 2,1 milyon metrik tonla dördüncü, Hollanda 1,9 milyon metrik tonla beşinci sırada gelmektedir. Bu ülkeleri sırasıyla Mısır (1,6 milyon metrik ton), Bangladeş (1,1 milyon metrik ton) takip etmektedir. Stratejik tarım ürünleri sevkiyatının yaklaşık %25'i düşük ve alt-orta gelirli ülkelere (Mısır %8, Hindistan%4, İran %4, Bangladeş %2, Kenya %2, Sudan %2, Lübnan %1, Yemen %1, Somali %1, Cibuti %1 ve Tunus %1'den az), yaklaşık %25'i üst- orta gelirli (Türkiye, Çin ve Bulgaristan dâhil), %50'si İspanya, Hollanda, İtalya, Kore, Romanya, Almanya, Fransa, Yunanistan, İrlanda ve İsrail gibi yüksek gelirli ülkelere yapılmıştır. Küresel ölçekte yaşanan stratejik tarım ürünleri fiyat artışları Ukrayna'dan tahıl sevkiyatıyla birlikte düşme eğilimine girmiştir (UN/Black Sea Grain Initiative Joint Coordination Centre, 2023).

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Dünya nüfusu her geçen gün hızla büyümekte, bunun yanında bilim ve teknolojiye yaşanan hızlı gelişmeler refah seviyesini arttırmakta, gelir artışları küresel ölçekte kaynak tüketimini de yükseltmektedir. Nüfus miktarındaki büyüme su, gıda ve enerji üretimi için kullanılan doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı da hayli arttırmaktadır. Küresel iklim değişikliği, doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı büyütmede, özellikle gelişmekte olan ülkelerde milyonlarca insan gıda güvenliği tehdidi karşısında daha fazla savunmasız hale gelmektedir. Doğal çevresel faktörler yanında ülkeler arası yaşanan savaşlar ve ülke içi sıcak çatışmalar da tarımsal üretimde ve dağıtımında krizlere yol açmaktadır. Dünyada yaşanan kıtlık, açlık, yoksulluk, doğal afetler, savaşlar gıdaya erişimde tehlikenin büyümesine yol açmakta milyonlarca insanın güvenli bir şekilde gıdaya erişimini zorlaştırmaktadır.

Ülkeler arası veya ülke içi çatışmalar/savaşlar sonucu gelir istikrarında bozulma meydana gelmekte, tarım arazileri zarar görmekte, insanlar savaştıkları için tarımsal üretim iyice azalmakta ve dolayısıyla gıda güvenliği zayıflamaktadır. Sıcak çatışmalar gıda güvenliğini tehdit etmekte uzun süreli krizler yaşanabilmektedir. Rusya ve Ukrayna arasında çıkan savaş Ukrayna'nın 2022/2023 döneminde tahıl ihracatını yarı yarıya düşürmüştür. Dolayısıyla dünyanın birçok bölgesine yapılan ihracatta yaşanan aksaklıklar ülkelerin gıdaya erişimini engellemiş ve bu durum dünya gıda güvenliği tehlikesini arttırmıştır.

82 ülkeden elde edilen veriler, 2022'de 345 milyon insanın yüksek gıda güvenliği riski altında olduğunu göstermektedir. Ukrayna savaşı tahminen 47 milyon insanı böylesi bir risk ile karşı karşıya getirmiş, gıda güvenliği krizini arttırmıştır (WFP, 2022). Rusya ve Ukrayna arasında yaşanan savaş, çatışma bölgesinin çok daha ötesinde gıda güvenliği için oldukça ciddi sonuçlar doğuran büyük ölçekli küresel tedarik zinciri aksamalarına neden olmuştur. Dünya temel gıda tedarikinde ana sağlayıcılar olan her iki ülke arasındaki savaş, küresel gıda krizinin derinleşmesine yol açmıştır. Savaş nedeniyle karayolu ağında meydana gelen büyük hasarlar, aynı zamanda Ukrayna limanlarındaki gemilerin hareketinin kısıtlanması, Rusya'ya uygulanan yaptırımlar hep birlikte küresel ölçekte tarım ürünleri

(özellikle tahıl) tedarik zincirini kesintiye uğratmış, her iki ülkeden dünyaya yapılan gıda ihracatını durma noktasına getirecek ciddi kısıtlamalar baş göstermiştir. Tüm bu nedenler dünya gıda fiyatlarındaki artışı tetiklemiş, yüksek fiyat artışları küresel düzeyde gıda güvenliği açısından büyük bir tehdit haline gelmiştir.

Savaşın iki ülkenin önemli miktardaki stratejik tarımsal ürünleri büyük oranda Orta Doğu, Kuzey Afrika ve Avrupa ülkelerine ihraç edilmektedir. Özellikle MENA bölgesindeki ülkelerin büyük kısmının Rusya ve Ukrayna'ya ithalat bağımlılığı bu ülkelerin gıda güvenliği riskini iyice arttırmıştır. Milyonlarca insanın güvenli gıdaya erişiminde engel teşkil eden ve gıda fiyatlarının şiddetli bir biçimde artmasına yol açan savaş nedeniyle nüfusun büyük bir kısmı açlık tehdidi ile karşı karşıya kalmıştır. Bu durum, gıdaya erişimi tehlikeye giren nüfusun kitlesel göç riskini de arttırmıştır. Küresel ölçekte gıda temelli yaşanması muhtemel kıtlık, istikrarsızlık ve kitlesel göç tehdidinin önüne geçilmesi için Türkiye hem Rusya hem de Ukrayna ile görüşmelere başlamış, her iki ülkenin olumlu adım atması sonucu "Tahıl Koridoru Anlaşması" imzalanmıştır. 22 Temmuz 2022'de imzalanan anlaşma ile Türkiye dünyada nadir görülen diplomatik bir başarı örneği göstermiştir. Anlaşma ile hem Ukrayna'nın hem de Rusya'nın dünya pazarlarına gıda ihracatı başlamış, küresel ölçekte büyük bir gıda krizi felaketinin önüne geçilmiştir.

Savaşın gıda ve tarım sektörü üzerindeki baskısını ve olumsuz etkilerini sınırlamak veya önleyebilmek için gıda, tahıl ve gübre ticaretinin ve tedarik zincirlerinin açık tutulması gerekmektedir. Ukrayna ve Rusya arasındaki savaşın sürmesi, dünya ülkelerinin ihtiyacı olan temel besin kaynağı olan tarım ürünlerinin üretiminde ve ihracatında meydana gelecek aksaklıklar dünyayı yeniden bir gıda krizine sürükleyebilir. Bu nedenle her iki ülkeden gıda, tahıl, gübre ithalatına bağımlı olan ülkelerin yeniden ortaya çıkabilecek gıda krizine karşı alternatif ihracatçı bulmaları son derece önemlidir. FAO (2022a)'nın da ifade ettiği gibi gıda tedarikçileri savaştan dolayı yaşanabilecek şokları absorbe etmeli ve bu şoklara karşı dirençli kalmalı ayrıca ihracat kısıtlamalarından kaçınılmalıdır.

### Notlar

1. Bu makale, 7-9 Ekim 2022'de Karabük Üniversitesi'nce düzenlenen IV. Uluslararası Coğrafya Eğitimi Kongresi'nde (UCEK-2022) sunulan aynı başlıklı bildirinin genişletilmiş ve yeniden düzenlenmiş halidir.



## The Effects of the Russia-Ukraine Crisis on World Food Security

Muazzez Harunoğulları\*<sup>a</sup>, Gülsen Ayhan<sup>b</sup>

Submitted: 07.07.2023

Accepted: 12.10.2023

### EXTENDED ABSTRACT

#### 1. Introduction

Wars between countries and hot conflicts within countries have an important place in increasing world food insecurity. War, terrorist incidents, conflicts, erroneous policies of states, political instability, extreme weather events, high temperatures, lack of precipitation, environmental degradation, fires, overpopulation growth in different parts of the world are seen as reasons that threaten food security (Molnar, 1999: 489). In the last decade, political violence has led to conflicts in various forms in different countries of the world such as Brazil, Mexico, Philippines, Ukraine, Libya, Egypt and Syria. This type of violence is common not only in low-income countries with state weakness and fragility, but also in countries with a strong governing apparatus and economic growth (ACLED, 2019). Conflicts disrupt food production in countries, the main source of livelihood disappears, access to food becomes significantly more difficult, and food security is strongly threatened. As well as making access to food more difficult, wars lead to higher prices in all areas, including fuel. The Russia-Ukraine crisis has threatened food security on a global and regional scale and caused major food security problems. It has disrupted the agricultural production and the trade of Ukraine, one of the world's major food exporters. Due to this disruption, global food markets and global food security have been jeopardised.

As the Russian-Ukrainian war broke the distribution chain of agricultural products that were prevented from leaving Ukraine to the world market, more people, especially in the MENA region and Central, West, East and Southern Africa, faced the threat of starvation (Human Rights Watch, 2022). The Russia-Ukraine crisis has had a wide-ranging and profound impact on global food markets, both directly and indirectly through fertilisers and energy. As a result of the crisis, food prices increased all over the world, and shocks arising from price increases caused global supply chain disruptions. These events had a particularly overwhelming effect on the states that import a large amount of grain from these two countries, and the danger of a major "global food crisis" emerged, threatening millions of people on the brink of hunger and malnutrition.

The aim of this study is to address the effects of the war that started with Russia's invasion of Ukraine on 24 February 2022 on world food security. In the study, the place and importance of both

\* **Corresponding Author:** muazzez@kilis.edu.tr

<sup>a</sup>Kilis 7 Aralık University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Department of Geography, Kilis/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0001-9515-7833>

<sup>b</sup>Kilis 7 Aralık University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Department of Geography, Kilis/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0001-5713-1421>

countries in world food production and its trade will be evaluated. The research is considered important in terms of its contribution to the literature on food security, which is at the centre of political debates and geopolitical agenda, as a subject that should be studied in the field of political geography.

## **2. Methodology**

Since the research includes qualitative and quantitative analyses, the mixed analysis method was used, as well as the case study method since it is a case study dealing with the Russia-Ukraine war. A comprehensive literature study was conducted on the subject, academic publications, primary sources such as newspapers and official institutional websites, and reports of official institutions were utilised. Data on grain production of Russia and Ukraine and the countries to which they export the most were obtained from FAOSTAT and Trade Map reports, as well as UN/Black Sea Grain Initiative Joint Coordination Centre reports. The raw data obtained from FAOSTAT (2010-2020) and Trade Map (covering the period between 2017-2021 (11 years and 5 years, respectively)) were analysed and designed and evaluated in accordance with the content of the study, and figures and charts suitable for the content were arranged and produced. When ranking the world production of selected products from FAOSTAT and included in the study, the totals of the data starting from 2010 and ending in 2020 were considered. In addition, while calculating the percentage ratios of Russia and Ukraine according to the countries to which they export, the data of the same period were used and these data were calculated to obtain the totals of the periods. At the same time, Trade Map was used to determine the countries that export most of the selected agricultural products, but since the starting year of the data here is 2017, the sums of the data between 2017-2021 were used to determine the percentiles by countries.

## **3. Discussion**

### **3.1. Russia - Ukraine War and Food Crisis**

The war between Russia and Ukraine, the world's leading grain exporters, has put pressure on global food supplies. The economic sanctions imposed on Russia by Western countries prevented the transport of Russian food products, especially cereals, which are the main grains, to importing countries. In addition, as a result of Russia's denial of freedom of movement in the ports to Ukraine, Ukraine was unable to place its grain products on the world market. The closure of the ports prevented the agricultural products from reaching the world market. Both countries could not deliver the food products they produced to the world markets due to the war and the difficulties/challenges caused by the war, the global food crisis emerged, and all countries of the world were deeply concerned (IOM, 2022).

In 2021, Russia and Ukraine together ranked among the world's top three exporters of wheat, barley, maize, rapeseed and oil, sunflower seeds and oil. Russia is the world's largest exporter of nitrogen fertiliser, the second largest supplier of potassium fertiliser and the third largest exporter of phosphorus fertiliser. Many underdeveloped and low-income food deficit countries meet their food and fertiliser needs largely from Russia and Ukraine (FAO, 2022a). With the war in Ukraine, supply chain disruptions in food on a global scale have had a serious impact. The sanctions imposed on Russia, damage to the road network, and blockages in ports all together disrupted production, and the agricultural supply chain was paralysed as food exports from the region stopped. The war especially threatened the food security of countries that meet the majority of their food needs from Russia and Ukraine, trade was disrupted to

a great extent, global supply shortages increased fuel prices, which is an important input in the production and distribution of food products, and access to fertiliser became difficult. With the breakdown of the supply chain, global food prices increased, fertiliser prices more than doubled, and the economies of the world countries came under inflationary pressure.

### 3.2. Agricultural Production of Russia and Ukraine

Russia and Ukraine have a significant share in the production and export of strategically important agricultural products (wheat, corn, barley, oats, rye, sunflower seeds and soya beans). While China ranks first in world wheat production with a share of 14%, India ranks second with a share of 11%. After China and India, Russia ranks 3rd with a share of 7% and Ukraine ranks 10th with a share of 3%. According to the data obtained from FAOSTAT, both countries are in the top 10 in wheat production when the ratio of total products produced between 2010-2020 by countries is taken into consideration. In world maize production, Ukraine ranks 5th and its production rate is around 2 per cent, while Russia is not among the top 10 countries in maize production and is among the other countries in the figure 10. The country with the highest world barley production rate is Russia with 12 per cent. Ukraine ranks 6th with a rate of 6 per cent. Both countries together meet 18 per cent of the world's total barley production. In oat production, Russia ranks first in the world with a rate of 20% and Ukraine ranks 13th in world oat production with a rate of 2%.

### 3.3. Agricultural Products Trade of Russia and Ukraine

Russia and Ukraine are two important countries with critical roles in the global agricultural market, food security and the supply of agricultural products to global markets. Together they are the main suppliers of world agricultural commodities, including wheat, maize and sunflower oil. Russia is also the world's largest exporter of fertilisers. Many countries in different parts of the world rely on imports from these two countries for most of their staple food supplies. Together, the two countries account for more than 50 per cent of grain imports in North Africa and the Middle East, while East African countries import 72 per cent of their grain from Russia and 18 per cent from Ukraine (Caprile, 2022). Russia and Ukraine, which play an important role in the world food market, are the main suppliers of cereals and oilseeds. In recent years, only these two countries have supplied 34% of the world's wheat, 17% of corn, 27% of barley and 73% of sunflower oil. Russia alone exports 15% of the nitrogen and potassium fertiliser trade, which are important in terms of food production, and together with Belarus, it meets 33% of world potassium fertiliser exports. It is also an important producer and exporter of oil and natural gas, which is an important input in the production, processing and transport of food and fertiliser. Therefore, the Russia-Ukraine war had both a direct and indirect impact on global food markets through fertiliser and energy (Abay et al., 2022:3-4).

### 3.4. Grain Corridor Agreement

In response to world food insecurity, the initiative on the safe transport of grain and foodstuffs through Ukrainian ports, to which Türkiye, Russia, Ukraine and the United Nations (UN) are parties, was launched with an agreement signed in Istanbul on 22 July 2022. The initiative is based on the agreements of the parties to the International Convention for the Safety of Life at Sea 1974 (SOLAS),

Regulations XI-2/11 and the International Ship and Port Facility Security Code (ISPS Code), as amended. The aim is to facilitate safe navigation for the export of grain and related foodstuffs and fertilisers, including ammonia, from the Ukrainian ports of Odessa, Chernomorsk and Yuzhny (Pivdenny). To ensure the safety of ships carrying grain and foodstuffs, a "Joint Coordination Centre (JCC)" was established on 27 July 2022 in Istanbul under UN auspices with the participation of high-level representatives of Türkiye, the Russian Federation, Ukraine and the UN. Inspection teams were established in Türkiye. This initiative guarantees that commercial and other civilian vessels and port facilities will not be attacked. With the Grain Corridor Agreement, a global food crisis was prevented and ships leaving Ukrainian ports carried grain, food and other goods (fertiliser, etc.) to the Middle East and North Africa, South and Southeast Asia, Far East, Europe, Horn of Africa countries.

#### **4. Conclusions**

The war between Russia and Ukraine has caused large-scale global supply chain disruptions with serious consequences for food security far beyond the conflict zone. The extensive damage to the road network caused by the war, as well as the restriction of the movement of ships in Ukrainian ports and the sanctions imposed on Russia, have together disrupted the global supply chain of agricultural products (especially cereals), leading to severe restrictions that have brought food exports from both countries to the world to a standstill. Significant amounts of strategic agricultural products of the two warring countries are largely exported to the Middle East, North Africa and European countries. In order to prevent the threat of food-based famine, instability and mass migration on a global scale, Türkiye started negotiations with both Russia and Ukraine, and as a result of the positive steps taken by both countries, the "Grain Corridor Agreement" was signed. With the agreement signed on 22 July 2022, Türkiye has shown a rare example of diplomatic success in the world. With the agreement, food exports of both Ukraine and Russia to world markets started, and a major food crisis disaster on a global scale was prevented.

The continuation of the war between Ukraine and Russia and the disruptions in the production and export of grain products, which are the basic food source that the world countries need, may drag the world into a food crisis again. For this reason, it is extremely important for countries that are dependent on food, grain and fertiliser imports from both countries to find alternative exporters against the food crisis that may arise again. As FAO (2022a) states, food suppliers should absorb and remain resilient to the shocks that may be experienced due to the war, and export restrictions should be avoided.

#### **Referanslar/References**

- Abay, K., Breisinger, C., Glauber, J., Kurdi, S., Laborde, D., Siddig, K. (2022). The Russia-Ukraine crisis: Implications for global and regional food security and potential policy responses, MENA WORKING PAPER 39. <https://www.donorplatform.org/wp-content/uploads/2023/08/The-Russia-Ukraine-crisis-IFPRI.pdf> adresinden edinilmiştir.
- ACLED (The Armed Conflict Location & Event Data Project). (2019). Bringing clarity to crisis, Global Conflict and Disorder Patterns: 2019. <https://acleddata.com/2019/10/17/global-conflict-and-disorder-patterns/> adresinden edinilmiştir.
- Bagış, B. (2022). Food inflation, global crisis, and Turkey, Politics Today. October 4, 2022. <https://politicstoday.org/food-inflation-global-crisis-and-turkey/> adresinden edinilmiştir.
- Brück, T., d'Errico, M. (2019). Reprint of: Food security and violent conflict: Introduction to the special issue, World Development 119, 145–149. doi: 10.1016/j.worlddev.2019.04.006

- Caprile, A. (2022). Russia's war on Ukraine: Impact on food security and EU response, EPRS | European Parliamentary Research Service. <https://eprthinktank.eu/2022/04/11/russias-war-on-ukraine-impact-on-food-security-and-eu-response/> adresinden edinilmiştir.
- Do, Q.T., Iyer, L. (2010). Geography, poverty and conflict in Nepal, *Journal of Peace Research*, 47 (6) 735–748, doi: 10.1177/0022343310386175.
- FAO (2022a). The importance of Ukraine and the Russian Federation for global agricultural markets and the risks associated with the war in ukraine, Information Note, 10 June 2022.
- FAO (2022b). Impact of the Ukraine-Russia conflict on global food security and related matters under the mandate of the Food and Agriculture, Organization of the United Nations (FAO), 8 April 2022. [www.fao.org](http://www.fao.org)
- FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2022). Food and agriculture data, <https://www.fao.org> adresinden edinilmiştir.
- Human Rights Watch (April 28, 2022). Ukraine/Russia: As war continues, Africa Food Crisis Looms, April 28, 2022.
- IOM (2022). Regional Ukraine Response Situation Report, 04 August 2022.
- Kumar, N. (2022). Russia created a global food crisis by invading Ukraine. Here's what can be done to stop millions from starving. GRID, <https://www.grid.news/story/global/2022/06/23/russia-created-a-global-food-crisis-by-invading-ukraine-heres-what-can-be-done-to-stop-millions-from-starving/> adresinden edinilmiştir.
- Molnar, J. J. (1999). Sound policies for food security: The role of culture and social organization, *Review of Agricultural Economics*, 21 (2), 489-498. <http://hdl.handle.net/10.2307/1349893> adresinden edinilmiştir.
- Syria Regional Refugee Response-UNHCR data. (Jul 2021). Operational Data Portal Refugee Situations. <https://data2.unhcr.org/en/situations/syria> adresinden edinilmiştir.
- Taleb, Z. Ben., Bahelah, R., Fouad, M., Coutts, A., Wilcox, M., Maziak, W. (2015). Syria: Health in a country undergoing tragic transition, *Int J Public Health* 60 (Suppl 1), 63–72. doi: 10.1007/s00038-014-0586-2
- TRADE MAP (Trade Statistics For International Business Development). (2022). Data Sources For all countries and territories, <https://www.trademap.org>. Adresinden edinilmiştir.
- UN (United Nations). (2022a). Joint Coordination Centre for the Black Sea Grain Initiative, Black Sea Grain Initiative Joint Coordination Centre, July 22, 2022. <https://www.un.org/en/black-sea-grain-initiative/background> adresinden edinilmiştir.
- UN (United Nations). (2022b). Frequently Asked Questions, Black Sea Grain Initiative Joint Coordination Centre. 5 August 2022.
- United Nations/Black Sea Grain Initiative Joint Coordination Centre, (2023). <https://www.un.org/en/black-sea-grain-initiative/vessel-movements> adresinden edinilmiştir.
- WFP (World Food Programme). (2022c). Global Food Crisis, WFP Research, Assessment and Monitoring (RAM) Division and Emergency Operations Division (EME), [www.wfp.org](http://www.wfp.org) adresinden edinilmiştir.





# Orta Sakarya Havzasında Sarıcakaya, Mihalgazi ve İnhisar İlçelerinde Tarımsal Arazi Kullanımı

*Agricultural land use in Sarıcakaya, Mihalgazi and İnhisar districts in Central Sakarya Basin*

Özgür Gökmen\*<sup>a</sup>, Ali Özçağlar<sup>b</sup>

## Makale Bilgisi

Araştırma Makalesi

DOI:

10.33688/aucbd.1334590

Makale Geçmişi:

Geliş: 29.07.2023

Kabul:

09.10.2023

Anahtar Kelimeler:

Tarımsal arazi kullanımı

Orta Sakarya Havzası

Sarıcakaya ilçesi

Mihalgazi ilçesi

İnhisar ilçesi

## Öz

*Karadeniz Bölgesi ile İç Anadolu Bölgesi arasındaki geçiş kuşağında yer alan saha, tektonik oluşumlu bir depresyondur. Sahanın özellikle orta kesimindeki depresyon tabanı ve yakın çevresinde önemli tarım alanları yer almaktadır. Bu araştırmanın amacı sahanın tarımsal arazi kullanımını ortaya çıkarmak ve kalkınmaya yönelik planlama önerileri sunmaktır. Çalışmada karma araştırma yöntemi kullanılmıştır. Tarımsal sorunların belirlenmesi amacıyla sahadaki kurum/kuruluşların personelleri ve halk ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Tarımsal arazi kullanımı yönünden önemli bir potansiyele sahip olan depresyon tabanı ve çevresindeki verimli tarım alanlarında sebze ve meyve, yüksek sahalardaki aşınım düzlüklerinde ise tahıl tarımı yoğunluk kazanmaktadır. Sahadaki doğal ve beşerî kaynakların tarımsal arazi kullanımı üzerindeki etkilerine değinilerek göçün yanında tarımsal sanayinin alana çekilememesi gibi tespit edilen diğer sorunlara çözüm aranmış ve tarımsal arazi kullanımıyla ilgili planlama önerileri sunulmuştur.*

## Article Info

Research Article

DOI:

10.33688/aucbd.1334590

Article History:

Received: 29.07.2023

Accepted: 09.10.2023

Keywords:

Agricultural land use

Central Sakarya Basin

Sarıcakaya district

Mihalgazi district

İnhisar district

## Abstract

*The area, located in the transition zone between the Black Sea Region and the Central Anatolia Region, is a tectonic depression. There are important agricultural areas in the bottom of the depression and its immediate surroundings, especially in the central part of the field. The aim of this research is to reveal the agricultural land use of the area and to provide planning suggestions for development. Mixed research method was used in the study. In order to determine agricultural problems, interviews were held with the personnel of the institutions/organizations in the field and the public. Vegetable and fruit farming is concentrated in the fertile agricultural areas in and around the depression base, which has a significant potential in terms of agricultural land use, and grain farming is concentrated in the eroded plains in the higher areas. Addressing the effects of natural and human resources in the field on agricultural land use, solutions to other problems identified, such as migration and the inability to attract agricultural industry to the area, were sought and planning suggestions regarding agricultural land use were presented.*

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: ozgurgokmenn11@gmail.com

<sup>a</sup> Karabük Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Karabük /Türkiye <http://orcid.org/0000-0001-8324-2010>

<sup>b</sup> Karabük Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Karabük /Türkiye, <http://orcid.org/0000-0002-3001-9234>

## **1. Giriş**

Arazi, iklimin, hidrografyanın ve tüm canlıların etkisi altında bulunan jeolojik-jeomorfolojik-pedolojik oluşumların tümünü kapsayan yeryüzü parçasıdır. Sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilmesinde ekolojik, ekonomik ve toplumsal birçok fonksiyonu olan arazi, sınırlı bir kaynak olup kullanımı bulunduğu yerin iklim, toprak, jeolojik ve jeomorfolojik yapısı ve insanın doğal ortamı kullanım tarzı ile sınırlıdır. Arazi doğal olaylar ve insan aktivitelerine karşı hassas olup, dikkatsiz kullanıldığında kolayca bozulmakta ve birçok fonksiyonunu yitirmektedir. İnsanların hayatlarını sürdürmeleri için gerçekleştirdikleri ekonomik faaliyetlere bağlı olarak ortaya çıkan arazi kullanımı insan ile doğal ortam arasındaki etkileşimin en somut sonucudur (Karabacak ve Özçağlar, 2013). İnsanların sürdürülen en eski faaliyetlerinden biri tarımdır. Yerleşik hayata geçen insanlar öncelikle suya yakın alanları tercih etmiş ve bu alanların çevresinde tarımsal faaliyetler başlamıştır. Zaman içerisinde nüfusun artmasına paralel olarak besin ihtiyacının karşılanması için tarım alanlarında uygulanan teknik ve yöntemler de gelişmiştir. Günümüzde tarım, milli gelir ve istihdamın artırılmasının yanı sıra ihracata doğrudan veya dolaylı şekilde katkı sağlamaktadır. Bayar'ın da belirttiği gibi tarım sektörü ülkelerin kalkınması açısından değişik şekillerde rol oynamaktadır. Tarım nüfusun önemli bir bölümünü istihdam ederken sanayi sektörüne de girdi sağlamaktadır (Bayar, 2018).

İnceleme alanıyla ilgili literatür tarandığında Tunçdilek'in (1957) "Orta Sakarya Vadisi" adlı doçentlik tezi, Bilgin'in (1980) "Orta Sakarya Platolarında Yapı, Satırlar ve Drenaj", Bilgin'e (1990) ait "Orta Sakarya Vadisinin Jeomorfolojisi", Yazıcı'nın (1998) "Orta Sakarya Vadisinin Coğrafi Etüdü, Yenice-Alpagut Arası", Coşkun ve Turan'ın (2016) "The Comparison of the Forms of Land Capability Classification of Atalay and USA in Eskişehir Province (Turkey)" adlı araştırmaların bulunduğu görülmektedir. Coğrafyacıların literatüre kazandırdığı söz konusu araştırmaların ışığında Orta Sakarya Vadisinde yer alan komşu ilçelerin (Sarıcakaya, Mihalgazi ve İnhisar) tarımsal arazi kullanım açısından karşılaştırıldığı bu araştırmanın da literatüre önemli katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

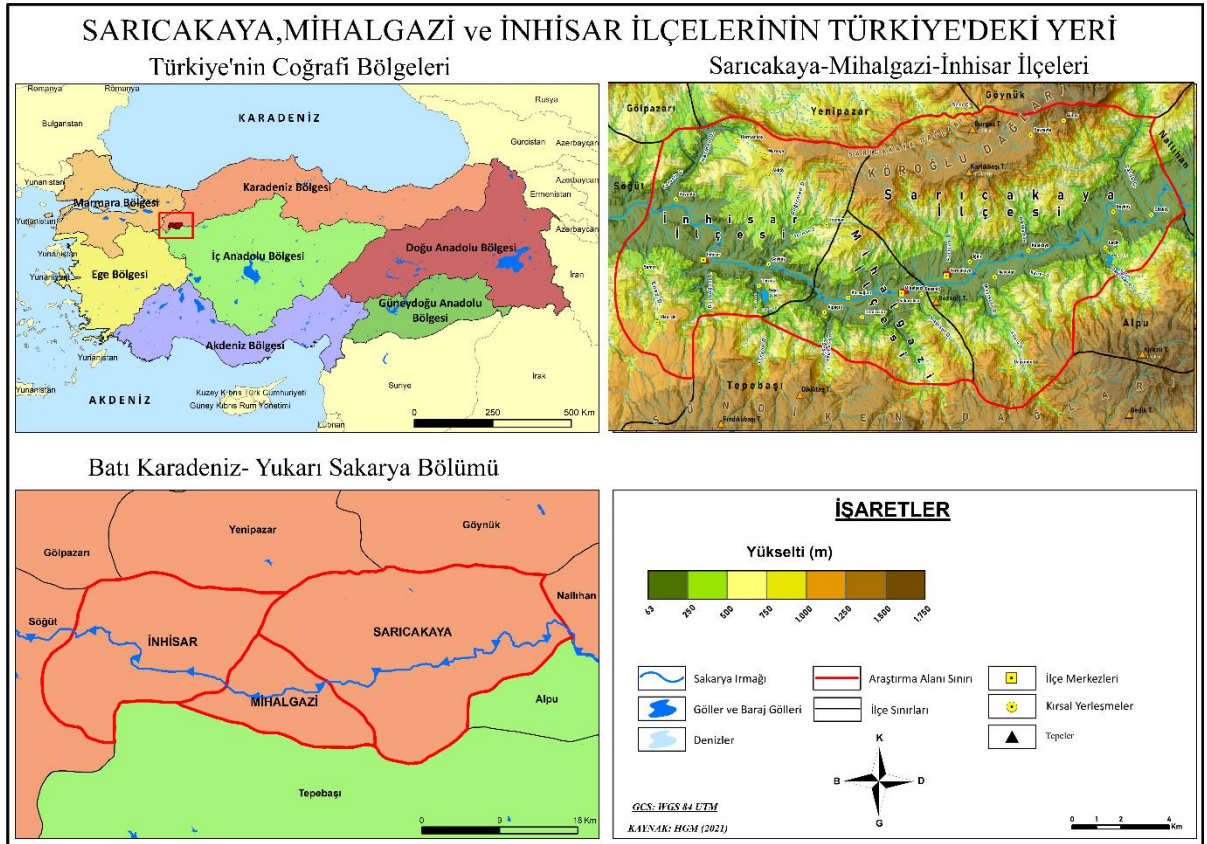
Orta Sakarya Havzasında Sarıcakaya, Mihalgazi ve İnhisar ilçelerinin bulunduğu sahanın çevresine göre farklı bir ekosisteme sahip olması, araştırma alanı olarak seçilmesindeki en önemli sebebi oluşturmaktadır. Kuzeyden Köroğlu dağları, güneyden Sündiken dağları ile sınırlandırılan inceleme alanı bir mikroklima alanı durumundadır. Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü bu korunaklı ortam, Sakarya Irmağının ve vadi tabanındaki alüvyal toprakların varlığı sayesinde verimli bir tarım alanı haline gelmiştir. Çevresine göre sahanın bu farklılıkları özellikle depresyon tabanında tarımsal faaliyetlere yansımış ve çiftçilerin ekonomik çıkarları ön planda tutularak yetiştirilen tarımsal ürün

deseninde (sebze-meyve) çeşitlilik artmıştır. Köroğlu ve Sündiken dağlarında 650-1300 metreler arasında yer alan aşınım düzlükleri de tarım alanı olarak değerlendirilmektedir. Söz konusu bu plato alanlarındaki tarım alanları ise tahıl tarımına ayrılmıştır. Sahada orman örtüsü ile kaplı, vadi ve sırtlarla parçalanmış dağlık sahada tarım alanları gözden kaybolmaktadır.

Sarıcakaya, Mihalgazi ve İnhisar ilçelerindeki doğal ve beşerî kaynakların tarımsal arazi kullanım yönünden ele alınarak, sahanın tarım potansiyelinin saptanması ve tarımsal planlamaya yönelik kararların geliştirilmesi araştırmanın ana temasını ve amacını oluşturmaktadır. Bu araştırma ilçelerdeki tarımsal potansiyelin ortaya çıkarılması bakımından önem arz etmektedir.

## 2. Araştırma Alanının Coğrafi Konumu ve Sınırları

Araştırma alanı coğrafi bölge ayrımında Karadeniz Bölgesinin Batı Karadeniz Bölümü ile İç Anadolu Bölgesinin Yukarı Sakarya Bölümü arasındaki geçiş kuşağında, Köroğlu Dağları ile Sündiken Dağları arasında doğu-batı doğrultusunda uzanan Sakarya Irmağının içinden aktığı tektonik bir depresyonda yer almaktadır. Bahsedilen bu depresyon alanında Eskişehir ili mülki idare sınırları içerisinde yer alan Sarıcakaya ve Mihalgazi ilçeleri ile Bilecik iline bağlı İnhisar ilçesinin idari alanları araştırma alanını meydana getirmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırma alanının Türkiye'deki konumu

Araştırma alanının doğu kesiminde yer alan Sarıcakaya ilçesi, kuzeyde Bilecik iline bağlı Yenipazar ilçesiyle Bolu ilinin Göynük ilçeleri, doğuda Ankara iline bağlı Nallıhan ilçesi, güneydoğuda Eskişehir ilinin Alpu ilçesi, güneyde Tepebaşı metropol ilçesi, batıda Mihalgazi ve İnhisar ilçeleri ile komşudur. Araştırma alanının ortasında bulunan Mihalgazi ilçesi, kuzeyde İnhisar ve Sarıcakaya ilçeleri, batıda Sarıcakaya ilçesi, güneyde Tepebaşı metropol ilçesi ve doğuda İnhisar ilçesi ile çevrilmektedir. Sahanın batı kesimindeki İnhisar ilçesi, kuzeyden Bilecik iline bağlı Yenipazar ve Göynük ilçelerinin, doğudan Eskişehir ilinin Sarıcakaya ve Mihalgazi ilçelerinin; güneyden il merkezi konumundaki Eskişehir'in kentsel yerleşim alanını oluşturan ilçelerden biri olan Tepebaşı metropol ilçesinin; batıdan Bilecik ilinin Söğüt ilçesinin idari sınırlarıyla sınırdadır.

### **3. Materyal ve Yöntem**

Bu araştırmada karma araştırma yöntemi kullanılmıştır. Karma araştırma yönteminde nicel ve nitel araştırma yöntemleri bir arada kullanılarak, ilgili araştırma problemlerinin daha iyi anlaşılmasına olanak vermektedir (Creswell, 2012). Bu yöntemde nitel ve nicel yaklaşımlar birlikte kullanılmasının yanı sıra çalışmada görüşme, gözlem ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinden (CBS) yararlanılmıştır. Ayrıca inceleme sahasındaki tarım alanları ve tarımsal faaliyetlere yönelik SWOT analizi uygulanmıştır.

Çalışmada veri toplama aracı olan yarı yapılandırılmış görüşme soruları oluşturulmuştur. Bu bağlamda Maxwell'in de belirttiği gibi araştırmacı kendisini görüşme yapacağı kişilerin yerine koymuş (Maxwell, 2013) ve sorular uzman görüşü alınarak ortaya çıkartmıştır. Soruların adetleri sınırlı tutulmuş, soruların tek katmanlı yani bir boyuta odaklanılmaması, yanıtlanabilir ve anlaşılır olması sağlanmıştır (Patton, 2018). Katılımcılarla yapılacak olan görüşmeyi etkin ve verimli kılan farklı soru çeşitleridir. Bahsi geçen görüşme soruları kapsam, dil özellikleri ve işlevlerine göre ayrılmalıdır. Bu açıdan nerede, nasıl, var mı? yok mu? nelerdir? Anlatır mısınız? Açıklar mısınız? vb. soru ifadeleri kullanılmalıdır (Ballena, 2021). Hazırlanan görüşme sorularının çalışmanın amacına ne derecede hizmet ettiği, uygulanabilirliği ve anlaşılabilirliği uzman görüşüne sunulmuştur. Uzman tarafından yapılan düzenlemelerden sonra araştırmacı tarafından katılımcılara şu sorular yöneltilmiştir;

1. Tarım alanlarının geneli hangi jeomorfolojik birimler (vadi, aşınım düzlükleri, yamaçlar) üzerinde yer almaktadır?
2. Tarımsal sulama nereden ve nasıl sağlanmaktadır?
3. Tarım alanlarında üretilen ürünler nelerdir? Üretime başlanması sonucunda sahanın ekonomisine katkı sağlayacağını düşündüğünüz ürün veya ürünler var mı?
4. Tarımsal ilaçlama ve gübreleme aşamasında ne gibi sorunlar bulunmaktadır?
5. Göçlerin nedenleri ve tarımsal üretime etkilerini anlatır mısınız?

## 6. Sürdürülebilir bitkisel üretimin arttırılması yönündeki düşünceleriniz nelerdir?

Araştırmada öncelikle uygun görüşme yer ve zamanı ayarlanan 26 muhtar ile sorular üzerinde görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışması sırasında sorular tarım alanlarında bulunan 40 çiftçiye de yöneltilmiştir. Ayrıca araştırmanın kapsam ve çerçevesine göre sahadaki kurum ve kuruluşun en az 1 (Belediyeler, İlçe Tarım Müdürlükleri, Orman müdürlüğü ve şeflikler, İlçe Milli Eğitim Müdürlükleri vb.) personeli ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bulguların çalışma konusu, hedefi ve amacına teyit edilmesi gerekmektedir. Güvenirlik dört aşamada (görüşme süreciyle güvenilirlik, verilerin yerinde kaydedilmesi ve karşılaştırılması, çalışmanın tasarımına özgü bir plan, araştırmacı ve katılımcı arasında görüşme bulgularının incelenmesi) sağlanmaktadır (Edwards ve Skinner, 2009). Bu görüşme sürecince katılımcıların ifadeleri ile araştırmacının gözlemsel kanıtları bir araya getirilerek güvenilirliği sağlanmaya çalışılmıştır. Bu aşamalardan sonra sahadaki tarım alanları ve tarımsal faaliyetlere yönelik vurgulanan ortak problemler tespit edilmiştir.

Arazi çalışması yapılmadan önce sahanın topografya ve fiziki haritası, jeoloji, jeomorfoloji, hidrografya, toprak örtüsü, doğal bitki örtüsü haritaları ile nitelik ve verimlilik haritası hazırlanmıştır. Araştırmada kullanılan toprak ve bitki örtüsü haritaları Tarım ve Orman Bakanlığında temin edilen verilerden oluşturulmuştur. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nden (MTA) sağlanan veriler ile sahanın jeolojik ve litolojik özellikleri harita üzerine işlenmiştir. İnceleme alanının arazi kullanım verileri Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği il müdürlüklerinden temin edilmiştir. Ancak araştırmanın kapsamına göre elde edilen bu verilerin doğruluğu uydu görüntülerinden yararlanılarak teyit edilmiş ve özellikle vadi tabanındaki tarım arazilerinde alansal düzenlemeler yapılmıştır. Sahanın iklim verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğünden (MGM), nüfus verileri Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'undan elde edilmiştir.

SWOT analizi, sahanın güçlü (Strenghts) ve zayıf (Weaknesses) yönlerinin belirlenmesine iç ve dış çevreden kaynaklanan fırsat (Oppertunities) ve tehditlerin (Threats) saptanmasına olanak sağlamaktadır. Bu bağlamda çalışmada, ilçelerin tarım potansiyellerinin açığa çıkarılması amacıyla tarım alanları ve tarımsal faaliyetlere yönelik karar geliştirmek için sahadan temin edilen mülakat-gözlem sonuçları düzenlenmiş ve uzman görüşü alınarak SWOT analizi uygulanmıştır.

## 4. Bulgular

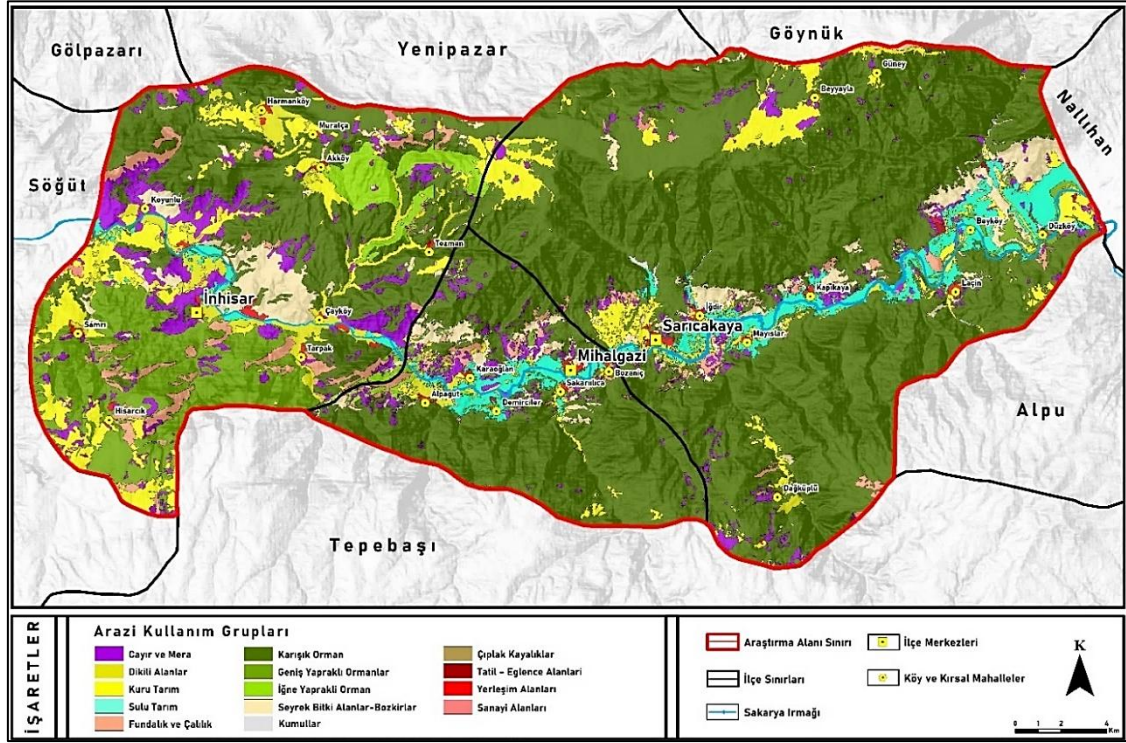
### 4.1. İnceleme Alanının Arazi Bölünüşü

Araştırmanın konusu olan tarımsal arazi kullanımına geçilmeden önce araştırma alanının genel arazi kullanım bölünüşünü açıklamak çalışmanın akıcılığı ve anlaşılabilirliğini güçlendirecektir. İnceleme alanının içerisinde kalan 735 km<sup>2</sup>'lik arazinin %14'ünü tarım alanları, %11,5'ini otlak alanları,

%57'sini orman alanları, %1'ini yerleşim alanları ve %16,5'inide arazi kullanım kapsamında değerlendirilmeyen diğer alanlar oluşturmaktadır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Araştırma alanının fonksiyonel arazi bölünüşü

İlçe Adı	Tarım alanları (km <sup>2</sup> )	%	Otlak alanlar (km <sup>2</sup> )	%	Orman alanları (km <sup>2</sup> )	%	Yerleşim alanları (km <sup>2</sup> )	%	Diğer alanlar (km <sup>2</sup> )	%	Toplam
Sarıcakaya	46,5	12	20	5	251,5	66	2,29	0,5	61,71	16,5	382
Mihalgazi	13,3	12,8	10,7	10	54,4	50	1,48	0,2	29	27	109
İnhisar	42,9	17,5	52,6	21,5	117,88	48,4	1,86	0,6	28,3	12	244
<b>Toplam</b>	<b>102,7</b>	<b>14</b>	<b>83,3</b>	<b>11,5</b>	<b>423,78</b>	<b>57</b>	<b>5,63</b>	<b>1</b>	<b>119,1</b>	<b>16,5</b>	<b>735</b>



Şekil 2. Araştırma alanının arazi kullanım haritası

Hammadde üretim alanı içerisinde değerlendirilen orman alanları sahanın toplam yüz ölçümünün yarısında fazlasını kapsamaktadır. Ormanlık alanları kızılçam (*Pinus brutia*), karaçam (*Pinus nigra*), ardıç (*Juniperus*) ve meşeler (*Quercus*) oluşturmaktadır. Sahadaki en fazla alan kaplayan bitki grubu meşe ve ardıçlardan oluşan bozuk ormanlar iken en az yayılış gösteren bitki grubu meşe ve karaçamların meydana getirdiği karışık ormanlardır. Araştırma alanındaki ormanlık alanların oluştuğu sahalarda doğal faktörlerin etkisi altında meydana gelmiştir. Genel hatlarıyla ormanlık

sahalar, Köroğlu dağlarının granitleri üzerinde ve Sündiken dağlarındaki andezit, şist ve kireçtaşları üzerinde gelişim göstermektedir (Şekil 2). Araştırma alanındaki ormanlık alanlar sıcaklığın azaldığı ve yağışın arttığı eğimli araziler üzerinde yoğunlaşmaktadır. Dağlık alanların yamaçları ve dik sırtları doğal bitki örtüsüyle kaplı durumdadır. Doğal ortam şartlarının etkisiyle oluşan ormanlık alanlar insanlar tarafından tahrip edilmiştir. İnsanlar düşük eğimli arazilerdeki ormanlardan yararlanırken, eğim derecesi yüksek olan arazilerdeki ormanlık alanlardan faydalanamamıştır.

Araştırma alanının %11,5'ini kaplayan otlak alanları orman alanlarının tahrip edilmesiyle meydana gelmiştir. Çayır alanları taban suyunun yüksek olduğu ovalarda, meralar ise taban suyunun derinde olduğu yamaçlar veya plato alanlarında yer almaktadır. Araştırma alanında taban suyunun yüksek olduğu çayır alanları kısıtlı olmakla birlikte lokal alanı kaplamaktadır. Araştırma alanında diğer otlak alanlar kapsamında değerlendirilen mera alanları Köroğlu ve Sündiken dağlarının hafif ve orta meyilli yamaçlarında, düz ve düze yakın plato sahalarında yer almaktadır. Bu alanlar üzerinde büyükbaş ve küçükbaş hayvanlar yetiştirilerek et, süt ve derisinden faydalanılmaktadır.

İnceleme alanındaki çeşitli jeomorfolojik üniteler üzerinde bulunan yerleşmeler 5,63 km<sup>2</sup> alanı örtmektedir. Yerleşim alanlarına yüzdesel olarak bakıldığında arazinin %1'ini işgal ettikleri görülmektedir. Taşlık ve kayalıklardan oluşan herhangi bir sosyal ve ekonomik faaliyetin yapılmadığı kullanılmayan alanlar, sahada 119,1 km<sup>2</sup> alan üzerinde bulunmaktadır. Kullanım dışı kalmış bu alanlar arazinin %16,5'ini oluşturmaktadır.

#### 4.2. İklim Özelliklerinin Tarımsal Arazi Kullanımına Etkisi

İklimin; topoğrafyanın şekillenmesi, toprak oluşumu, canlıların (flora ve fauna) yaşamı, dağılışı ve organik maddelerin ayrışması üzerinde etkisi bulunmaktadır (Atalay, 2014). İklim özelliklerinin tarımsal arazi kullanımında tarımsal ürün deseninin çeşitliliği üzerinde etkileri bulunmaktadır. Şöyle ki tarımsal faaliyetler sahada hüküm süren iklimin karakterine göre şekillenmektedir. Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü alanlarda zeytin, turuncgiller, Antep fıstığı vb. bitkiler yetiştirilirken, karasal iklimin hüküm sürdüğü sahalarda genellikle buğday, arpa ve yulaf gibi tahıl üretimi yapılmaktadır. Araştırma alanı Köroğlu dağları ile Sündiken dağları arasına sıkışmıştır. Bu alanda yer alan Sarıcakaya, Mihalgazi ve İnhisar ilçeleri jeomorfolojik açıdan çevresinden izole olmuş bir durumdadır. Sakarya ırmağının vadi tabanında yükselti 63 metreye kadar alçalırken, ilçelerin güney ve kuzey sınırlarında bu değer 1500 metrelere kadar yükselmektedir. Bu durum soğuk hava kütlelerinin vadi içine girmeden kuzeyden güneye geçiş yapmasına ve korunaklı bir durumda bulunan vadi içinde Akdeniz iklimine benzer bir mikro klima alanı oluşmasına yol açmıştır.

Araştırmada istasyonlara ait günlük ortalama sıcaklık verilerinin bulunmamasından dolayı mevsimlerin başlangıç ve bitiş tarihleri tespit edilememiştir. Araştırma alanının iklimi hakkında fikir

vermesi açısından istasyonların aylık ortalama sıcaklık ve yağış değerleri, fenolojik rasatlar, gözlem ve görüşmeler sonunda elde edilen veriler birleştirilmiştir.

**Çizelge 2.** Araştırma alanı ve çevresindeki istasyonlarda aylık ve yıllık ortalama sıcaklıklar

İstasyonlar	İst. Yük. (m)	Aylar												Yıllık Ort.	
		O	Ş	M	N	M	H	T	A	EY	EK	K	A		
1.Mihalgazi	236	2	5.3	7.2	8.9	13.5	20.1	22.4	27.6	27.7	23.0	17.6	10.8	8.2	16.0
2.İnhisar	202	8	5.4	8.1	10.4	14.3	19.1	22.4	25.8	26.1	22.2	16.4	11.2	6.9	15.7
3.Sarıcakaya	247	9	4.9	7.9	10.3	14.5	19.9	22.9	26.3	26.8	22.7	16.3	10.8	5.6	15.7
4.Söğüt	695	16	2.4	4.6	7.3	11.6	16.4	20.0	22.5	22.8	19.1	14.1	9.5	4.6	12.9
5.Nallıhan	650	32	1.3	3.1	7.0	11.5	16.6	20.6	24.0	24.2	19.7	14.2	7.4	3.0	12.7
6.Yenipazar	668	8	2.0	4.8	7.1	10.8	15.6	18.7	21.8	22.0	18.3	12.9	8.0	3.7	12.1
7.Tepebaşı	1.407	6	-	2.5	5.0	9.6	14.9	17.1	20.3	19.1	16.2	11.3	6.2	0.6	10.2

Kaynak: MGM

**Çizelge 3.** Araştırma alanı ve çevresindeki istasyonlarda aylık ve yıllık yağış miktarları

İstasyonlar	Aylar												Yıllık (mm)
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	EY	EK	K	A	
1.Söğüt	40.59	37.39	43.19	42.58	51.28	162.35	13.59	18.57	20.91	47.87	47.59	46.79	572.68
2.Yenipazar	50.63	37.71	46.03	50.76	63.83	99.91	11.34	17.20	23.68	34.59	26.53	47.19	509.38
3.İnhisar	44.20	31.99	35.38	41.81	62.10	69.60	7.21	11.19	18.29	29.89	20.16	39.68	411.49
4.Nallıhan	47.89	34.76	44.34	38.09	38.78	53.69	16.13	8.96	17.84	37.04	25.98	42.06	405.56
5.Sarıcakaya	28.41	24.37	28.57	31.20	54.27	71.23	11.21	16.00	15.07	30.73	18.71	29.98	359.75
6.Tepebaşı	36.60	26.03	31.43	27.63	40.22	54.90	16.06	6.08	12.70	28.82	30.95	39.40	357.82
7.Mihalgazi	55.35	24.50	37.10	46.25	28.90	50.90	6.85	0.10	19.45	20.95	20.25	21.20	331.80

Kaynak: MGM

Meteorolojik verilerin yanı sıra iklimin etkisi altında varlığını devam ettiren bitkiler, sahada hüküm süren iklim tipi hakkında rasyonel bir değerlendirme yapılmasını sağlayabilmektedir. Akkan'nın da belirttiği gibi bilhassa mikroklima alanlarının tespit edilmesinde uzun süreler yapılabilmiş fenolojik gözlemlerin iklimin tayin edilmesinde önemi rolü bulunmaktadır (Akkan, 1963). Bu bağlamda araştırma alanındaki istasyonların uzun dönemli kayıtlara sahip olmaması nedeniyle fenolojik rasatlardan (Türkiye Fenoloji Atlası) yararlanılmıştır. Araştırma alanında, kayısı ağaçlarının çiçeklenmesi 16-31 Mart arasında gerçekleşir ve ilkbaharın müjdecisi olarak bilinir. Aynı şekilde kayısının olgunlaşmaya başlaması ise yaz mevsiminin geldiğinin habercisidir ve 01-15 Mayıs tarihleri arasına rastlamaktadır. Gerek saha gözlemleri gerekse yerel halk ile gerçekleştirilen görüşmeler bu bilgilerin doğruluğunu teyit etmiştir.

Sündiken ve Köroğlu dağlarının Sakarya vadisini korunaklı bir şekilde kuzeyden ve güneyden kuşatması, araştırma alanında farklı bir iklim tipinin hüküm sürmesine yol açmıştır. Araştırma alanında var olan kızılcım, zeytin, Antep fıstığı, menengiç, incir, nar ve son dönemlerde dikimi



yapılan turuncgiller sahadaki ılıman iklimin hüküm sürdüğünün bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Tarkan'a göre bir bitki türünün yetişme şartlarından herhangi birinin optimum şartın dışına çıkması durumunda bitkinin gelişmesi azalmakla birlikte durma noktasına kadar gelmektedir (Tarkan, 1973). Yazıcı'ya göre kuzey ve güneyi orman örtüsü ile kaplı olan sahada yetişme imkânı bulan bu bitkiler bu yörenin mikroklima alanı olarak nitelendirilmesini sağlayabilir (Yazıcı, 1998). Ayrıca Coşkun ve Turan'ın kaleme aldığı çalışmada, inceleme alanının İç Anadolu da hüküm süren iklime göre daha ılıman bir iklime sahip olduğu ve Emberger'e göre yarı kurak Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğünü belirtmişlerdir (Coşkun ve Turan, 2016).

Araştırma alanındaki ilçelerde tarımsal faaliyetler yoğun biçimde öne çıkmaktadır. Sahaya ait sıcaklık ve yağış değerleri ile tarımsal arazi kullanımı arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Sıcaklık faktörü tarımsal arazi kullanım üzerinde tek başına etkili olmasa da önemli ölçüde belirleyici bir etkidir. Sıcaklık yükseltiye bağlı olarak her 100 m'de 0,5 derece azalmaktadır. Buda tarımsal arazi kullanım üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Çizelge 2'de görüldüğü gibi araştırma alanındaki istasyonların bulunduğu noktalar vadi tabanını temsil etmektedir. Vadi tabanında sıcaklığın çevreye göre daha fazla olması tarımsal faaliyetlerin bu alanda yoğunlaşmasına neden olmaktadır (Çizelge 2). Sıcaklık değerlerine bağlı olarak vadi tabanındaki tarımsal ürün deseninin (sebze ve meyveler) yüksek kesimlere çıkıldığında yerini tahıl tarımına bıraktığı görülmektedir. İnceleme alanında Sakarya vadi tabanı ve bitişik arazilerde sulu tarım yapılırken, sulanamayan alanlarda nadasa bırakılan veya bırakılmayan kuru tarım alanları yer almaktadır. Araştırma alanında en fazla yağış haziran ayında düşmektedir (Çizelge 3). Bunun yanı sıra kış aylarındaki yağışlar ile birlikte maksimum yağışın haziran ayında düşmesi akarsu debi ve rejimlerine baraj ve göllerin seviyeleriyle birlikte yer altı sularının beslenmeleri doğrudan etkilemektedir. Yerel halk ile yapılan görüşmeler sonucunda bu dönemde oluşan yağışların tarımsal üretim üzerinde bir etkisinin olmadığını, bir sonraki üretim dönemi için hazırlık olduğunu belirtmişlerdir. Araştırma alanındaki seracılık (örtü altı tarım) faaliyetlerini bakı ve rüzgâr durumu etkilemektedir. Sakarya Irmağı vadisi ve yakın çevresinde yer alan doğu-batı doğrultusunda uzanış gösteren seralar güneşlenme süresi bakımından yeterli durumdadır. Seralar rüzgârlara karşı korunaklı bir alanda yer alırken, kış dönemindeki kuzey sektörlü rüzgârların hızları da Köroğlu dağları tarafından bertaraf edilmektedir. İnhisar ilçesindeki bazı çiftçiler ara ara sert esen rüzgâra karşın seraları korumak amacıyla rüzgârın geliş yönüne doğru meyve ağaçları dikmektedir.

#### 4.3. Jeolojik Yapının ve Jeomorfolojik Unsurların Tarımsal Arazi Kullanımına Etkisi

Bir alanda jeolojik yapı toprak özelliklerinin belirlenmesinde en önemli etkidir. Topraklar kayalarındaki minerallerin ayrışmasıyla oluşan doğal kaynaklardır. Jeolojik yapı toprağın genetik

özelliklerini şekillendirmektedir. Tarım toprakları olarak değerlendirilen bu topraklar insanın etkisiyle de karmaşık hale gelebilir ve verimlilik durumları da değişebilmektedir. Tarımsal arazi kullanım açısından jeomorfolojik birimlerin buldukları alanlarda oldukça önemlidir. Tarım alanlarının coğrafik dağılışı, doğal ortam özelliklerine yani fiziki etkenlere bağlılık göstermektedir. Yeryüzü şekillerinin durumu, iklimin elverişliliği veya elverişsizliği, doğal bitki örtüsü, toprak ve hidrografiya özellikleri doğal olarak tarım alanlarının dağılışını tayin etmektedir (Özçağlar, 1988). Ana materyalden ayrılan topraklar çeşitli jeomorfolojik birimlerin üzerinde yer almaktadır. Tarımsal faaliyetlere uygun olan alanlar ise aşınım düzlükleri, vadi tabanları, ovalar ve hafif eğimli arazilerdir.

İnceleme alanının kuzey kesiminde yer alan Koroğlu dağları genel olarak Neojen volkanik seriden oluşmaktadır. Volkanizma sırasındaki ortaya çıkan lavların içerisinde andezit hâkim olmakla birlikte bazalt, labrodit andezit ile andezit-dazit arasındaki tiplerde bulunmaktadır (Erol, 1955). Paleozoyik yaşlı granitlerin kuzeyinde Kretase dönemine ait kireçtaşları yer almaktadır. Koroğlu dağlarındaki tarıma uygun düzlük alanlar 650 ile 1300 m arasında değişen plato alanlarında bulunmaktadır (Foto 1).

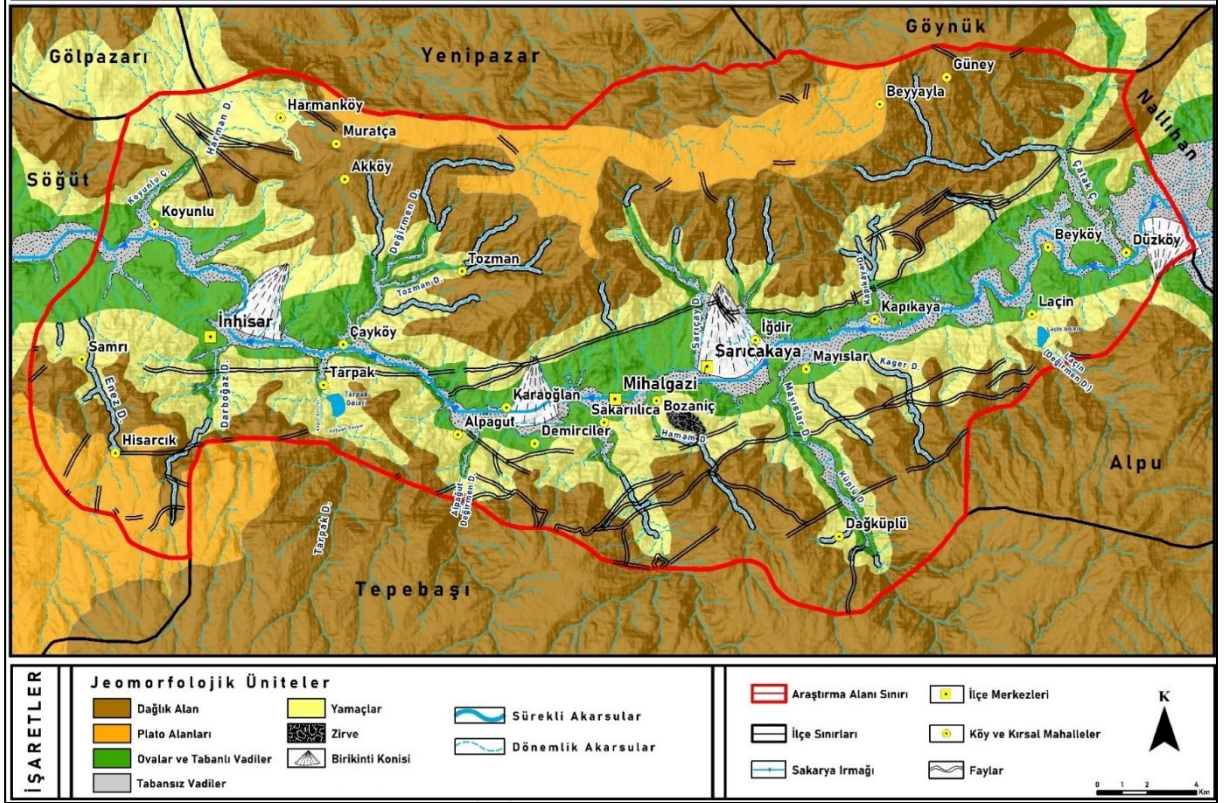


**Foto 1.** 1000-1200 m yüksekliğinde bulunan Tozman Yaylasındaki tarım alanları

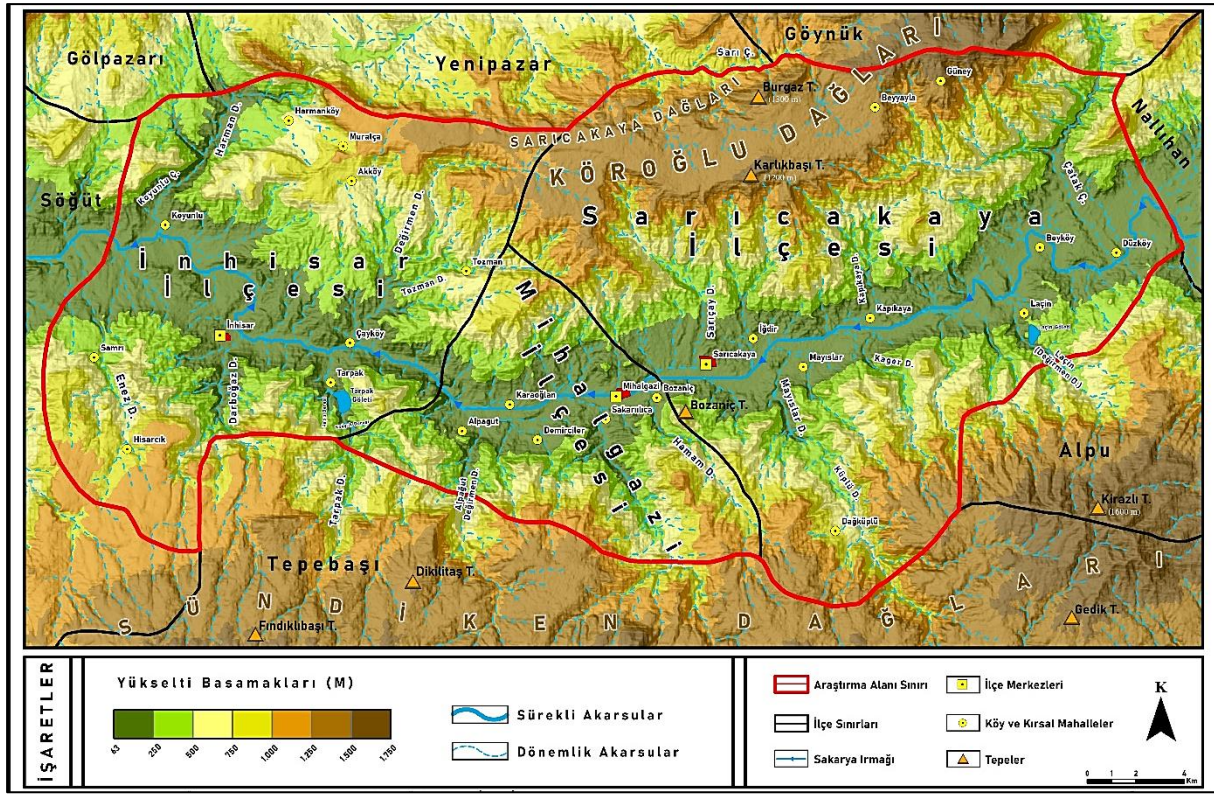
Bu alanlar genellikle eğim aralığının %0-2 veya %2-6 arasında değiştiği sahalardır. Söz konusu aşınım düzlükleri üzerinde yapılan tarımsal faaliyetler iklimin ve ana kayanın etkisinde gelişmiş olan kahverengi ve kireçsiz kahverengi orman topraklarında gerçekleştirilmektedir (Şekil 3 ve 4).

İnceleme alanı sınırları içerisinde Sakarya vadisi, Sündiken ve Koroğlu arasında 800-900 m derinliğinde açılmış, vadi taban genişliği 60 ila 5000 m arasında değişen doğu-batı uzanış gösteren bir oluk vadidir. Sakarya Irmağı, Koroğlu-Sündiken Dağları arasındaki tektonik depresyon içinde tabanlı bir vadi oluşturarak menderesler çizerek doğudan batıya doğru akmaktadır. Araştırma alanındaki tarım

alanlarının çoğu, sahanın en önemli hidrografik unsuru olan Sakarya Irmağı vadi tabanında yer almaktadır. Pleistosen'de Karadeniz'in kaide seviyesinde meydana gelen değişimler nedeniyle Sakarya Irmağının yatağını derine ve geriye doğru kazmaya başladığı evrelerde Pliosen dolguların çoğu sahadan taşınmıştır. Sakarya Irmağının kaide seviyesinin yeniden yükselmesiyle birlikte yatağı boyunca bol miktarda alüvyal malzeme birikimi meydana gelmiştir. Bu sayede alüvyal taban üzerinde verimli tarım alanlarına yer verecek bir ortam oluşmuştur.



Şekil 3. Araştırma alanı ve yakın çevresinin jeomorfografya haritası



Şekil 4. Araştırma alanını ve yakın çevresinin fiziki haritası

Tarımsal arazi kullanım kapsamında çalışmanın en önemli ünitesi Sakarya vadisidir. İnceleme alanında Sakarya vadisinin uzunluğu 45 km'dir. Sakarya vadisinde yükseltinin 63 ile 250 metreler arasında ve eğimin kuzey-güney doğrultusunda %0-2 arasında değiştiği görülmektedir (Şekil 4). Morfolojik bakımdan farklılıklara sahip olan araştırma alanı, Darkot tarafından Sündiken dağlarının kuzey ve Koroğlu dağlarının güney eteklerini doğu-batı yönünde kat eden, Sakarya vadisi boyunca boğazların ve düz zeminli verimli ovaların bulunduğu alan olarak belirtilmiştir (Darkot, 1964).

Sakarya Vadisinin güneyinde metamorfik Sündiken masifi bulunmaktadır. Sündiken masifi, geniş sahaları kaplayan şist ve mermer kuşaklarından meydana gelmektedir (Bilgin, 1990). Sündiken dağları genel durumuyla bir aşınma ve taşınma alanıdır. Bu aşınma ve taşıma alanlarında birbirinden az çok belli basamaklarla ayrılmış pennepen yüzeylerini de görmek mümkündür. Gençleşmiş pennepen yüzeyleriyle basamakların varlığı ve bu dağları çevreleyen neojen tortullarının etekte yatay duruşlarını, birkaç derece olsun, bozmuş bulunmaları, bize Sündiken dağlarının yeni devirlerde yükselmiş bulunduğunu, bu yükselmenin dinlenme- yükselme şeklinde sürüp gittiğini göstermektedir (İzbrak, 1945). Bilgin tarafından plato dağı olarak adlandırılan Sündiken dağının eğim derecesinin düşük olduğu yüksek kesimlerindeki aşınım düzlüklerinde tarım alanları bulunmaktadır.

#### 4.4. Hidrografik Unsurların Tarımsal Arazi Kullanımına Etkisi

Tarımsal faaliyetlerin sürdürülebilir kılınması için temiz ve tatlı su kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Tarımsal sulama kapsamında uygun olan hidrografik unsurların bulunduğu sulama tarım alanlarında verim artışında olumlu değişimler görülmektedir. Su, toprağın içerisindeki kimyasal olayların tetikleyici unsuru olmasından dolayı tarımsal üretimde çeşitliliğin ve zenginliği sağlayıcıdır. Ayrıca suyun kirli olması toprağın vasfının azalmasına ve zamanla niteliğinin yitirilmesinin yanı sıra fazla sulamadan dolayı da topraklar tuzlanabilmektedir.

Araştırma alanındaki hidrografik unsurları Sakarya Irmağı ile ona karışan akarsular, yeraltı ve kaynak suları ve yapay göletler oluşturmaktadır. Sakarya Irmağı'nın inceleme alanımızdaki kısmı Orta Sakarya Havzası içinde bulunmaktadır. Sakarya Irmağı'nın ana kolu, Afyonkarahisar iline bağlı İşcehisar, İhsaniye ve Bayat ilçe merkezleri arasındaki Bayat Platosu üzerinde yükselen Şaphane Dağından kaynağını almaktadır. Sakarya Irmağının bu kaynağına Seyitsuyu denilmektedir. Buna rağmen Sakarya Irmağının, Eskişehir ilinin idari sınırları içerisinde yer alan Çifteler ilçe merkezinin doğusundaki Sakarıbaşı veya Sakaryabaşı'nda doğduğu kabul edilmektedir. Sakarya Irmağı hidrografik bir bölge olarak ele alındığında kendi içerisinde Yukarı, Orta ve Aşağı Sakarya havzalarından oluşmaktadır. Orta Sakarya havzası, Porsuk Çayının karışım yerinden sonra başlar ve araştırma alanını kapsayarak Geyve Boğazında son bulmaktadır.

Sakarya Irmağı, yıl boyunca yatağında su bulunan ve devamlı olarak yer altı suyu ile beslenen sürekli rejime sahip bir akarsudur. Sakarya Irmağı, inceleme alanının mekânsal sınırları içerisindeki Köroğlu ve Sündiken dağlarının yüksek kesimlerinden kaynağını alan dere ve çaylar tarafından beslenmektedir. Yağışlı dönemlerde ve kar erimeleri sonrasında yataklarında su bulunan dereler kurak dönemde kurumaktadırlar. Tarım alanlarının sulanması için Sakarya Irmağından doğrudan su çekilmemektedir. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca, Eysel ve Endüstriyel İzleme (EKİP) programı bağlamında yapılan izleme sonuçları neticesinde Sakarya Irmağının IV. sınıf (çok kirlenmiş) su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir (Sakarya Havzası Nehir Havza Yönetim Planı Projesi, 2022). Bu sebepten dolayı çiftçiler Sakarya Irmağından tarım alanlarını sulamayı tercih etmemektedir. Rençberler tarım alanlarının yakınına açtıkları artezyen kuyulardan tarım alanlarını sulamaktadır. Sahada derin kuyu pompaları ve motopomplarla çekilen sular damlama veya yağmurlama sulama sistemlerine aktararak tarımsal sulama gerçekleştirilmektedir (Çizelge 4).

**Çizelge 4.** Tarımsal Sulamada Kullanılan Tarım Aletleri

Tarımsal Aletler	İnhisar	Mihalgazi	Sarıcakaya	Toplam
Motopomp Termik	196	30	367	593
Derin Kuyu Pompa	0	75	360	435
Yağmurlama Tesisi	2	1200	460	1662
Damlama Sulama	242	1200	2950	4392

**Kaynak:** TÜİK Tarımsal Alet ve Makine İstatistikleri (2022)

Köroğlu dağlarının güneye bakan yamaçlarındaki akarsular doğudan batıya doğru Çatak Çayı, Kapıkaya Deresi, Sarıçay Deresi, Tozman Deresi, Değirmen Deresi, Harman Deresi ve Koyunlu Çayı olarak sıralanmaktadır. Sündiken dağlarının kuzeye bakan yamaçlarında doğu-batı doğrultusunda; Laçın Değirmen Deresi, Kager Deresi, Küplü Dere, Mayıslar Deresi, Hamam Deresi, Alpogut Deresi, Kağsak Deresi, Kapız Deresi, Darboğaz Deresi ve Enez Deresi bulunmaktadır. Söz konusu akarsuların yanında, Köroğlu ve Sündiken dağlarının yamaçlarında periyodik akış gösteren adlandırılmamış birçok küçük dere de yer almaktadır. Bu dağların üzerinde Laçın, Beyyayla ve Tarpak Göletleri bulunmaktadır.

Bahsedilen bu akarsular tarımsal sulama bakımından önemli bir yere sahiptir. Bu derelerde kirlilik oranı düşük düzeydedir. İnceleme alanında tabansız vadiler içinden akan derelerden tarımsal sulama yapılırken depresyon tabanında yer alan tarım alanlarının yakınlarında artezyen kuyuları açılarak tarımsal sulama gerçekleştirilmektedir. Vadi tabanındaki arazide geçirimsiz tabakaya genelde 4-5 metre derinlikte ulaşılmaktadır. Köroğlu dağlarının 1100 metre yüksekliğindeki aşınım düzlüğü üzerinde yer alan İğdirözü deresi vadisinin önüne set çekilmesiyle Beyyayla Gölet'i oluşturulmuştur. 2009 yılında işletmeye açılmış olan Beyyayla Gölet'i 6 ha tarım arazisini sulanmaktadır. Tarımsal üretim potansiyeli yüksek olan Laçın ve Tarpak köylerinde su kaynaklarından dolayı yaşanan sorunlar kapsamında Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) tarafından Laçın ve Tarpak göletleri inşa edilmektedir. Sündiken dağlarından depresyona doğru akan Değirmendere'nin yatağı üzerinde kurulan Laçın Gölet'i tamamlandığında 7000 dönüm arazinin sulanması planlanmaktadır. İnhisar ilçesinde tamamlanıp hizmete açılmış Tarpak Gölet'i yer almaktadır. Tarpak Gölet'i kaynağını Sündiken dağlarından alan Kapız Deresi ve Kağsak Deresi'nin sularının tutulmasıyla oluşturulmuştur. Tarpak Gölet'inin sulama sistemlerindeki yapım çalışmaları halen devam etmektedir. Söz konusu sulama sisteminin kurulmasıyla birlikte Tarpak Gölet'inden uzakta yer alan ve sulama sorunu bulunan tarım alanlarının sulanması sağlanacaktır. Sistem tamamlandığında 6000 dönüm kuru tarım arazisinin sulanmasına olanak sağlanması planlanmaktadır. İnhisar ilçesinin Samrı köyünde tarımsal sulama amacıyla inşası başlanan Samrı Gölet'i barajı yapımı günümüzde devam etmektedir. Günümüzde

çalışmaların devam ettiği Samrı Gölet'i tamamlandıktan sonra sulama sorunu bulunan 2770 dekarlık tarım arazisinin sulanacağı ön görülmektedir.

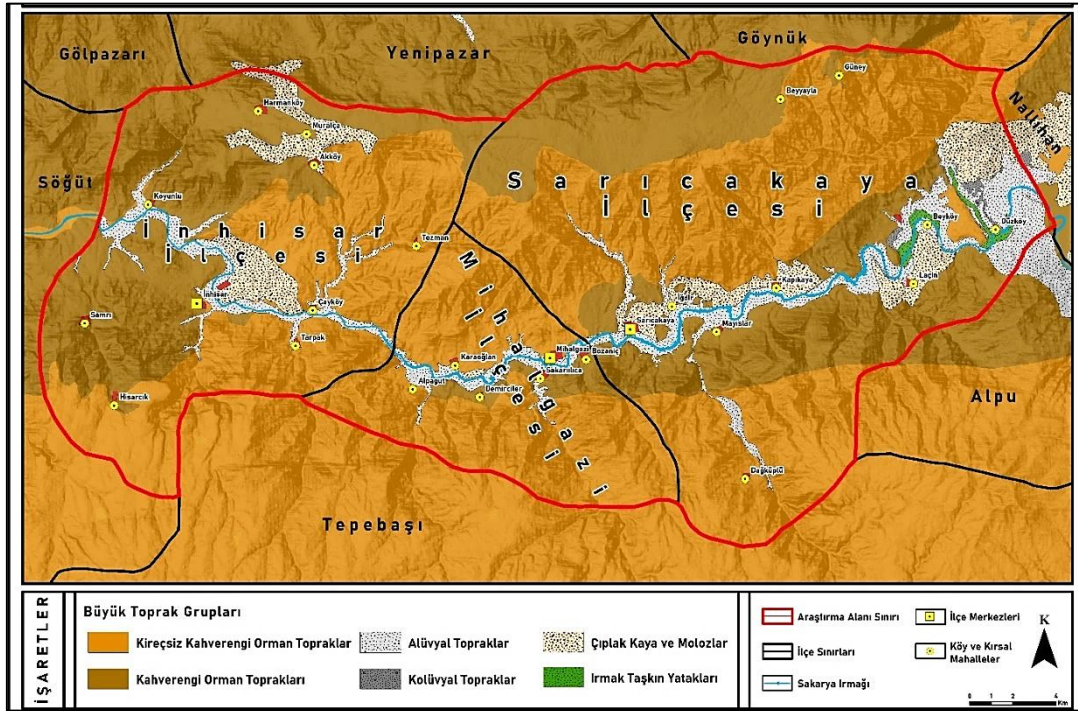
Yeraltı sularının kirlenmesine yol açan en önemli tarımsal faaliyetleri tarımsal ilaç, gübre kullanımı ve atıkların doğrudan toprağa bırakılması oluşturmaktadır. Yeraltı sularında kirliliğe neden olan parametrelerin başında sularda çözülmüş haldeki azot bileşikleri gelmektedir. Çözülmüş azotun yeraltında en sık rastlanan formu nitrat (NO<sub>3</sub>- ) olmakla birlikte, amonyum (NH<sub>4</sub> +), nitrit (NO<sub>2</sub>- ), azot oksit (N<sub>2</sub>O) ve organik azot şeklinde de bulunabilmektedir. Azotlu gübre uygulamasının zamanlanması nitrat kirliliğinin kontrolünde son derece kritik bir faktördür (Sünel ve Erşahin, 2012). 23/07/2016 yılında Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı ile Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından "Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği'nde 50 mg/l den fazla nitrat içeren alanlara izleme programı ve akabinde eylem planının hazırlanması gerekliliği belirtilmiştir. O halde yönetmeliğe göre 50 mg/l den fazla nitrat içeren yüzey ve yer altı suları "önlem alınmalı" kapsamında değerlendirilmektedir. Eskişehir ili geneline bakıldığında yüzey ve yer altı sularında tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan nitrat kirliliğinin en fazla olduğu yer altı istasyonlarının Sarıcakaya ilçesinde bulunduğu görülmektedir. Araştırma alanını oluşturan diğer ilçeler de gerçekleştirilen ölçümler sonucunda günümüzde yüzey sularındaki nitrat oranının tehlikeli durumda olmadığı (50 mg/l den aşağıda) belirtilmiştir (Eskişehir ve Bilecik İllerinin Çevre Durum Raporları, 2020).

#### 4.5. Toprak Örtüsünün Tarımsal Arazi Kullanımına Etkisi

Ana kayanın ayrışmasıyla birçok mineral ve elementler ortaya çıkmakta daha sonra bunlar toprağa gelen suyla eriyik hale geçerek bitkilerin besin maddelerini oluşturmaktadır. Bu nedenle ana maddenin içerdiği besin maddeleri bitkilerin yetişmesi ve tarımsal üretimin gelişmesi için oldukça önem arz etmektedir (Mater, 1998). Araştırma alanının genel toprak haritası incelendiğinde yükseltinin fazla olduğu orman örtüsünün altında gelişen kahverengi orman topraklarının 249,67 km<sup>2</sup>'lik (%33) alanı kapladığı görülmektedir. Kahverengi orman toprakları, sahada hüküm süren iklimin ve bitki örtüsünün hakimiyeti altında gelişen zonal topraklar içerisinde yer almaktadır. İnceleme alanında orman örtüsü altında gelişen kahverengi orman toprakları tarımsal açıdan verimli topraklardır. Sahanın yüksek kesimlerde bulunan Beyyayla, Güney, Harmanköy, Muratça, Akköy, Samrı ve Hisarcık yerleşmelerindeki halk verimli kahverengi topraklardan faydalanabilmek için orman alanlarını tahrip etmişlerdir. Tarımsal faaliyetlere açılan bu alanlarda çoğunlukla tahıl tarımı yapılmaktadır. Bu alanlar III. sınıf araziler olarak sınıflandırılmaktadır. Verimli orman topraklarının bulunmasına rağmen plato sahalarının III. sınıf arazi olarak değerlendirilmesinin nedenlerini suyun bulunmaması ile vadide hüküm süren Akdeniz ikliminin plato alanlarına kadar ulaşmaması

oluşturmaktadır. Bu bağlamda hidrografik unsurların ve iklimin tarım ürünlerinin yetişmesindeki sınırlandırıcı etkisi bu arazilerde görülmektedir.

Araştırma alanında en fazla yayılışı kireçsiz kahverengi toprakları göstermektedir. Bu toprak grubunun sahada 408,30 km<sup>2</sup>'lik (%55) alanı kapladığı görülmektedir. Bu topraklar çoğunlukla kuru ormanlar altında gelişmektedir. İnceleme alanındaki kireçsiz kahverengi orman toprakları genellikle sırtlar üzerindeki ormanların altında bulunmaktadır. Kireçsiz kahverengi topraklar yaygın olarak Köroğlu dağlarının sırt ve yamaçlarında bulunan Karbonifer dönemde meydana gelmiş granitler üzerindeki ormanlık saha altında gelişim göstermektedir. Bu topraklar araştırma alanının güney bölümünde şist ve mermerler üzerinde doğu-batı yönlü bir şerit halinde uzanmaktadır. Eğim derecesinin elverişli olduğu araziler üzerindeki plato alanlarında bulunan bu topraklarda buğday, arpa ve yulaf tarımı yapılmaktadır. Mihalgazi ilçesinin kuzey kesimindeki az eğimli yamaçlar üzerindeki kireçsiz kahverengi topraklara zeytinler dikilmektedir. III. ve IV. sınıf olarak değerlendirilebilen bu topraklar iklim, bitki örtüsü ve yerli ana kayanın etkisi altında oluşmuş zonal topraklar grubunda yer almaktadır.

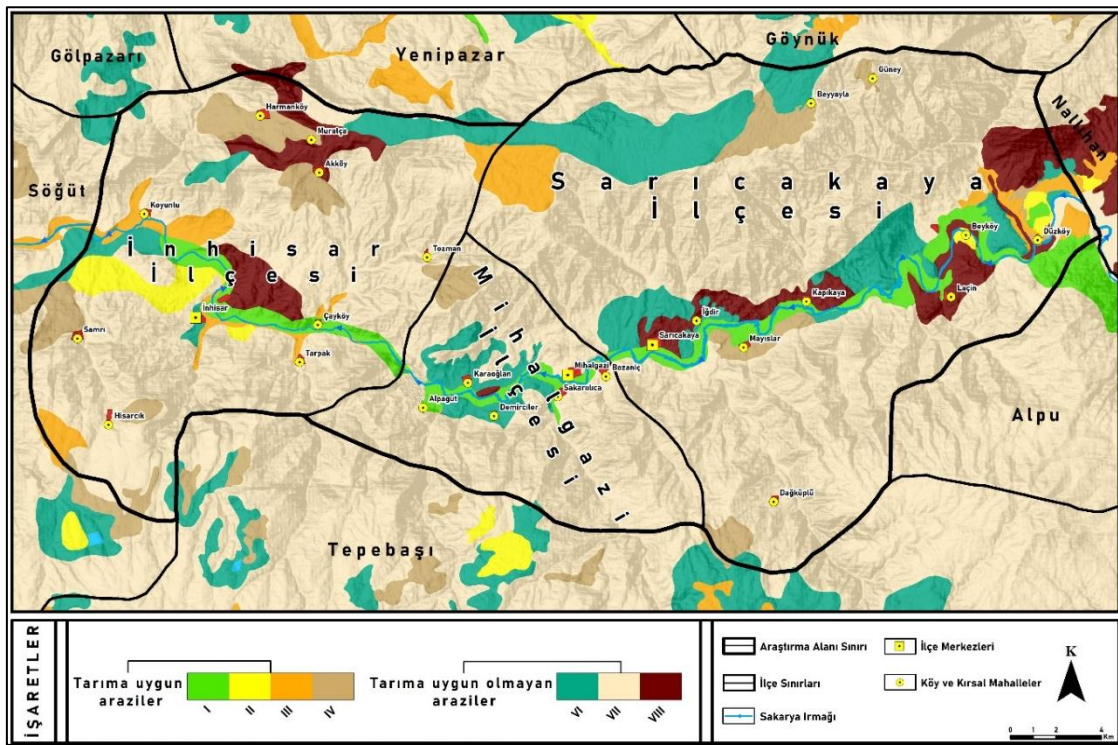


Şekil 5. Araştırma alanı ve yakın çevresinin toprak haritası

Sakarya Irmağının eğim aralığı %0-2 arasında değiştiği vadi tabanında alüvyal topraklar bulunmaktadır. Bahsedilen alüvyal topraklar dış kuvvetlerin etkisiyle taşınan ve eğimin azaldığı yerlerde biriktirilen azonal toprak grubu içerisinde yer almaktadır. Alüvyal topraklar diğer azonal (litosol, regosol, kolüvyal) topraklara göre zirai değer taşıyan topraklardır (Akalan, 1965). İnceleme



alanındaki alüvyal topraklar arazide 54,25 km<sup>2</sup>'lik (%7,5) alanı örtmektedir. Genel olarak ağır ve orta bünyeli olan bu toprakların derinliği 1,7 metreden fazladır. İnceleme alanında vadi tabanındaki tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak yapıldığı araziler alüvyal topraklardan meydana gelmektedir (Şekil 5). Alüvyal topraklar Sakarya Irmağının ve yan kollarının taşıdığı çeşitli boyuttaki materyallerden oluşmaktadır. Bu topraklar genel olarak Sakarya Irmağının dış bükey bir uzanış gösterdiği yığınak alanlarda yoğunluk kazanmaktadır. 1971 yılında Devlet Su İşleri III. Bölge Müdürlüğüne hazırlanan raporda alüvyal toprakların drenaj probleminin, tuzluluk ve alkalilik sorunlarının bulunmadığı, geçirgenliğin iyi olduğu ve toprağın pH derecesinin 7,8-8,4 arasında değiştiği belirtilmiştir. Araştırma alanındaki alüvyal topraklar Sarıcakaya ilçesinin doğusundan başlamakta ve Sakarya Irmağı vadi tabanı boyunca İnhisar ilçesinin batısına kadar devam etmektedir. Nitelik ve verimlilik açısından değerlendirildiğinde, alüvyal toprakların bulunduğu alanlar I ve II. sınıf araziler içerisinde yer almaktadır. Depresyon tabanında yer alan alüvyal topraklarda sebze ve meyve tarımı yoğun bir şekilde gerçekleştirilmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Araştırma alanı ve yakın çevresinin nitelik ve verimlilik haritası

Araştırma alanı sınırları içerisinde azonal toprak grubunda yer alan koltüvyal topraklar sahada 3,97 km<sup>2</sup>, çıplak kaya ve molozlar 26 km<sup>2</sup> ve ırnak taşkın yatakları 2 km<sup>2</sup> alanı kaplamaktadır. Söz konusu bu alanların tarımsal değeri bulunmamaktadır.

#### 4.6. Yerleşim Alanları ve Nüfusun Tarımsal Arazi Kullanıma Etkileri

Yerleşmelerin yeryüzündeki dağılışına iklim, hidrografik unsurlar, yer şekilleri, toprak örtüsü, doğal bitki örtüsü ve iktisadi faaliyetler direkt olarak etki etmektedir. Bunların içerisindeki en önemlisini yeryüzü şekilleri oluşturmaktadır (Gözenç, 1979). Yerleşmelerin kuruluşu, gelişimi, yürütülen ekonomik faaliyetler ve ulaşım imkanları jeomorfolojik birimlere bağlı olarak gelişmektedir. Taş'ın da belirttiği gibi düz ya da düze yakın alanlar insan faaliyetleri için elverişli ortamları oluştururken; yüksek, engebeli ve dağlık alanlar beşerî faaliyetlerin kısıtlandığı yerlerdir (Taş, 2016). Yerleşmeler buldukları yükselti basamaklarına göre ele alındığında çoğunluğunun 170-280 metreler arasındaki vadi tabanı ve yamaçlardan vadiye doğru sokulan dağ eteği düzlüklerinde kurulduğu görülmektedir.

Yerleşmelerin söz konusu yükselti basamaklarındaki depresyon alanında yer almasının sebebini yerleşim ve ekonomik faaliyetlere uygun olması oluşturmaktadır. Depresyon tabanındaki hâkim ekonomik faaliyet ise tarımdır. Verimli tarım alanlarının vadi tabanında bulunması, yerleşmelerinde bu sahada yoğunlaşmasını sağlamaktadır. Depresyon tabanındaki yerleşmeler yeryüzüne çıkan kaynak sularından faydalanmak ve kısıtlı tarım arazilerinin bölünmemesi amacıyla vadi kenarına veya etek düzlüklerine konumlanmıştır. Bu nedenden dolayı yerleşmelerin birçoğu toplu yerleşme dokusuna sahiptir. Yükselti basamağının 500 ile 1300 m arasında değiştiği aşınım düzlüğü, sırt ve yamaç gibi jeomorfolojik üniteler üzerinde yer alan yerleşmeler tarım ve otlak alanların yakın çevresinde kurulmuştur. İnceleme alanında toplamda 26 yerleşme bulunmaktadır. Bu yerleşmelerin dağılımı; Sarıcakaya ilçesinde 10, Mihalgazi ilçesinde 6 ve İnhisar ilçesinde 10 yerleşme şeklindedir. Sahada belediye örgütlü yerleşmeler içerisinde şehir fonksiyonuna sahip bir yerleşme bulunmamaktadır. Araştırma alanında ilçe merkezi görevi üstlenen Sarıcakaya, Mihalgazi ve İnhisar kasabaları haricindeki diğer yerleşmeler bütünüyle kırsal niteliklidir. Sarıcakaya, Mihalgazi ve İnhisar kasabalarının fonksiyonel özelliklerinin değişmesiyle kırsal yapıdan hafifçe sıyrılmaktadır. Hâkim geçim kaynağının tarıma dayanması sebebiyle kasabalar “tarım kasabası” olarak adlandırılabilir.

Sahadaki en önemli toprak grubu alüvyal topraklar ile kahverengi orman topraklarıdır. Vadi tabanı ve yakın çevresinde bulunan alüvyon topraklar, tarım faaliyetlerinin yapılması oldukça uygun alanları oluşturmaktadır. Ormanların tahrip edilerek açıldığı kahverengi orman topraklarında tahıl tarımının yanında hayvancılık faaliyetleri de sürdürülmektedir. Yerleşim alanlarının bu iki toprak grubu üzerinde yoğunlaşmasının en temel sebebini tarım faaliyetleri oluşturmaktadır. Tarım alanlarının yakınlarında yerleşmelerin kurulmasıyla birlikte ulaşım hatları da tarım arazilerine yakın alanlarda yoğunlaşmıştır. Vadi tabanına paralel şekilde yapılan karayollarının birçoğunda tarım alanlarına kolay ulaşım imkanlarının sağlanması gözetilmiştir. Bu sayede eğim şartlarının uygun

olduğu depresyon tabanındaki tarım alanlarına ulaşım olanakları gelişmiş durumdadır. Köroğlu ve Sündiken dağları üzerindeki yolların eğim derecesi yüksektir. Eğim derecesinin yükseldiği kamyon veya tırların yakıt tüketimleri artmaktadır. Bu bağlamda yüksek kesimlerdeki tarım alanlarında üretilen tarımsal ürünlere ulaşım bedelleri de yansıtılmakta ve ürünler piyasada alıcı bulamamaktadır. Bu sebepten dolayı yüksek kesimlerdeki yerleşmelerde üretilen tahılların halkın kendi ihtiyacını karşılayacak düzeyde kalmıştır. Yani bu alanlardaki üretim maliyetlerinin artması, üretimin sınırlı kalmasına neden olmaktadır.

1980 yılında yapılan genel nüfus sayımlarında Mihalgazi, Sarıcakaya'ya bağlı bir bucak (Gümele bucağı) olarak işlenmiştir. Aynı yılda İnhisar Söğüt ilçesine bağlı bir köydür. 1980 yılında İnceleme alanını oluşturan bu sahada toplam nüfus 28177'dir. 1990 yılında çalışma alanının Mihalgazi, Sarıcakaya ilçesinden ve İnhisar, Bilecik ilinin Söğüt ilçesinden ayrılarak ilçe merkezi statüsü kazanmıştır. 1990 yılında 17055 olan nüfusu 2000 yılında 35658'e yükselmiştir. 2000 yılına gelindiğinde Sarıcakaya ve Mihalgazi ilçelerindeki tarımsal faaliyetlerin çok yoğun bir şekilde yapılmasıyla tarımsal iş gücü iki ilçede toplanmıştır. Araştırma alanının 1980-2022 yılları arasında belirlenen yıllık nüfus sayımları karşılaştırıldığında, sahanın en fazla toplam nüfusu (35658) barındırdığı yılın 2000 yılı olduğu tespit edilmiştir. Bu yıldan sonra nüfus miktarında belli dalgalanmalar olmasına rağmen belirgin bir şekilde azalmalar meydana gelmiştir. 2022 yılı TÜİK verilerine göre inceleme alanında 9707 kişi yaşamaktadır. Tarımsal üretim ve insan yaşamı açısından bahsedilen uygunluklara rağmen sahanın göç vermesi, ilçelerdeki sosyal ve kültürel faaliyetlerin düşük olmasıyla alakalıdır. Sahada yapılan görüşmelerde genç nüfusun tarım sektöründe çalışmak istememesi ve bu nedenle ilçelerden göç ettikleri sonucuna ulaşılmıştır.

İnceleme alanında yerleşmelerin yer aldıkları jeomorfolojik ünitelere göre nüfusun dağılışı incelendiğinde, sahadaki nüfusun I. sınıf tarım arazilerine yakın olan ve iyi bir ulaşım ağı bulunan vadi tabanı ve etek düzlüklerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Vadiden yüksek kesimlere doğru yükselti ve eğimin artmasından dolayı tarım arazilerinin sınırlanması bu alandaki nüfusun da azalmasına sebep olmaktadır. Çizelge 5'te görüldüğü üzere sahadaki nüfusun (%82) tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak gerçekleştiği vadi tabanı ve yakın çevresindeki etek düzlüklerindeki yerleşmelerde yaşadığı tespit edilmiştir.

**Çizelge 5.** Yerleşmelerin yer aldığı jeomorfolojik üniteler ve bu ünitelerde yaşayan toplam nüfus

Yerleşmelerin Yer Aldıkları Jeomorfolojik Ünite	Aynı Jeomorfolojik Üniteye Bulunan Yerleşim Alanlarının Toplam Nüfusu	%
Vadi tabanı	4094	42
Etek düzlüğü	3844	40

Yamaç	852	7
Sırt	445	5
Aşınım düzlükleri	361	4
Vadi içi	111	2
<b>Toplam</b>	<b>9707</b>	<b>100</b>

TÜİK tarafından 2000 yılı genel nüfus sayımları sonrasında nüfusun sektörel dağılım istatistikleri tutulmamıştır. Elimizde nüfusun sektörel dağılımı bazında, başta TÜİK olmak üzere herhangi bir kurum ve kuruluşta veri bulunmamaktadır. Ancak sahada yaşayan ve araziden faydalanan nüfusun sektörel dağılımının bilinmesi önem arz etmektedir. Bu bağlamda tarafımızca gerek güncel TÜİK nüfus verilerinden gerekse sahada yaptığımız görüşmeler sonucunda, kırsalda yaşayan nüfusun genelinin tarım sektörü içerisinde yer aldığı tespit edilmiştir. Şunu da belirtmek gerekir ki, ilçe merkezinde ikamet eden, kırsal alanda bulunan arazisinin üzerinde ekip-biçme işleriyle uğraşan çiftçilerin de var olduğu bilinmektedir. Ancak araştırma alanındaki ilçe merkezlerinde ikamet edenlerin çoğunluğunun sanayi ve hizmet sektöründe çalıştığı saptanmıştır.

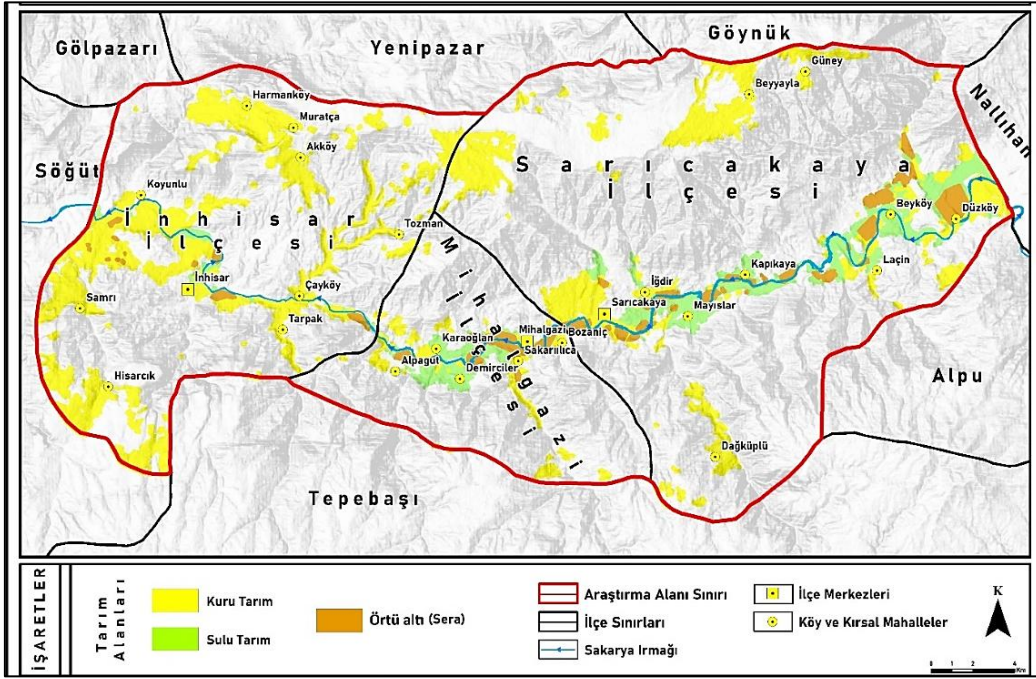
**Çizelge 6.** 2022 Yılında ilçelerdeki nüfusun ekonomik faaliyet kollarına göre sektörel dağılımı

İlçeler	Toplam Nüfus	Kırsal Nüfus	Kent Nüfusu	Tarım %	Sanayi ve Hizmet %
Sarıcakaya	4621	2733	1888	63	37
Mihalgazi	2987	1642	1345	55	45
İnhisar	2099	1180	919	56	44
<b>Toplam</b>	<b>9707</b>	<b>5555</b>	<b>4152</b>	<b>57</b>	<b>43</b>

\*TÜİK (ADNKS) verilerinden ve mülakat sonuçlarından faydalanılarak üretilmiştir.

## 5. Tarımsal Arazi Kullanımı

İnceleme alanındaki en önemli ve yaygın faaliyeti tarım oluşturmaktadır. Araştırma alanındaki tarımsal faaliyetler 102,7 km<sup>2</sup>'lik (%14) alan üzerinde gerçekleştirilmektedir. Sahadaki tarım alanlarına ayrılmış araziler jeomorfolojik olarak depresyon tabanı ve yakın çevresinde yoğunluk kazanmaktadır (Şekil 7 ve Foto 2).



Şekil 7. Araştırma alanındaki açık ve örtü altı tarım alanlarının dağılışı



Foto 2. Sakarya Vadisindeki tarım alanları

İnceleme alanındaki tarım alanlarını ekili ve dikili tarım alanları şeklinde ikiye ayırmak mümkündür. Sahada ekili alanlar genellikle vadi tabanında dikili alanlar ise vadi tabanının yanı sıra az eğimli yamaçlarda yer almaktadır. İnhisar ilçesinin kuzey kesimindeki aşım düzlüklerindeki küçük arazilerde dikili tarım alanlarına da rastlanılmaktadır. Tarım alanlarını kendi içerisinde sulanabilen ve sulanamayan olarak ayrılmaktadır. İnceleme alanındaki tarım alanlarının 38,4 km<sup>2</sup>'si (%37) sulanabilen, 64,3 km<sup>2</sup>'si (%63) sulanamayan tarım arazileridir. Sulanabilen tarım alanlarında çeşitli

sebze ve meyveler yetiştirilirken sulanamayan tarım alanlarında buğday, arpa ve yulaf gibi tahıl ürünleri üretilmektedir (Çizelge 7).

**Çizelge 7.** Sulanabilen ve sulanamayan tarım alanlarının alanı (km<sup>2</sup>) ve oranı (%)

İlçeler	Sulanabilen Tarım Alanı (km <sup>2</sup> )	Sulanamayan Tarım alanı (km <sup>2</sup> )	Toplam Tarım alanı (km <sup>2</sup> )
Sarıcakaya	24,4 (%52)	22,1 (%48)	46,5
Mihalgazi	9 (%68)	4,3 (%32)	13,3
İnhisar	5 (%11)	37,9 (%89)	42,9
<b>Toplam</b>	<b>38,4 (%37)</b>	<b>64,3 (%63)</b>	<b>102,7 (%100)</b>

İnceleme alanında yetiştirilen tarım ürününün verim ve kalitesinin artırılması kapsamında çiftçiler tarafından kimyasal gübreler kullanılmaktadır. İlçe Tarım Müdürlükleri personelleriyle yapılan görüşmelerde çiftçilerin uygun koşul ve öneriler doğrultusunda kullanılması istenilen gübreleri tercih etmedikleri belirlenmiştir. Sahada üretici yüksek kazanç sağlamak amacıyla kimyasal gübre kullanımına devam etmektedir. Çiftçiler ile yapılan görüşmelerde ise birçoğunda “toprak yorgun” söyleminin oldukça gündemde olduğu saptanmıştır. Burada üzerinde durulması gereken konu ise üreticilerin toprağın nitelik ve verimliliğinin düştüğünün farkında olmasıdır. Bu duruma rağmen ekonomik kazanç ön planda tutularak kimyasal gübre kullanımına devam edilmektedir. Tarımsal faaliyetlerde modern tarım teknikleri kullanan çiftçilerin yanı sıra özellikle vadi tabanından uzaklaştıkça, geleneksel tarım yöntemlerinin belirginleştiği (salma sulama, ilaçlama, gübreleme, tohumlama) görülmektedir.

#### 5.1. Ekili Tarım Alanları

Araştırma alanındaki ekili alanları açık tarım arazileri ve örtü altı (sera) tarım arazileri oluşturmaktadır. Seralar tarım ürünlerinin üretilmesi için gerekli olan ideal iklim ve nem koşullarının oluşturulduğu yapay kapalı ortamlardır. Araştırma alanında kapalı tarım arazileri olarak adlandırılan seralarda yıl boyunca tarımsal ürünler elde edilmektedir. Seralarda ekilen tarım ürünleri doğal ortam koşullarından minimum düzeyde etkilendiği için yıl boyunca üretim yapılabilir. Bu örtü altı ekili tarım alanlarında roka, tere, taze soğan, maydanoz, hıyar vb. ürünler üretilmektedir.

1985 yılından önce ekili tarım alanlarındaki bitkileri doğal ortamdan kısmen koruyan ve iskelet malzemesi ağaç olan alçak tünel şeklinde ilk seralar yapılmıştır. Bu tür seraların yapımı oldukça zahmetli olduğu gibi dayanıklılığı da düşük seviyelerdedir. Tarım alanlarının sürekli sulanması ve alçak tünel içindeki nem birikimi kısa zaman içerisinde tahtaların çürümesine sebep olmakla birlikte bu yapının sürdürülebilirliğini azaltmaktadır. 1985 yılında kırsal kalkınma yatırımlarının desteklenmesi projeleri kapsamında sahaya daha uzun ömürlü, iskeleti demir borulardan

olan ve kolay kurulan modern plastik seralar girmeye başlamıştır. Böylece araştırma alanında doğal ortam etkilerinin kontrol altında tutulduğu ve yıl boyunca üretimin gerçekleştiği örtü altı tarım, verimliliği ve karlılığı arttıran önemli bir uygulama haline dönüşmüştür.

İnceleme alanında ilk seracılık faaliyetleri Sarıcakaya ilçesinde başlamıştır. Sarıcakaya ilçesindeki resmî kurumlar ve yerel halk ile yapılan görüşmeler sonucunda seraların alçak tünel tipi şeklinde olduğu ve çiftçilerin bireysel çabaları neticesinde ortaya çıktıkları bilgisine ulaşılmıştır. Bu yıldan sonra Sarıcakaya ilçesi genelinde yayılan ağaç malzemeli alçak tünel tipi seraların sayılarında azalmalar meydana gelmiştir. Sarıcakaya ilçesindeki örtü altı tarım yönteminde alınan verimin artmasıyla Mihalgazi ve İnhisar ilçelerinde de seralar kurulmuştur. Zamanla sahada sulama projelerinin aktif duruma getirilmesi ve ulaşım sorunlarının giderilmesiyle seracılık faaliyetleri ön plana çıkmış ve sera sayıları 2000 yılından sonra hızlıca artmıştır. Bu sayede tarımsal üretim deseninde büyük değişiklikler meydana gelmiştir. Daha öncesinde yetiştirilen pamuk, çeltik ve şeker pancarı gibi ürünlerin yerlerini katma değeri yüksek olan çeşitli sebzeler (brokoli, lahana, roka, tere vb.) almıştır. İnceleme alanındaki tarım alanlarının 66 km<sup>2</sup>'si ekili tarım alanlarından oluşmaktadır. Ekili tarım alanlarının 52,6 km<sup>2</sup>'si (%80) açık tarım arazilerinden 13,4 km<sup>2</sup>'si (%20) örtü altı (sera) tarım alanlarından meydana gelmektedir (Çizelge 8).

**Çizelge 8.** İlçelerdeki ekili tarım alanlarının alansal (km<sup>2</sup>) ve oransal (%) değerleri

İlçeler	Ekili alan (km <sup>2</sup> )		Toplam Ekili Alanlar (km <sup>2</sup> )
	Açık Tarım Arazileri	Örtü Altı	
Sarıcakaya	30 (%82)	6,8 (%18)	36,8 (%56)
Mihalgazi	3,7 (%40)	5,6 (%60)	9,3 (%14)
İnhisar	18,9 (%99)	1 (%1)	19,9 (%30)
<b>Toplam</b>	<b>52,6 (%80)</b>	<b>13,4 (%20)</b>	<b>66 (%100)</b>

İnceleme alanında ekili alanlar içerisinde en fazla paya sahip olan açık tarım alanları, eğim aralığının %0-2 arasında değiştiği depresyon tabanındaki alüvyal alan ve yakın çevresinde yoğunluk kazanmaktadır. Bahsi geçen bu alanlarda açık tarım arazileri genellikle seralar ve dikili alanlar ile iç içedir. Yüksek kesimlerdeki aşınım düzlükleri üzerindeki ekili alanlarda örtü altına rastlanılmamaktadır.

Araştırma alanında roka ve buğdaydan sonra en fazla üretim alanına domates bitkisi sahiptir. Sarıcakaya ve Mihalgazi ilçelerinde üretilen kendine özgü şekli, aroması ve tadı olan Sakarı domatesi son dönemde ilgi toplamaktadır (Foto 3). Sakarı domatesi günümüzde herhangi bir işlemle geçirilmeden hammadde şeklinde pazarlara gönderilmektedir. Araştırma sırasında çiftçiler ile yapılan görüşmelerde domatesi fidesinden toplamak için sahaya çevre il ve ilçelerden gelenlerin bulunduğu

bilgisine ulaşılmıştır. Hatta anayol üzerinde yer alan sera veya açık tarım alanlarındaki bazı çiftçilerin, satın alınan ürünleri tartmak için hassas terazi temin etmişlerdir. Ayrıca çiftçiler ekonomik değeri yüksek olan kuşkonmaz bitkisinin üretim alanı ve miktarının artırılması gerekliliğini belirtmişlerdir.



**Foto 3.** İnceleme alanında üretilen Sakarı Domatesi

İnceleme alanındaki domates üreticilerinin en önemli sorunu domates güvesi olarak bilinen Tuta kelebeği oluşturmaktadır. Bu kelebek türünün domateslere verdiği zarar oldukça fazladır. Kelebeğin larvaları (kurtçuk) domatesin kök kısmı hariç tüm kısımlarına girerek beslenmeye başlamaktadır. Larvaların yaprak ve meyvede açtıkları galerilerin zararları siyah renkli pislikler şeklinde görülmektedir. Bu hasar domatesin her tarafına yayılmakta ve meyvede çürümeler meydana gelmektedir. Bu sayede zarara uğrayan domatesin pazar değeri azalmakta ve çiftçiler önemli kayıplara uğramaktadır.



**Çizelge 9.** İnceleme alanındaki ekili tarım arazilerinde üretilen bitkilerin üretim alanı (da) ve miktarı (ton)

Bitki Türü	Üretim Alanı (da)	%	Üretim Miktarı (ton)	%
Roka	18580	34	8000	6
Buğday	8150	15	1626	0,11
Domates	3731	6	32901	23
Marul	3627	6	15254	11
Hıyar	3450	5	29947	21
Soğan (taze)	2795	5	14028	10
Maydanoz	2010	4	5330	3
Ispanak	1530	3	2895	1
Patlıcan	1245	3	4906	3
Biber sivri	1225	3	6176	4
Mısır	1157	2	191	-
Brokoli	1135	2	3405	3
Tere	1005	1	2550	2
Semizotu	565		1788	1
Kabak	535		2345	2
Fasulye (taze)	493		649	-
Karnabahar	440		1760	1
Biber kapya	405		2380	2
Kuşkonmaz	400		320	-
Lahana	370	11	1585	1
Biber dolmalık	367		2011	1
Dereotu	240		231	
Arpa	195		64	
Karpuz	190		401	
Kavun	110		325	
Havuç	100		450	4,89
Yulaf	80		20	
Barbunya	60		120	
Bezelye (taze)	60		90	
Kırmızı Turp	60		180	
Bakla (taze)	40		60	
Çavdar	25		6	
Sarımsak	7		11	
<b>Toplam</b>	<b>54382</b>	<b>100</b>	<b>142005</b>	<b>100</b>

**Kaynak:** TÜİK

2021 yılı TÜİK bitkisel üretim verileri incelendiğinde, araştırma alanındaki ekili tarım alanlarında en fazla yetiştirilen bitkinin roka (18580 da) olduğu görülmektedir. Roka bitkisinin bütünü

depresyon tabanında bulunan seralarda üretilmektedir. Sahadaki ekili tarım alanlarında en az paya sahip olan bitki ise sarımsak (7 da)'dır. 2021 yılında araştırma alanındaki ekili tarım alanlarında en fazla üretilen ürün domates (32901 ton) iken en az yetiştirilen ürün ise çavdar (6 ton)'dır (Çizelge 9).

## 5.2. Dikili Tarım Alanları

Üzerinde uzun ömürlü kültür bitkilerin yer aldığı tarım alanlarına dikili alanlar denilmektedir (Özçağlar, 2019). Sahanın ekolojik ortamına uygun çok yıllık bitkilerin tarımı yapılan dikili alanlarda nar, zeytin, kayısı, ayva, elma gibi meyveler yetiştirilmektedir. Dikili alanlarda bulunan bitkiler sezonluk olarak ürün vermektedir. Araştırma alanında ekonomik kazanç sağlamak amacıyla dikilen kavaklıklar da bulunmaktadır. Dikili alanlar toplu meyvelik alanlar ve dağınık şekilde bulunan meyve ağaçları olarak ikiye ayrılmaktadır. Genellikle nar, zeytin, ceviz, armut ve erik ağaçları toplu meyvelikler şeklinde iken badem, iğde, vişne ve elma ağaçları tarlaların kenarlarında ve bahçelerin içerisinde dağınık halde bulunmaktadır. Araştırma alanındaki bazı tarım arazilerinin sınırlarının belirlenmesi için genellikle elma ve vişne ağaçlarının dikildiği görülmektedir. Bu yöntemle çiftçiler hem tarlalarının sınırlarını belirlemekte hem de ağaçların meyvelerinden ürün elde etmektedir. İnceleme alanında dikili alanlar tarım arazilerinin 36,7 km<sup>2</sup>'lik alanını kaplamaktadır.

**Çizelge 10.** İlçelerdeki dikili tarım alanlarının alansal (km<sup>2</sup>) ve oransal (%) değerleriyle toplam tarım alanlarına göre oranı (%)

İlçeler	Dikili alan (km <sup>2</sup> )	Toplam Tarım alanı (km <sup>2</sup> )
Sarıcakaya	9,7 (%20)	46,5
Mihalgazi	4 (%30)	13,3
İnhisar	23 (%54)	42,9
<b>Toplam</b>	<b>36,7 (%36)</b>	<b>102,7 (%100)</b>

Sarıcakaya ve Mihalgazi ilçesindeki dikili alanlar genellikle küçük ölçekli arazilerde bulunmaktadır. Vadi tabanındaki verimli alüvyal topraklar üzerindeki toplu dikili alanlarda zeytin, nar, elma gibi meyve ağaçları yer almaktadır. Erik, armut, kiraz, badem gibi diğer meyve ağaçları da ekili alanların kenarlarında veya hafif meyilli yamaçlarda dağınık halde bulunmaktadır. İnhisar ilçesindeki dikili alanlar, Sarıcakaya ve Mihalgazi ilçelerindeki gibi arazi üzerinde dağınık değildir. Genellikle Kuvaterner dönemde meydana gelmiş verimli vadi tabanı ve yakın çevresinde nar, ceviz, erik, zeytin gibi meyvelikler toplu halde yer almaktadır. Alüvyon dolgu tabanındaki dikili alanlarda yetiştirilen meyve ağaçlarının çoğunluğu sulanabilmektedir (Foto 4).



**Foto 4.** Sarıcakaya ilçesinde alüvyon dolgu tabanındaki dikili alanlarda bulunan zeytinlik

**Çizelge 11.** İnceleme alanındaki dikili tarım arazilerinde üretilen bitkilerin üretim alanı (da) ve miktarı (ton)

Meyve Türü	Üretim Alanı (da)	%	Üretim Miktarı (ton)	%
Nar	3698	24	2682	38
Üzüm	3327	22	662	8
Zeytin	2609	17	675	9
Kiraz	1700	11	1159	15
Ceviz	1450	9	426	5
Dut	715	4	187	2
Elma	255	1	307	4
İncir	147	0,9	122	1
Antep fıstığı	87	0,8	5	1
Diğer	1275	10,3	1276	17
<b>Toplam</b>	<b>15263</b>	<b>100</b>	<b>7501</b>	<b>100</b>

**Kaynak:** TÜİK

İnceleme alanındaki sulanabilen ve sulanamayan dikili alanlar üzerinde yetiştirilen tarımsal ürünler incelendiğinde, sahadaki en fazla dikili tarım alanlarını nar ağaçlarının kapladığı görülmektedir. 2021 yılı TÜİK verilerine göre, sahada 2682 ton ile en fazla üretilen meyve türü nar'dır. İnceleme alanındaki diğer dikili tarım arazilerindeki üretim alanlarını üzüm, zeytin, kiraz, ceviz, dut, elma, incir ve Antep fıstığı kaplamaktadır. Son dönemlerde sahada zeytin yetiştiriciliği ön plana çıkmaya başlamıştır. Artan zeytin üretimine paralel olarak Sarıcakaya ilçesinin Mayıslar Köyünde zeytinyağı atölyesi faaliyete girmiştir. Araştırma alanında zeytinyağı üretim süreci yakın zamanda başlamıştır. İnceleme alanı ve yakın çevresindeki zeytinler el ile toplanmaktadır. Üreticiler tarafından toplanan zeytinler sandıklara konularak bekletilmeden fabrikaya getirilmektedir. Yaprak ve dallardan ayrılan zeytinler, su ile temizlenir. Daha sonrasında soğuk sıkım yöntemiyle zeytinlerden 0.3 asit oranına sahip kaliteli zeytinyağları elde edilmektedir. Türkiye'ye ün salmış Edremit Körfezinde üretilen zeytinyağlarının asit oranı 0.3 ila 0.8 arasında değişmektedir (Gökmen, 2019). Türkiye'nin

önde gelen zeytinyağı üretim alanı olan Edremit Körfezi ile araştırma alanında üretilen zeytinyağları karşılaştırıldığında yağın aynı asit derecesine sahip olması dikkat çekicidir. Bu asit oranına ulaşılmasındaki en önemli payı zeytinlerin yere düşmeden el ile dalından toplanması ve bekletilmeden işlenmesi oluşturmaktadır.

Sahada elde edilen veriler ve gerçekleştirilen gözlemler neticesinde İnhisar ilçesindeki dikili alanlarda meyve ağaçlarının daha çok tek tür tarım bitkisi tarafından işgal edilen plantasyon şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Mihalgazi ve Sarıcakaya ilçe alanlarındaki dikili tarım arazileri parçalı halde, sulanabilen ekili tarım alanlarının içerisinde yer almaktadır. Söz konusu toplu haldeki meyve ağaçlarının dışında kalan elma, armut, badem gibi meyve ağaçları Sakarya Irmağının kenarında, vadi tabanında veya dağların eteklerinde dağınık olarak bulunmaktadır.

### **6. Tarım Alanlarına ve Tarımsal Faaliyetlere Yönelik SWOT Analizi**

İnceleme alanı için tarımsal planlamanın sürdürülebilir kılınması hayati öneme sahiptir (Taş, 2011). Araştırmada SWOT analiziyle inceleme alanındaki tarım alanları ve tarımsal faaliyetlerin güçlü ve zayıf yönleri sonrasında bu alanlar üzerindeki fırsat ve tehditler belirlenmiştir. İçsel (güçlü ve zayıf yönler) faktörler ile dışsal (fırsat ve tehdit) saptanarak tarımsal arazi kullanım kararları geliştirilmiştir.

Araştırma alanı, tarım alanları ve tarımsal faaliyetlerin gelişimi bakımından pek çok güçlü yöne sahiptir. Güçlü yönlerin en başında sahada hüküm süren iklim özellikleri ve verimli alüvyal toprakların bulunması gelmektedir. Araştırma alanındaki iklim özellikleri çevresine göre daha ılıman karakterde bulunurken, oldukça verimli alüvyon topraklarda sebze ve meyve üretiminin sahada ön plana çıkmasına sebep olmaktadır.

Araştırma alanının bir diğer güçlü yönünü yıl boyunca kesintisiz olarak devam eden tarımsal faaliyetler oluşturmaktadır. İlçelerde bütün yıl ekip biçme işlemlerinin yürütülmesi örtü altı yetiştiriciliğinin (seracılığın) yaygın olarak yapıldığını göstermektedir. Tarım ürünlerinin doğal ortam şartlarının olumsuz etkisinden korunması amacıyla, kurulan seralarda yıl içerisinde birden fazla dönemde ürün alınmaktadır. Tarımsal faaliyetler açısından araştırma alanının bir diğer güçlü yönünü başta Eskişehir olmak üzere Ankara, İstanbul, Kocaeli, Bursa gibi nüfusu fazla olan büyükşehirlere yakınlığı oluşturmaktadır. Şehirleşmenin yüksek oranda bulunduğu ve tarım alanlarının kısıtlı olduğu bu illerdeki tarımsal ürünler yakın çevredeki üretim alanlarından karşılanmaktadır. İnceleme alanında üretilen söz konusu bu tarımsal ürünler (çoğunlukla yaş sebze ve meyve) Eskişehir ve Ankara illerine Sarıcakaya ilçesinden; İstanbul, Kocaeli ve Bursa illerine de Mihalgazi ve İnhisar ilçelerinden gönderilmektedir.

Çizelge 12. İlçelerdeki Tarım Alanları ve Tarımsal Faaliyetler için Uygulanan SWOT Analiz

İçsel Faktörler	
Strengths / Güçlü Yönler	Weaknesses / Zayıf Yönler
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verimli alüvyal toprakların varlığı</li> <li>• Birçok bitkinin ekolojisine uygun iklimin sahada hüküm sürmesi</li> <li>• Yıl boyunca tarımsal üretiminin yapılması</li> <li>• Örtü altı tarım için uygun eğim şartları ve yeraltı suyu kaynaklarının varlığı</li> <li>• Sahaya özgü “Sakarı” domatesinin yetiştirilmesi</li> <li>• Ankara, İstanbul, Eskişehir, Bursa gibi büyükşehirlere yakınlığı</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bilinçsiz uygulanan tarım metotları ve geleneksel tarım uygulamaları</li> <li>• Tarımla uğraşanların sayısının azalması</li> <li>• Daha önceki dönemlerde arazi toplulaştırmasının yapılmaması</li> <li>• Tarım alanlarının küçük ölçekli olması</li> <li>• Üretici-Tüketici arasındaki pazarlanma zincirinin bulunmaması</li> <li>• Reklam ve markalaşma eksikliği</li> <li>• Hallerde bulunan yıkama havuzlarının eski olması</li> </ul>
Dışsal Faktörler	
Opportunities/Fırsatlar	Threats / Tehditler
<ul style="list-style-type: none"> <li>• İlçe tarım müdürlükleri ve belediyelerin etkin projeleri</li> <li>• Tarım turizmine olan ilginin artması</li> <li>• Festival ve fuarlar ile bitkisel ürünler ve bu ürünlerden elde edilen mamul ürünlerin tanıtılması</li> <li>• Tarıma dayalı sanayi için uygun hammadde üretim sahalarının bulunması</li> <li>• Kadın Kooperatiflerinin etkin çalışmaları</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarım ilaçlarının bilinçsiz kullanılması</li> <li>• Aşırı gübre ve kimyasal ilaçlama sebebiyle yer altı sularının nitrat kirliliği</li> <li>• Tarımda istihdam edilebilecek genç nüfusun sahadan göç etmesi</li> <li>• Ekonomik kaygıların planlı üretimin önüne geçmesi</li> <li>• Tuta kelebeği ile mücadelede yetersiz kalınması</li> </ul>

İnceleme alanının birçok güçlü özelliği ve potansiyel fırsatlarına rağmen göç, bilinçsiz uygulanan tarım metotları, pazarlanma zincirinin bulunmaması, tarım alanlarının küçük olması gibi önemli zayıf yönleri de bulunmaktadır. Araştırma alanının tarımsal üretim açısından zayıf yönünü yanlış tarım metotları ve bilinçsiz gübre kullanımı oluşturmaktadır. Yıl boyunca tarımsal üretim yapılan çoğu tarım arazisi üzerinde, çiftçilerin birim alandan daha fazla ürün alma isteği doğrultusunda toprağa kimyasal gübre verilmektedir. İlçe tarım müdürlükleriyle yapılan görüşmelerde bu sorunun sürekli gündemde olduğu ancak üreticilerin ekonomik çıkarlarını ön planda tuttukları bilgisine ulaşılmıştır. Arazi çalışması sırasında çiftçilerle yapılan görüşmelerde bazılarının kimyasal gübreyi geçim kaygısından dolayı kullanmak zorunda kaldığı hatta “toprak yorgun” söylemiyle topraktan alınan verimin düştüğünü dile getirmişlerdir.

Sahadaki üretici ve tüketici arasında kooperatif şeklinde bir pazarlama zinciri bulunmamaktadır. Üretilen yaş sebze ve meyvelerin pazarlanma kanalları üretici-tüccar-perakendeci ve tüketici şeklindedir. Bu durumda pazarlama masraflarının artmasına ve tüketiciye ürünün pahalı ulaşmasına sebep olmaktadır.

Türkiye genelinde olduğu gibi araştırma alanında da tarım arazileri parçalı durumdadır. Lambin, Geist ve Lepers'in belirttiği gibi âtıl durumdaki araziler ekonomik olarak değerlendirilmeyen yöresel ve bölgesel açıdan maddi kayıplara yol açmaktadır (Lambin vd., 2003). Daha önceki dönemlerde tarım arazilerinin düzenlenmesi ve toplulaştırması adına bir çalışmanın yapılmaması, tarım arazilerinin parçalı ve küçük şekilde kalmasına sebep olmuştur. İnceleme alanında öncelikle göç, miras, hukuki, çevresel, ekonomik vb. nedenlerle işlenmeyen parçalı halde atıl tarım arazileri bulunmaktadır. Bu araziler genellikle yüksek kesimlerdeki plato sahalarında veya tabansız vadilerin orta eğimli kenarlarında yer almaktadır.

İlçe tarım müdürlükleri ve belediyelerin etkin projeleri, tarım turizmine olan ilginin artması, festival ve fuarlar ile bitkisel ürünler ve bu ürünlerden elde edilen mamul ürünlerin tanıtılması, tarıma dayalı sanayi için uygun hammadde üretim sahalarının bulunması ve kadın kooperatiflerinin etkin çalışmaları sahanın fırsatlarını oluşturmaktadır.

İnceleme alanının en önemli tehdit unsurunu göç meydana getirmektedir. Araştırma alanındaki genç nüfusun göç etmesinin en temel belirleyicisi ilçelerin sosyal ve ekonomik açıdan geride kalmasıdır. İnceleme alanında muhtarlar ve yerel halk ile yapılan görüşmelerde, genç nüfusun tarım faaliyetleriyle uğraşmak istemediği ve bu nedenle büyükşehirlere göç ettiklerini belirtmişlerdir.

İnceleme alanında yoğun olarak yapılan domates yetiştiriciliğinin temel sorunu domates güvesi olarak bilinen Tuta kelebeğidir. Tuta kelebeği ile mücadelenin yetersiz kalması domateslerin verim ve kalitesini oldukça düşürmesi tehditlerden birini oluşturmaktadır.

Tarım alanlarına uygulanan yüksek dozajdaki azotlu gübreler toprakta mikroorganizmalar tarafından nitrata dönüştürülmektedir. Nitrat toprakta yıkanarak taban suyuna inmekte ve önemli miktarda yer altı suyuna karışmaktadır. Tarımsal üretimin en temel unsurunu su kaynakları oluşturmaktadır. Sahadaki tarımsal sulama artezyen kuyularıyla çıkarılan yer altı sularıyla sağlanmaktadır. Bu bağlamda sahadaki nitrat kirliliği, sulanan tarım alanları adına son derece önemli bir tehdit unsurudur.

## 7. Sonuç ve Planlama Önerileri

İlçelerdeki tarımsal arazi kullanım faaliyetleri yoğun olarak Sakarya Irmağının içinden aktığı vadi tabanı ve yakın çevresinde gerçekleştirilmektedir. Vadi tabanında kuvaterner dönemde meydana gelen verimli alüvyon topraklar üzerinde ekonomik getirisi yüksek olan sebze ve meyveler yetiştirilmektedir. İnceleme alanı sınırları içerisinde yer alan yüksek kesimlerdeki aşınım düzlüklerinde tarım alanları yer almakta ancak bu alanlarda suyun bulunmamasına bağlı olarak vadi tabanındaki ürün desenine kıyasla ekonomik değeri düşük olan tahıllar yetiştirilmektedir.

İnceleme alanındaki tarım alanlarının sahip oldukları güçlü ve zayıf yönler ile fırsat ve tehditler bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Bu bağlamda sahadaki tarımsal alan ve tarımsal faaliyetlere yönelik bir takım planlama önerileri geliştirilmiştir.

İlçelerde göç nedeniyle işlenmeyen ve miras yoluyla parçalanarak küçülen tarım alanları bulunmaktadır. Sahadaki tarım alanlarının çoğunluğu özel mülkiyete aittir. Bahsedilen bu arazileri tekrardan üretimi kazandırmak için öncelikle ekip-biçme işlemine uygun atıl durumda bulunan tarım alanlarının tespit edilmesi gerekmektedir. Sonraki süreçte gerekli merciler tarafından hissedarlara kolaylık sağlayıcı düzenlemeler, kredi ve teşvik gibi desteklerle toprakların toplulaştırılması sağlanmalıdır. Çünkü nitelikli tarım alanlarında üretim yapılmaması hem yörenin hem de ülkenin ekonomisine zarar vermektedir.

Vadi tabanı ve çevresinde hüküm süren elverişli iklim özellikleri, verimli alüvyal topraklar ve su kaynaklarının varlığı tarımsal üretimin yanı sıra tarımsal turizm kapsamında gerçekleştirilecek faaliyetler için de uygun ortam hazırlamaktadır. Araştırma alanında tarımsal turizm, kırsal kalkınma adına önemli bir adım olarak kullanılmalıdır. Geniş tarım alanlarına en uygun yakınlıkta olan arazilerde inşa edilecek konutlarla tarımsal faaliyetlerin yapıldığı çiftlikler kurulmalıdır. Bu sayede kırsal alanlarda konaklama ve tarımsal etkinliklerle, sahanın etkin ve verimli bir şekilde kalkınması sağlanmalıdır.

Tarım alanlarının birçoğunda azotlu gübre kullanımı yaygındır. Eskişehir ve Bilecik İllerinin Çevre Durum Raporları incelendiğinde yoğun tarım faaliyetlerinin gerçekleştiği ilçelerde nitrat

kirliliğinin fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu durum hem toprakların verimsizleşmesine hem de yer altı suyunun kirlenmesine sebep olmaktadır. Araştırma alanında tarım yapılan verimli toprakların kaybedilmemesi adına her parselde geleneksel tarım yöntemleri terk edilerek intansif tarım metotları uygulanmalı, gübreleme işlemi de toprak ve bitki analizlerine dayalı olarak yapılmalıdır. Bu kapsamda İlçe Tarım Müdürlükleri tarafından çiftçilere belirli dönemlerde eğitim verilmeli ve toprak analizleri zorunlu hale getirilip kayıt altına alınmalıdır. Ayrıca denetleyici kurum ve kuruluşlar yasa ve yönetmelikleri ihlal edenlere caydırıcı yaptırımlar uygulanarak çiftçilerin bilinçlenmesine zemin hazırlanmalıdır.

Sahada güçlü bir tarımsal yapı bulunmasına rağmen tarıma dayalı sanayi sektörünü harekete geçiren dinamikler beslenememektedir. Bu durumun da sebebi teşviklerin az olması ve sözleşmeli tarımın sahada uygulanmamasıdır. Sahadaki çiftçiler, ürettikleri ürünleri tarlalarından direkt olarak satmaktadır. Daha fazla katma değerli ürün elde etmek amacıyla ortak projeler ve teşvikler uygulanarak tarıma dayalı sanayi sektörü sahaya çekilmelidir.

İlçelerdeki en önemli sorunların başında genç nüfusun sahadan göç etmesi gelmektedir. Günümüzde sahadaki tarım alanlarında çalışanların çoğunluğu orta yaşlardadır. Bu insanlar tarımsal üretimin içinde doğmuş ve tarım tam anlamıyla bir yaşam biçimi haline gelmiştir. Bahsedilen bu durum ilçeler adına şu anlık zayıf yön iken ileriki dönemlerde tehdit yönüne doğru kayacaktır. Çünkü tarım faaliyetlerini gerçekleştiren aktif nüfus ilerleyen zamanda yaşlanarak bağımlı duruma geçecektir. Sahada tarım faaliyetlerini gerçekleştiren genç nüfus olmayacağından dolayı hem iş gücünde hem de bilgi birikim yönünde önemli sorunları ortaya çıkaracaktır. İlçelerdeki göçün engellenmesi için tarımın mutlaka sanayi ile entegre edilmesi gerekmektedir. Özel ve kamu kuruluşlarının desteğiyle sanayi veya yan sanayi işletmelerinin kurulması istihdam imkânlarını arttırarak tarımda çalışmak istemeyenlerin sanayi sektörüne yönelmesini sağlayacaktır. Sürdürülebilir açıdan tarım, sanayi ile desteklenmelidir.

Verimli tarım alanlarında insana ve doğal ortama zararı olmayan, kimyasal girdilerin kullanılmadığı organik tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması uygun olacaktır. Özellikle sahadaki ünlü yapılmış olan Sakarı domatesi organik tarım yöntemi ile üretilmeli ve sertifikalandırılmalıdır. Böylece Sakarı domatesi hammadde şeklinde hem sağlıklı hem de katma değeri daha yüksek bir tarımsal ürün olarak pazarlanabilecektir. Domates güvesi Tuta kelebeği ile tarımsal mücadelenin arttırılması gerekmektedir. Güveyle kimyasal mücadelede kullanılan ilaçların maliyetli olması çiftçileri ekonomik anlamda olumsuz etkilemektedir. Bu bağlamda devletin ilgili kurum ve kuruluşları kimyasal mücadelede çiftçiye maddi destek sağlamalıdır. Ayrıca ilçe tarım müdürlükleri tarafından çiftçilere entegre mücadele (kültürel, biyolojik) kapsamında bilgilendirmeler yapılmalıdır.



Amerika Birleşik Devletleri olmak üzere birçok Avrupa ülkesinde tüketilen ve ekonomik getirisi yüksek olan kuşkonmaz bitkisinin üretim alanlarının artırılması, özel ve devlet desteğinin artırılması sağlanmalıdır.

Sahada sulamalı tarım projeler ve sistemlerle yaygınlaştırılmalıdır. Böylece tarım arazilerinin nitelik ve verimliliklerinin artırılması ve üretime katılması sağlanmalıdır. Türkiye'nin önemli tarım alanlarının bulunduğu araştırma alanında öncelikle çiftçilerin sosyal güvenlik altına alınması, pazarlama zincirinin yeniden düzenlenmesi ve sözleşmeli tarım yönteminin genişletilmesi sağlanmalıdır.

### **Teşekkür ve Bilgilendirme**

Bu makale birinci yazarın hazırlamakta olduğu “Orta Sakarya Havzasında Sarıcakaya, Mihalgazi ve İnhisar İlçelerinde Arazi Kullanımı ve Planlama Önerileri” adlı doktora tezinden üretilmiştir. Araştırma Karabük Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından (KBÜBAP-22-DR-036) desteklenmiştir.



## Agricultural Land Use in Sarıcakaya, Mihalgazi and İnhisar Districts in Central Sakarya Basin

Özgür Gökmen\*<sup>a</sup>, Ali Özçağlar<sup>b</sup>

Submitted: 29.07.2023

Accepted: 09.10.2023

### EXTENDED ABSTRACT

#### 1. Introduction

Land is the part of the earth that includes all geological-geomorphological-pedological formations under the influence of climate, hydrography and all living things. Land, which has many ecological, economic and social functions in the realization of sustainable development, is a limited resource and its use is limited by the climate, soil, geological and geomorphological structure of the place where it is located and the way people use the natural environment. Land is sensitive to natural events and human activities, and when used carelessly, it is easily damaged and loses many of its functions. Land use, which occurs due to the economic activities carried out by people to sustain their lives, is the most concrete result of the interaction between humans and the natural environment (Karabacak and Özçağlar, 2013). One of the oldest continuing activities of humans is agriculture. People who settled down primarily preferred areas close to water, and agricultural activities began around these areas. Over time, in parallel with the increase in the population, the techniques and methods applied in agricultural areas to meet the nutritional needs have also developed. Today, agriculture contributes directly or indirectly to exports as well as increasing national income and employment. As Bayar stated, the agricultural sector plays a role in the development of countries in different ways. While agriculture employs a significant part of the population, it also provides input to the industrial sector (Bayar, 2018).

The research area is located in the transition zone between the Western Black Sea Region of the Black Sea Region and the Upper Sakarya Section of the Central Anatolia Region, in a tectonic depression through which the Sakarya River flows in the east-west direction between the Köroğlu Mountains and Sündiken Mountains. In this depression area, Sarıcakaya and Mihalgazi districts located within the civil administration borders of Eskişehir province and administrative areas of İnhisar district of Bilecik province constitute the research area.

The most important reason why the area where Sarıcakaya, Mihalgazi and İnhisar districts are located in the Central Sakarya Basin has a different ecosystem compared to its surroundings is the

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: ozgurgokmenn11@gmail.com

<sup>a</sup> Karabük Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Karabük /Türkiye <http://orcid.org/0000-0001-8324-2010>

<sup>b</sup> Karabük Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Karabük /Türkiye, <http://orcid.org/0000-0002-3001-9234>

most important reason for choosing it as a research area. The study area, bounded by the Köroğlu Mountains from the north and the Sündiken Mountains from the south, is a microclimate area. This sheltered environment, where the Mediterranean climate prevails, has become a productive agricultural area thanks to the presence of the Sakarya River and the alluvial soils on the valley floor. These differences of the area compared to its surroundings have been reflected in agricultural activities, especially in the depression base, and the diversity in the agricultural product pattern (vegetables-fruits) grown by prioritizing the economic interests of the farmers has increased. The erosion plains located between 650-1300 meters in the Köroğlu and Sündiken mountains are also considered as agricultural areas. The agricultural areas in these plateau areas are reserved for grain farming. Agricultural areas disappear from sight in the mountainous area, covered with forest cover and fragmented by valleys and ridges.

The main theme and purpose of the research is to examine the natural and human resources in Sarıcakaya, Mihalgazi and İnhisar districts in terms of agricultural land use, determine the agricultural potential of the area and develop decisions regarding agricultural planning. This research is important in terms of revealing the agricultural potential in the districts.

## **2. Methodology**

Mixed research method was used in this research. In the mixed research method, quantitative and qualitative research methods are used together, allowing a better understanding of the relevant research problems (Creswell, 2012). In this method, in addition to using qualitative and quantitative approaches together, interviews, observations and Geographic Information Systems (GIS) were used in the study. In addition, SWOT analysis was applied to the agricultural areas and agricultural activities in the study area.

Semi-structured interview questions, which are data collection tools, were created in the study. In this context, as Maxwell stated, the researcher put himself in the place of the people he would interview (Maxwell, 2013) and the questions were created by taking expert opinion. The number of questions was kept limited, and it was ensured that the questions were single-layered, that is, they did not focus on one dimension, and were answerable and understandable (Patton, 2018). It is the different types of questions that make the interview with the participants effective and efficient. The mentioned interview questions should be separated according to scope, language features and functions. In this respect, where, how, is there? is not there? What are they? Would you tell? Can you explain? etc. Question expressions should be used (Ballena, 2021). The extent to which the prepared interview questions served the purpose of the study, their applicability and comprehensibility were presented to expert opinion. After the arrangements made by the expert, the following questions were asked to the participants by the researcher;

1. On which geomorphological units (valleys, erosion plains, slopes) are the agricultural areas generally located?
2. Where and how is agricultural irrigation provided?

3. What are the products produced in agricultural areas? Is there a product or products that you think will contribute to the economy of the field as a result of starting production?
4. What kind of problems are there in the agricultural spraying and fertilization phase?
5. Could you tell us about the reasons for migration and its effects on agricultural production?
6. What are your thoughts on increasing sustainable crop production?

In the research, interviews were held with 26 headmen, for whom a suitable meeting place and time was arranged, regarding the questions. During the field study, questions were asked to 40 farmers in agricultural areas. In addition, according to the scope and framework of the research, interviews were held with at least one personnel of the institution and organization in the field (Municipalities, District Directorates of Agriculture, Forestry Directorates and Chiefdoms, District Directorates of National Education, etc.). Findings need to be confirmed to the study topic, goal and purpose. Reliability is ensured in four stages (reliability through the interview process, on-site recording and comparison of data, a plan specific to the design of the study, examination of interview findings between the researcher and the participant) (Edwards and Skinner, 2009). During this interview process, reliability was tried to be ensured by bringing together the statements of the participants and the observational evidence of the researcher. After these stages, common problems highlighted for the agricultural areas and agricultural activities in the field were identified.

SWOT analysis allows the determination of the strengths and weaknesses of the field and the opportunities and threats arising from the internal and external environment. In this context, in the study, interview-observation results obtained from the field were arranged and SWOT analysis was applied by taking expert opinion in order to develop decisions regarding agricultural areas and agricultural activities in order to reveal the agricultural potential of the districts.

### **3. Result**

Agricultural land use activities in the districts are carried out intensively in the valley floor and its immediate surroundings through which the Sakarya River flows. Vegetables and fruits with high economic returns are grown on the fertile alluvial soils formed in the quaternary period on the valley floor. There are agricultural areas on the erosion plains in the higher elevations within the borders of the study area, but due to the lack of water in these areas, grains with low economic value are grown compared to the product pattern on the valley floor. The strengths, weaknesses, opportunities and threats of the agricultural areas in the study area were evaluated as a whole. In this context, a number of planning suggestions have been developed for agricultural areas and agricultural activities in the field.

There are agricultural areas in the districts that are not cultivated due to migration and have become smaller due to fragmentation and inheritance. The majority of agricultural land in the area is privately owned. In order to bring these lands back into production, it is necessary to first identify idle agricultural areas suitable for cultivation. In the following process, the necessary authorities should ensure the consolidation of lands with support such as regulations, loans and incentives that facilitate

the shareholders. Because not producing in qualified agricultural areas harms the economy of both the region and the country.

The favorable climate characteristics, fertile alluvial soils and water resources prevailing in the valley floor and its surroundings create a suitable environment for activities to be carried out within the scope of agricultural tourism as well as agricultural production. In the field of research, agricultural tourism should be used as an important step for rural development. Farms where agricultural activities are carried out should be established with residences to be built on lands that are in the most suitable proximity to large agricultural areas. In this way, effective and efficient development of the area should be ensured through accommodation and agricultural activities in rural areas.

The use of nitrogenous fertilizer is common in many agricultural areas. When the Environmental Status Reports of Eskişehir and Bilecik Provinces were examined, it was determined that nitrate pollution was high in the districts where intensive agricultural activities took place. This situation causes both soils to become infertile and groundwater to become contaminated. In order not to lose the fertile lands cultivated in the research area, traditional farming methods should be abandoned in each parcel and intensive farming methods should be applied, and fertilization should be done based on soil and plant analyses. In this context, farmers should be trained by District Directorates of Agriculture at certain periods and soil analyzes should be made mandatory and recorded. In addition, supervisory institutions and organizations should lay the groundwork for raising farmers' awareness by imposing deterrent sanctions on those who violate laws and regulations.

Irrigated agriculture in the field should be expanded through projects and systems. Thus, the quality and productivity of agricultural lands should be increased and their participation in production should be ensured. In the research area where Turkey's important agricultural areas are located, first of all, farmers should be covered by social security, the marketing chain should be reorganized and the contract farming method should be expanded.

### References/Referanslar

- Akalan, İ. (1965). *Toprak Oluşu, Yapısı ve Özellikleri*. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fak. Yayınları, Ankara.
- Atalay, İ. (2014). *Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri*. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara.
- Ballena, C. T. (2021). Qualitative research interviewing: Typology of graduate students' interview questions. *Philippine Social Science Journal*, 4 (3), 96-112. doi: 10.52006/main.v4i3.376
- Bayar, R. (2018). Arazi kullanımı açısından Türkiye'de tarım alanlarının değişimi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 16 (2), 187-200. doi: 10.1501/Cogbil\_0000000197
- Bilgin, T. (1980). *Orta Sakarya Platolarında Yapı, Satırlar ve Drenaj*. TÜBİTAK.
- Bilgin, T. (1990). *Orta Sakarya Vadisinin Jeomorfolojisi*. Coğrafya Araştırmaları, Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Coğrafya Bilim ve Uygulama. Kolu yayınları, Ankara.
- Coşkun, M., Turan, A. (2016). The comparison of the forms of land capability classification of Atalay and USA in Eskişehir Province (Turkey). *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 4 (13), 72-92. doi: 10.4236/gep.2016.413005
- Creswell, J. W. (2012). *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research* (4th ed.). MA: Pearson Education, Inc, Boston.
- Edwards, A., Skinner, J. (2009). *Qualitative Research in Sport Management*. Oxford: Elsevier
- Gökmen, Ö. (2019). *Edremit Körfezindeki ilçelerde tarıma dayalı sanayi*, Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü,

- Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Karabük.
- Gözenç, S. (1979), *Bolu Depresyonu ve Yakın Çevresinde Araziden Faydalanma (Land Use)*, İstanbul Üniversitesi, Coğrafya Enstitüsü Yayınları, İstanbul.
- İzıracak, R. (1945). Eskişehir'le Çifteler çevresinde bir coğrafya gezisi. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 3 (5), 507-523
- Karabacak, K., Özçağlar, A. (2013). Karpaz Yarımadasında tarımsal arazi kullanımı ve planlama önerileri. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 11 (2), 121-148. doi: 10.1501/Cogbil\_0000000146
- Lambin, E. F., Geist, H. J., Lepers, E. (2003). *Dynamics of Land-Use and Land-Cover Change in Tropical Regions*. Annual Review of Environment and Resources, USA.
- Mater, B. (1998). *Toprak Coğrafyası*. Çantay Kitabevi, İstanbul.
- Maxwell, J. A. (2013). *Qualitative Research Design: An Interactive Approach*. Los Angeles: SAGE.
- Özçağlar, A. (1988). Türkiye'deki tarım alanlarının coğrafi dağılışının doğal çevreyle ilişkisi. *Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 11, 131-149.
- Özçağlar, A. (2019). *Coğrafyaya Giriş*, Karabük: Özer Matbaa.
- Patton, M. Q. (2018). *Nitel Araştırma Ve Değerlendirme Yöntemleri*. (Bütün, M., Demir, S. Çev. Ed.). Ankara: Pegem Akademi.
- Süenal, S., Erşahin, S. (2012). Türkiye'de tarımsal kaynaklı yeraltı suyu nitrat kirliliği. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, (2), 116-118. <https://dergipark.org.tr/en/pub/derleme/issue/35087/389130> adresinden alınmıştır.
- T.C Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2014). *Türkiye Fenoloji Atlası*, Ankara.
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2020). *Eskişehir ve Bilecik İllerinin Çevre Durum Raporları*, Ankara
- T.C. Orman ve Tarım Bakanlığı (2016). *Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Suların Korunması Yönetmeliği*.
- T.C. Orman ve Tarım Bakanlığı (2022). *Sakarya Havzası Nehir Havza Yönetim Planı Hazırlama Projesi*, Ankara.
- Tarkan, M. Tefik. (1973), *Ziraat Klimatoloji*, Atatürk Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, Erzurum.
- Taş, B. (2006), *Tosya ilçesinde araziden yararlanma ve planlamaya yönelik öneriler*, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara.
- Taş, B. (2011). Tarım alanlarının planlaması sürecinde SWOT analizi kullanımına bir örnek: Sandıklı ilçesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 9 (2), 189-208. doi: 10.1501/Cogbil\_0000000124
- Tunçdilek, N. (1957). *Orta Sakarya Vadisi*, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü, Yayınlanmamış Doçentlik Tezi İstanbul.
- Yazıcı, H. (1998). *Orta Sakarya Vadisi'nin Coğrafi Etüdü: "Yenice-Alpagut Arası"*. Anadolu Üniversitesi Yayınları.



## Türkiye’de Hortumların Sinoptik Desen Sınıflamaları

### *Synoptic pattern classifications of tornadoes in Turkey*

Sema Özen Bayraktar\*<sup>a</sup>, İhsan Çiçek<sup>b</sup>

#### Makale Bilgisi

Araştırma Makalesi

DOI:  
10.33688/aucbd.1358374

Makale Geçmişi:  
Geliş: 11.09.2323  
Kabul:23.10.2023

Anahtar Kelimeler:  
Hortum  
Tahmin ve analiz  
Sinoptik tip  
Oluk  
Türkiye

#### Öz

Ani gelişen meteorolojik kökenli doğal afetler içerisinde yer alan hortumlar, son yıllarda Türkiye’de can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Kısa zamanda gerçekleşmeleri nedeniyle tahmin edilmeleri zordur. Hortumlu günlerin sinoptik koşullarının detaylı değerlendirildiği çalışmalarda hortumların birbirine benzeyen meteorolojik koşullarda oluştuğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle Türkiye’de etkili olan hortumların benzer desenlerini ortaya amacıyla 2000-2020 yılları arasında gerçekleşmiş hortumlar ve hortumlu günler için sinoptik desen sınıflaması yapılmıştır. Bu sınıflama asıl olarak 500 hPa seviyesinin sirkülasyon tipine ve yüzey özellikleriyle bağlantılı olarak, oluk ve sırt eksenlerinin konumu ve yönüne dayanmaktadır. Buna göre Türkiye’de 520 hortum olayı ve 408 hortumlu gün incelenerek “Keskin Oluk”, “Yayvan Oluk” ve “Kapalı Sistem” olmak üzere 3 sinoptik tipe ayrılmıştır. Keskin oluklar en fazla hortum üreten hâkim sinoptik tiptir. Türkiye’de hortum olaylarına özgü belirlenen sinoptik modelleri ve bunların tehdit seviyelerini belirlemek, tahminciler için hortum gelişimini ne zaman ve nerede arayacaklarına dair iyi bir fikir sağlar.

#### Article Info

Research Article

DOI:  
10.33688/aucbd.1358374

Article History:  
Received: 11.09.2023  
Accepted: 23.10.2023

Keywords:  
Tornado  
Forecast and analysis  
Synoptic type  
Trough  
Turkey

#### Abstract

Tornadoes, which are among the sudden natural disasters of meteorological origin, have caused loss of life and property in Turkey in recent years. They are difficult to predict because they happen in a short time. In studies where the synoptic conditions of tornado days were evaluated in detail, it was concluded that tornadoes formed under similar meteorological conditions. To reveal meteorological conditions caused tornadoes in Turkey, a synoptic pattern classification was made for tornado days, between 2000-2020. This classification is mainly based on the circulation type of the 500 hPa level and the location and direction of the trough and ridge axes in conjunction with the surface features. Accordingly, 520 tornado events and 408 tornado days in Turkey were examined and divided into 3 synoptic types: "Sharp Trough", "Spanning Trough" and "Closed System". Sharp troughs are the dominant synoptic type that produces the most tornadoes. Identifying synoptic models and their threat levels specific to tornado events in Turkey provides forecasters with a good idea of when and where to look for tornado development.

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: semaozen@aku.edu.tr

<sup>a</sup> Afyon Kocatepe Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-0239-3982>

<sup>b</sup> Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Ankara, Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-9000-2805>

## 1. Giriş

Hortumlar, dar bir alanda gerçekleşen ve ömürleri birkaç dakika ile sınırlı olan şiddetli hava olaylarından bir tanesidir. Şiddetli hava olayları da en temelde orta ölçekli dinamiklere ve etkileşimlere bağlıdır. Türkiye'yi en fazla etkileyen sistemlerden Orta ve Doğu Akdeniz üzerinden gelen siklonlar, ülkemizde konvektif fırtınalarla birlikte iri taneli dolu, hortum gibi şiddetli hava olaylarının gelişmesine neden olmaktadır (Kahraman, 2021:133). “Twister” veya “siklon” olarak adlandırılan hortumlar, alçak basınç merkezi etrafında hızla dönen hava sütunudur. Bu hava sütununun dönme hareketi kümülönimbüs bulutundan ya yere uzanan huni bulutu ya da dönen toz ve enkaz bulutu olarak görülür (Ahrens ve Samson, 2011). Bununla birlikte hortumlar, siklonlara bağlı hızla ilerleyen soğuk cephelelerin önünde, güneybatılı rüzgarların denetiminde, sıcak ve soğuk hava kütlelerinin karşılaştığı kararsızlık kuşağı boyunca bir de nem oranı yüksek ve kararsız sıcak havanın içinde oluşabilmektedir (Türkeş, 2021:98). Türkiye’de son yıllarda hortum gibi şiddetli hava olaylarının hem can kayıplarına hem de önemli ekonomik kayıplara sebep olması bu olaylara farkındalığı artırmaktadır. Ancak Türkiye’de hortum sadece günümüzde görülen bir olay değildir. Kahraman ve Markowski (2014)’nin Gilbert, (1823) tarihli yayınına göre yaptıkları saptamada, hortumlara dair en eski kayıt 1818 yılının aralık ayı başlarında Çeşme’de gerçekleşmiş bir hortuma aittir. Türkiye’nin tamamında hortum oluşabiliyor olsa da kıyılar oluşum koşulları açısından daha elverişlidir. Bununla birlikte ülkemizde gerçekleşmiş hortumların mekânsal ve mevsimsel dağılışı deseni bulunmaktadır. Bu dağılışı desine göre hortumlar, çoğunlukla bölgeleri etkileyen siklonlara bağlı olarak Akdeniz ve Ege kıyılarında kış mevsiminde ocak ayında; Karadeniz kıyısı boyunca ise yaz mevsiminde temmuz ayında, sonbahar mevsiminde eylül ayında oluşurken iç kesimlerde geç ilkbahar ve erken yaz aylarında meydana gelirler (Özen Bayraktar ve Çiçek, 2022).

Dar alanlarda kısa sürede gerçekleşmeleri sebebiyle önceden tahmin edilmesi zor olan hortumlar, konut, tarla ve seraların bulunduğu alanlarda oluştuklarında ciddi can ve mal kayıplarına neden olurlar. Bu kayıpları en aza indirmek, tahmin tutarlılığının artırılmasına bağlıdır. Hortumların gerçekleştiği günlerdeki sinoptik koşulların analizlerinin yapıldığı çalışmalar bulunmaktadır (Canpolat vd., 2021; Coşkun ve Aksoy, 2007; Kocatürk, 2012; Koç ve Ünlüler, 2017; Kolay vd., 2020; Yurtseven, 2013). Diğer taraftan çeşitli çalışmalarda, hortum oluşturabilen atmosferik süreçler, uzun vadede sinoptik haritalarda incelenmiş ve hortumların çeşitli sinoptik durumlarda meydana geldiği sonucuna ulaşılmıştır. Örneğin Flocas ve Karacostas (1996), Ege Denizi’nde gelişen siklojenizin yapısı, davranışı ve sinoptik özelliklerini araştırdığı çalışmada; Avrupa Meteoroloji Bülteni’nden alınan 15 yıla ait (1976-1990) 00.00 ve 12.00 UTC’de kaydedilmiş 850, 700, 500 ve 300 hPa haritaları incelenmiş ve Ege Denizi’ndeki siklojeniz vakaları; uzun dalga oluşu (LW), güneybatı akışlı (SW), kuzeybatı akışlı (NW), zonal akış (ZONAL), kapalı sistem (CLOSE) ve cut off (kopmuş) sistem (CUT) şeklinde 6 kategoriye ayrılmıştır. Ayrıca bu çalışma, sinoptik kategorizasyon çalışmaları bakımından ilkler arasında sayılabilir. Nitekim aşırı dolu, hortum gibi hava olaylarının sinoptik değerlendirmelerinin yapıldığı çalışmalarda da bu sınıflama kullanılmıştır (Mihajlović vd., 2016; Renko vd., 2016; Sioutas ve Flocas, 2003; Sioutas ve Keul, 2007; Sioutas, 2003; Sioutas, 2011). Bunlara ek olarak Rauhala vd., (2012), Finlandiya’da 1948–2007 yılları arasında gerçekleşmiş 184 hortumlu gün için 300 hPa, 500 hPa, 850 hPa ve yüzey haritaları manuel olarak incelemiş, bu veriler



ile birlikte bileşik sinoptik haritalar üretilmiştir. Buna göre de A, B, C, D sinoptik patern olmak üzere dört farklı sınıfa ayrılmıştır. A sınıfı sinoptik patern: Bileşik sinoptik haritaya göre Finlandiya'nın kuzeybatısında bir oluk sistemi bulunur. Ayrıca ülkenin güneybatısında, batı-güneybatı yönünden gelen jet rüzgarları bulunur ve hortumlar bu bölgede gerçekleşir. B sınıfı sinoptik patern: Haritada ülkenin güneybatısında yüzeyde güçlü bir alçak basınç alanı bulunurken jet rüzgarları güneydoğu-kuzeybatı yönelimli etkilidir. C sınıfı sinoptik patern: Haritada ülkenin batısında bir oluk sistemi bulunurken ülkenin kuzeyinde batı-güneybatı yönünden gelen jet rüzgarları etkilidir. Hortumlar bu jet rüzgarlarının batısında gerçekleşmektedir. D sınıfı sinoptik patern: Haritada A grubu ile benzerdir ancak batıda oluk sistemi yoktur ve hortumlar daha çok yüzeydeki alçak merkez yakınında oluşurlar. Kahraman (2021), çalışmasında 1979-2014 yılları arasında gerçekleşmiş süper hücrelere bağlı gelişen hortumlar ve çok büyük dolu vakalarının sinoptik ortamlarına odaklanmıştır. Bunun yanı sıra Türkiye’yi etkileyen siklon yolları belirlenmiştir. Çalışmadaki analiz, her bir mezosiklonik hortum günü ve her çok büyük dolu günü için yapılmıştır. Buna göre altı sinoptik hava evresi kategorisi; üst seviye alçaklar (ULL), üst seviye olukları (ULT), Orta Akdeniz siklonları (CYMDC), Doğu Akdeniz siklonları (CYMDE), Kuzey Afrika kökenli veya kuru Sahra hava kütlelerini içeren siklonlar (CYAFR) olarak tanımlanmıştır.

Tüm çalışmalarda hortum faaliyeti üreten uzun dönemli sinoptik durumlar incelenerek ortak baskın özellikleri belirlenmiş ve kategorize edilmiştir. Bu kategorizasyon, günümüzde gelişmiş analiz ve araştırma araçları sayesinde hortum tahmin tutarlılığını artırarak oluşabilecek zararı en aza indirecektir. Bu doğrultuda çalışmada Türkiye’de 2000-2020 yılları arasında gerçekleşmiş hortumlar ve hortumlu günlere dair meteorolojik haritaların çözümlenmesi ile bir sinoptik tip sınıflaması yaparak hortum tahmin tutarlılığının artırılması amaçlanmaktadır.

## 2. Materyal ve Yöntem

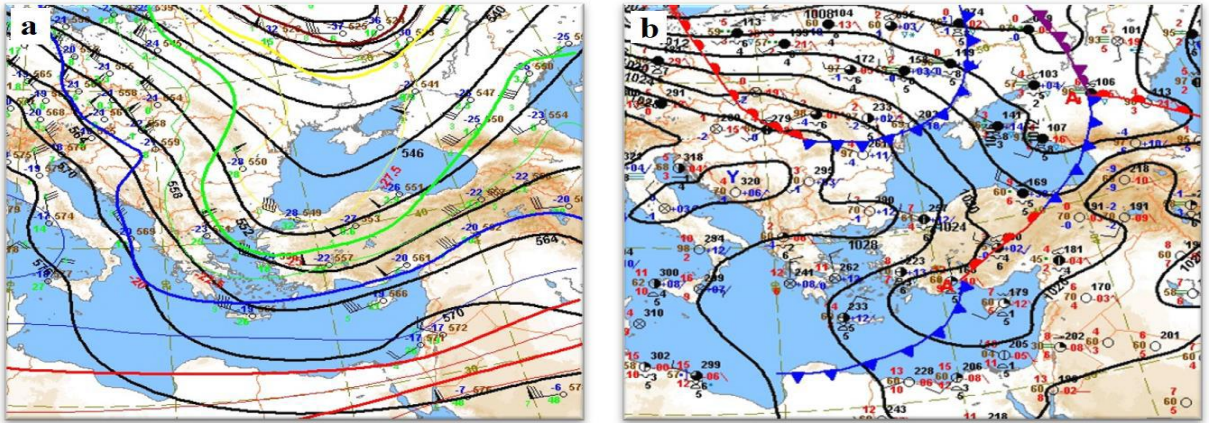
Aşırı hava olaylarından biri olan hortumlar ile ilgili çalışmalarda genellikle belirli kurum ve kuruluşlardan alınan ikincil veriler kullanılmaktadır. Çalışmalardaki en büyük sınırlılık veri setlerinde süreklilik durumudur. Uzun vadede öngörüler yapabilmek adına verilerin zaman aralığı ve sürekliliği önem arz etmektedir. Bu nedenle bu çalışmada; Türkiye’de 2000-2020 yılları arasında gerçekleşmiş hortum verilerine, Avrupa Şiddetli Fırtına Laboratuvarı (ESSL) desteğiyle birlikte tüm Akdeniz ve Avrupa ülkeleri için topladığı ve doğrulamasını yaptığı veri tabanı olan “Avrupa Şiddetli Hava Veri Tabanı (European Severe Weather Database – ESWD eswd.eu/)” dan ulaşılmıştır. 21 yıllık döneme ait bulunan 562 veri kaydı manuel olarak düzenlenmiştir. İçerisinde tekrar eden gün ve saatler kontrol edilmiş, Google Earth ile koordinat sağlamaları yapılmıştır. Yapılan kontroller ve sağlama sonucunda 2000-2020 yılları arasında Türkiye’de toplam 520 hortum olayı kullanılabilir olarak değerlendirilmiş olup, 42 hortum ise birden fazla tekrarlanma nedeniyle değerlendirme dışı tutulmuştur. Çalışmada veri seti bu 520 hortum olayından oluşmaktadır.

Çalışmanın amacına uygun olarak hortumların gelişimlerinden sorumlu koşulların belirlenmesi için, hortumlu günlerde hüküm süren sinoptik şartların detaylı incelenmesi gerekmektedir. Bu süreç Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)’den alınan hortum günleri ve olay zamanına en yakın saatlere ait meteorolojik verilerin (eş jeopotansiyel yükseklik haritaları 850, 700,

500 ve 300 hPa; uydu ve radar görüntüleri, yer haritaları) incelenip ayıklanması daha sonra kategorize edilmesi aşamalarından oluşmaktadır. Bununla birlikte bu sinoptik kategorizasyon, asıl olarak 500 hPa seviyesinin sirkülasyon tipine ve yüzey özellikleriyle bağlantılı olarak oluk ve sırt eksenlerinin konumu ve yönüne dayanmaktadır. 500 hPa eş jeopotansiyel yükseklik haritalarında analiz edilen oluklar önemlidir; çünkü oluklar genellikle soğuk ve yağışlı hava ile karakterize edilirler. Yani oluk eksenini ve yönünü belirlemek, özellikle de ana oluk önlerini belirlemek konvektif aktivite tahmini yapmayı kolaylaştırır. Buna göre Türkiye’de 2000-2020 yılları arasında gerçekleşmiş 520 hortum olayı ve 408 hortumlu gün incelenerek bir sinoptik sınıflama yapılmıştır. “Keskin Oluk”, “Yayvan Oluk” ve “Kapalı Sistem” olmak üzere 3 sinoptik tipe ayrılmıştır. Daha sonra her sinoptik tipe dair bir olay çalışması, sinoptik haritalarla detaylı şekilde incelenmiştir.

### 2.1. Sinoptik Tipler

(1) Keskin Oluk: 500 hPa eş jeopotansiyel yükseklik haritasında Şekil 1.’de görüldüğü üzere konturların “V” şeklini aldığı oluklar “Keskin Oluk” kategorisinde sınıflandırılmıştır. Bu olukların önlerinde güneybatılı, arkalarında kuzeybatılı tam üzerinde ise batılı rüzgâr akışları vardır. Bu oluklar önünde soğuk, gerisinde sıcak adveksiyon bulunması nedeniyle adveksiyonlarla soğuk havada hareket edeceği için çok hızlı hareket ederler. Olukların önünde güneybatılı akışlar olması nedeniyle oluk hattının önünde dikine hareket vardır bu da konvektif yapının gelişiminin hızlandırır. Yer haritasında gözlenen cephe ve oluk arası mesafenin dar olması nedeniyle cephe eğimi dikleşir ve dikey rüzgâr hızı artar, bu durum ani hava değişimlerine neden olur (Şekil 1b). Bununla birlikte keskin oluklara bağlı gelişen soğuk cephe önünde ani basınç düşüşü, cephe gerisinde ani basınç yükselişi gerçekleşir. Bu durum, sıcak havanın soğuk hava tarafından hızla yükselmeye zorlanması ve yerinin hızla soğuk hava tarafından doldurulması ile gerçekleşir. Bu da kısa süreli hamleli rüzgârları ortaya çıkarır. Bütün bu gelişmeler bir araya geldiklerinde hortum, dolu gibi ani ve şiddetli hava olaylarına neden olurlar.

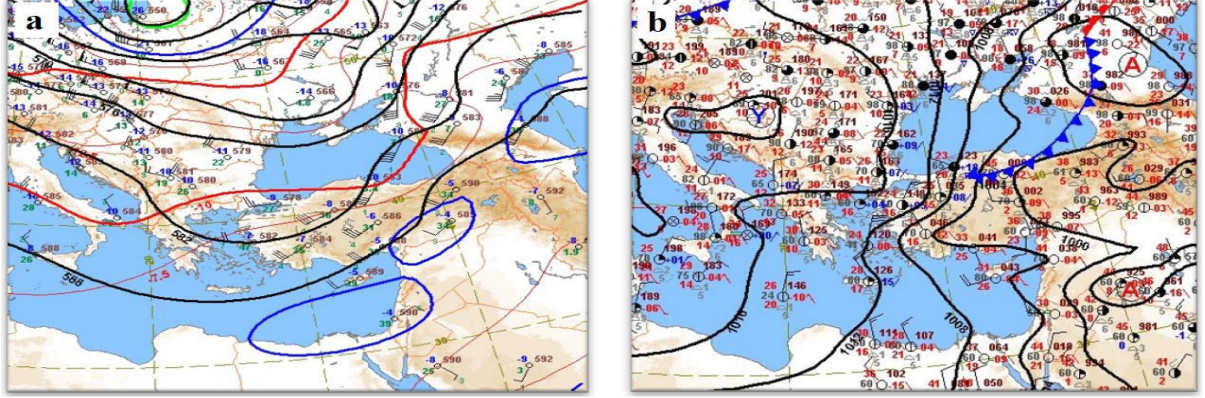


**Şekil 1.** (a) 500 hPa eş jeopotansiyel yükseklik haritasında keskin (V) oluk örneği ve (b) aynı güne dair yer haritası (22 Aralık 2014)

**Kaynak:** Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)

(2) Yayvan Oluk: Şekil 2a.’da konturların “U” şeklini aldığı oluklar “Yayvan Oluk” kategorisinde sınıflandırılmıştır. Yayvan oluklar özellikle kuzeyde geniş yer kaplayan bir alçak merkeze bağlı oluklardır ve şeklinden de anlaşılacağı üzere oldukça geniş bir alanı etkilerler. Bu genişlik yer cephesi ile arasındaki mesafeyi de etkiler. Yani yer haritasındaki cephe, oluğun oldukça

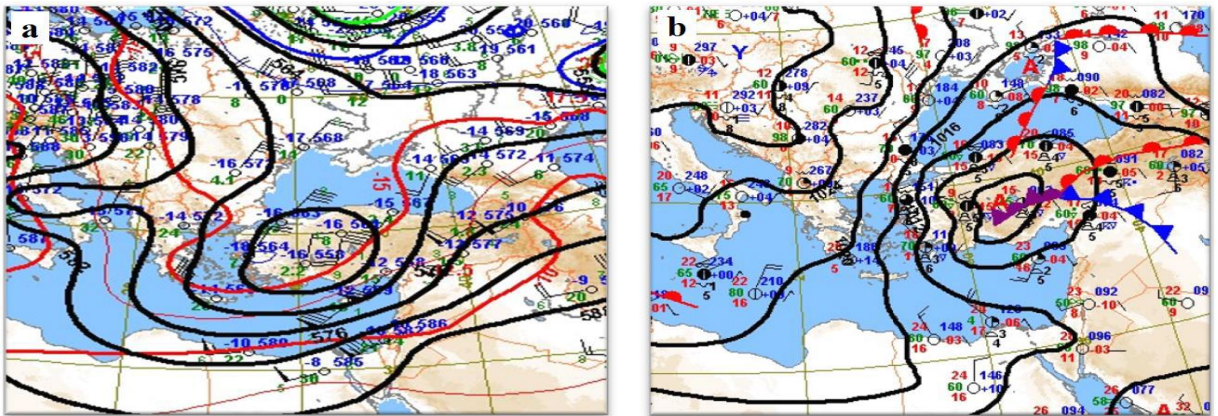
önünde bulunur (Şekil 2b). Böylece oluk ve cephe arasındaki alanda benzer hava şartları gözlenir. Bazen soğuk cephe geçişinin ardından sıcaklık tekrar yükselir ve yerin ısınmasına bağlı olarak tekrar gök gürültülü sağanak yağışlara neden olabilir. Yayvan oluklarda, keskin olukların aksine hava olayları daha yavaş gelişir ve uzun sürer. Ancak benzer şekilde hava olayları zaman zaman şiddetlenebilir.



Şekil 2. (a) 500 hPa eş jeopotansiyel yükseklik haritasında gelişmiş yayvan oluk örneği ve (b) aynı güne dair yer haritası (4 Temmuz 2017)

Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)

(3) Kapalı Sistem: 500 hPa eş jeopotansiyel yükseklik haritasında en az 1 kapalı konturdan oluşması ile temsil edilir (Şekil 3). Kuzeyden sokulan oluğun Akdeniz üzerinde termal modifikasyonu ile sistemin derinleşmeye başlaması ile birlikte kuzeydeki ana olukla bağlantısı yavaş yavaş kesilir ve merkeze soğuk hava girişi olmaz. Bazen soğuk havanın hapsoldüğü durumlarda soğuk damla haline gelebilirler ve genellikle çok yavaş hareket ederler. Sistemin yavaş hareket etmesi nedeniyle etkili olduğu bölgede yağışlı gün sayısı artar. Üst atmosferin nispeten soğuk, yerin daha hızlı ısındığı ilkbahar ve sonbahar aylarında oluşan bu sistemler genellikle öğleden sonra ve akşam saatlerinde, kısa süreli gök gürültülü sağanak yağışlara neden olurlar. Rüzgâr yağışlar sırasında kısa süreli hamleli eser. Bazen kararsızlığın aşırı artmasıyla gök gürültülü sağanak yağışlarla birlikte dolu yağışı, hortum gibi şiddetli hava olayları gerçekleşebilir.

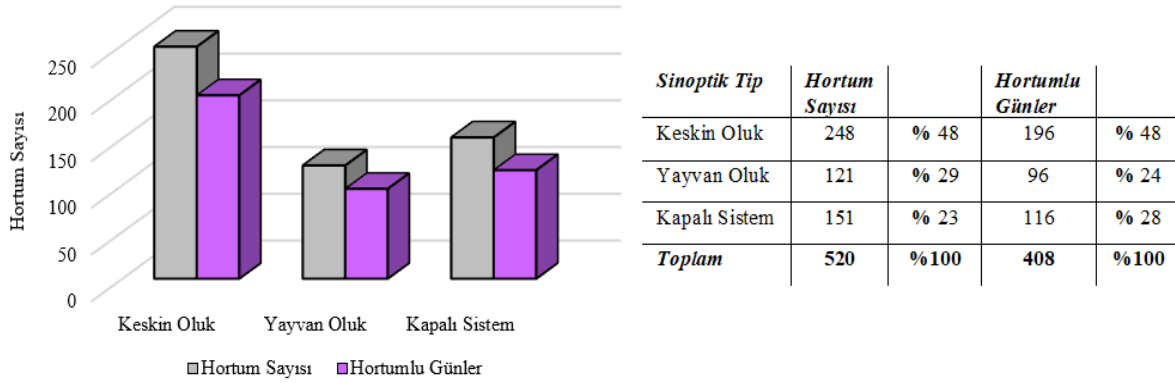


Şekil 3. (a) 500 hPa eş jeopotansiyel yükseklik haritasında gelişmiş kapalı sistem ve (b) aynı güne dair yer haritası (28 Eylül 2014)

Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)

### 3. Bulgular

Türkiye’de 2000-2020 yılları arasında 520 hortum olayı ve 408 hortumlu gün gerçekleşmiştir. Yapılan sinoptik tip sınıflamasına göre; kısa sürede gelişip hızlı hareket ederek kuvvetli rüzgâr makaslaması ile birlikte ani ve şiddetli hava olaylarına neden olan sistem ile karakterize edilen keskin oluklar, Türkiye’de toplam 520 hortum olayınının 248’inde, 408 hortumlu günün 196 gününde etkili olmuştur. Yani hem hortum sayısı hem de hortumlu günlerin % 48’ini oluşturarak en fazla hortum üreten hâkim sinoptik tiptir (Şekil 4). Yayvan oluklar, keskin oluklara nispeten daha yavaş hareket eden ve geniş alanları etkileyen oluk sistemleridir. Bununla beraber hortum sayılarının (121) %23, hortum günlerinin (96) de %24’ünde ortaya çıkan ve en az hortum üreten sistemdir. Kapalı sistem ise 500 hPa’da oluk içerisinde en az bir kapalı konturun varlığı ile karakterize edilir ve gerçekleşen 151 hortum sayısı ile % 29’u, 116 hortumlu günün ise %28’inden sorumlu olan sistem sık görülen ikinci tiptir. Bunların yanı sıra keskin ve yayvan oluk günlerinde 1.2 tane hortum oluşurken, kapalı sistemin etkili olduğu günlerde 1.3 hortum olayı gerçekleşmiştir. Buna göre kapalı sistemler günlük daha fazla hortum üretirler.



Şekil 4. Hortum sayısı ve hortumlu günlerin sinoptik tiplere göre dağılışı

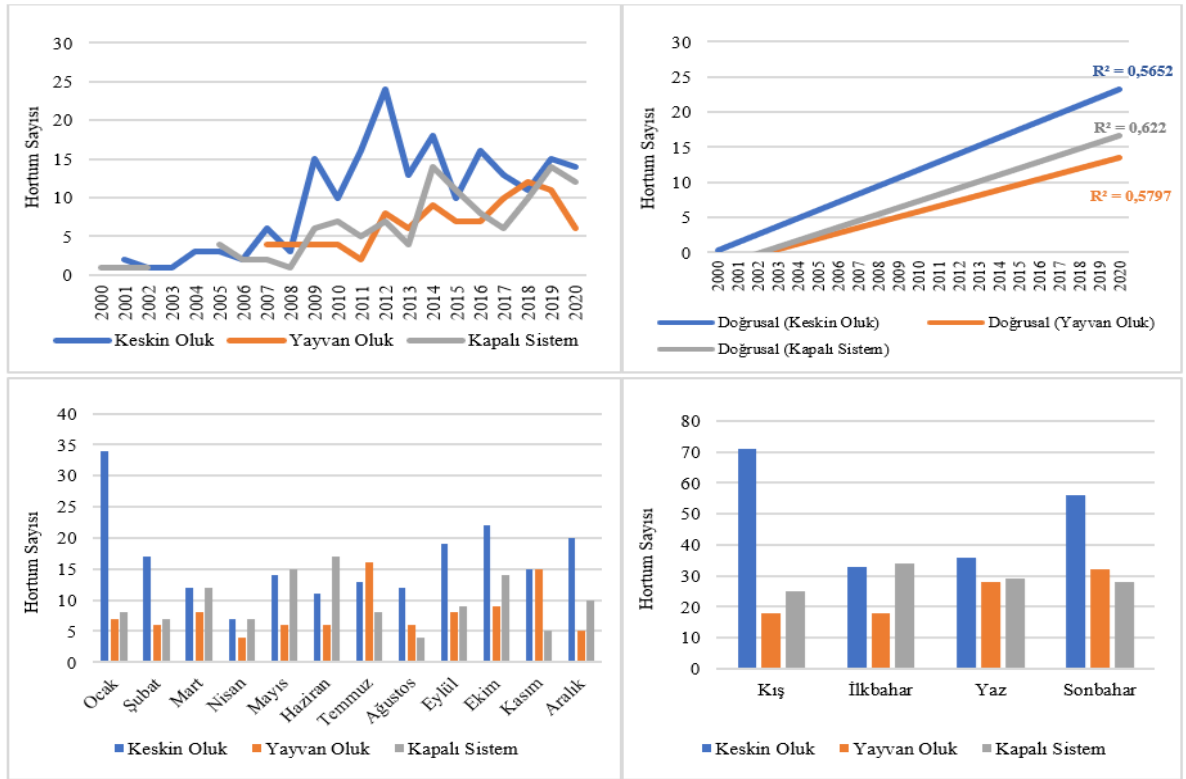
Hortum hadiselerinin zamansal ve coğrafi dağılımlarının belirlenmesi, onları oluşturan koşulların anlaşılması, tahmin edilebilmeleri için gereklidir.

#### 3.1. Zamansal Dağılışı

Hortum verilerinin yıllar içerisinde dağılımına eş değer olarak, 2008 yılından itibaren hortum sayılarının artmasıyla birlikte sinoptik tipler için zamansal bir değişimden bahsetmek daha anlamlıdır. Buna göre yıllar içerisinde kesintisiz olarak gerçekleşmiş keskin oluklar, 2008 yılından 2014 yılına kadar en yoğun görülen sinoptik tiptir. Özellikle 2012 yılında gerçekleşmiş 46 hortum olayınının 24’ünden sorumludur. Bu zirve yıldan sonra sistemin etkinliği genel olarak azalma eğilimindedir. Bu tip oluklar en çok sonbahar ve kış aylarında aktif iken ilkbahar ve yaz mevsimlerinde zayıflar dolayısıyla sayıları azalmaktadır. Keskin oluklar en fazla sayıda etkili olmuş olsa da belirleyicilik katsayısı 2012 yılı sonrası azalma eğilimi nedeniyle 0,56’dır (Şekil 5). Bu katsayı diğer olukların belirleyicilik katsayılarına göre düşüktür.

Yayvan oluklar, 2011 yılından 2018 yılına kadar genel bir artış gösterirken bu yıldan itibaren sayıları azalmaya başlamıştır. Bununla birlikte yayvan oluklar 2018 yılında en fazla sayıda (12) gerçekleşmişken 2020 yılında diğer sistemlere nispeten düşük sayıda gerçekleşmiştir. Özellikle aylar içerisinde en fazla temmuz ve kasım aylarında etkili olduğundan mevsimlere yansımaları da benzer şekildedir. Yani en çok yaz ve sonbahar mevsimlerinde sayıları artar. Ayrıca yayvan oluklar için de belirleyicilik katsayısı değeri 0,57’dir (Şekil 5).

Kapalı sistem de 2008 yılından itibaren genel eğilim artış yönündedir. 2014 ve 2018 yıllarında görülme sıklığı yüksektir. Tüm aylar içerisinde etkili olabilen sistem en çok mayıs ve haziran aylarında etkili olmuştur. Kapalı sistem için yapılan analizde belirleyicilik katsayısı değeri 0.62’dir.



Şekil 5. Türkiye’de 2000-2020 yılları arasında gerçekleşmiş hortumların sinoptik tiplere göre yıllara, aylara ve mevsimlere dağılışı

### 3. 2. Coğrafi Dağılışı

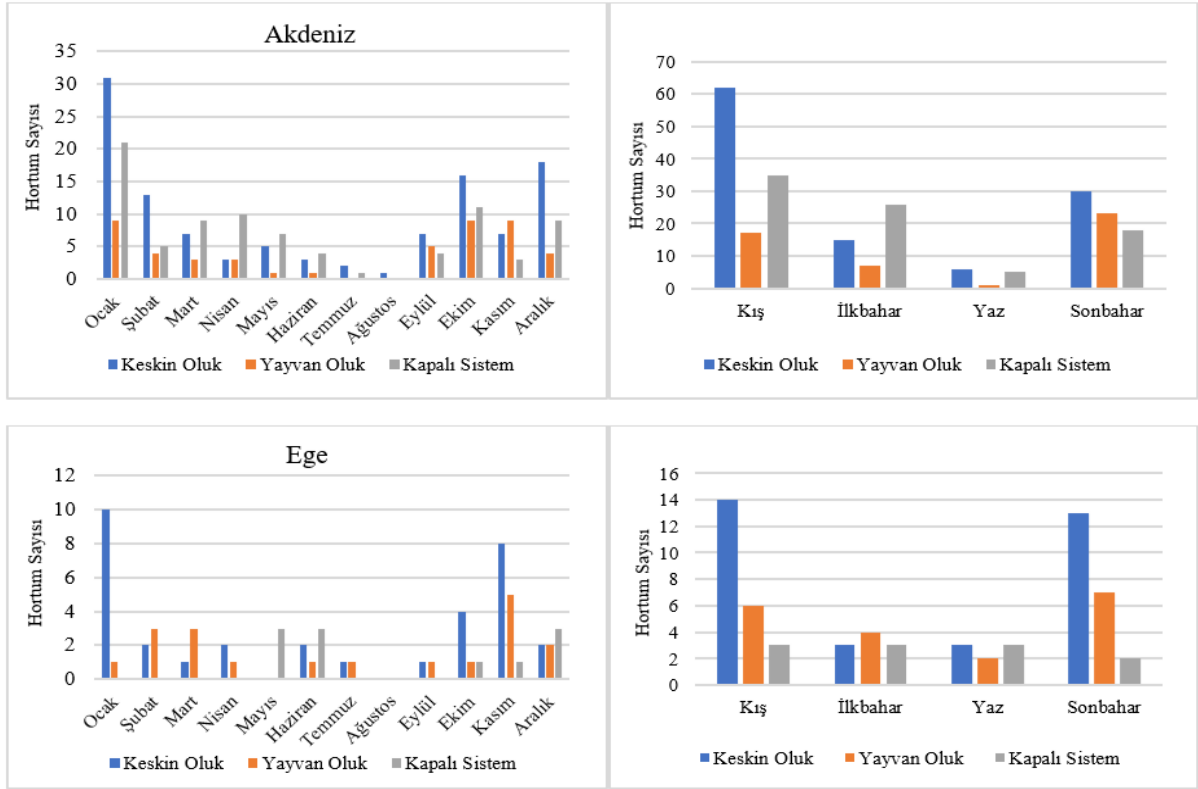
Bir orta enlem ülkesi olan Türkiye için sinoptik ölçekli hava koşullarının ana etkeni tropik dışı siklonlardır (Kahraman, 2021:129) ve ülkemizi etkileyen çeşitli ana siklon yolları bulunmaktadır (Karaca vd., 2000; Türkeş, 1998). Buna göre sistemleri oluşturan kaynak bölgeleri ve bu sistemlerin uzanış yönleri sinoptik tiplerin etki alanları hakkında fikir verecektir.

#### 3.2.1. Akdeniz ve Ege Bölgesi

Akdeniz Bölgesi’nde, ülke genelinde gerçekleşmiş hortumların neredeyse yarısı oluşmaktadır. Buna göre bölgede gerçekleşmiş toplam 245 hortumun 113’ü keskin oluklara, 48’i yayvan oluklara ve

84'ü de kapalı sisteme bağlı gelişmiştir. Ege Bölgesi'nde de toplam 63 hortum gerçekleşmiş 33'ü keskin oluklara, 19'u yayvan oluklara ve 11'i de kapalı sisteme bağlı gelişmiştir.

Keskin oluklar ocak ayında maksimum sayıya ulaşmış ve Akdeniz Bölgesi'nde 31, Ege Bölgesi'nde 10 hortuma neden olmuştur. Bir sonraki etkili mevsim sonbahardır ancak Akdeniz Bölgesi'nde aralık (18), Ege Bölgesi'nde kasım (8) ayında en fazla gerçekleşmiştir. Yayvan oluklara bağlı gelişen hortumlar da keskin oluğa benzerdir. Ancak kapalı sistem Ege Bölgesi'nde her mevsim 2 ila 3 hortuma neden olurken Akdeniz Bölgesi'nde çoğunla kış ve ilkbahar aylarında hortuma neden olmuştur (Şekil 6).



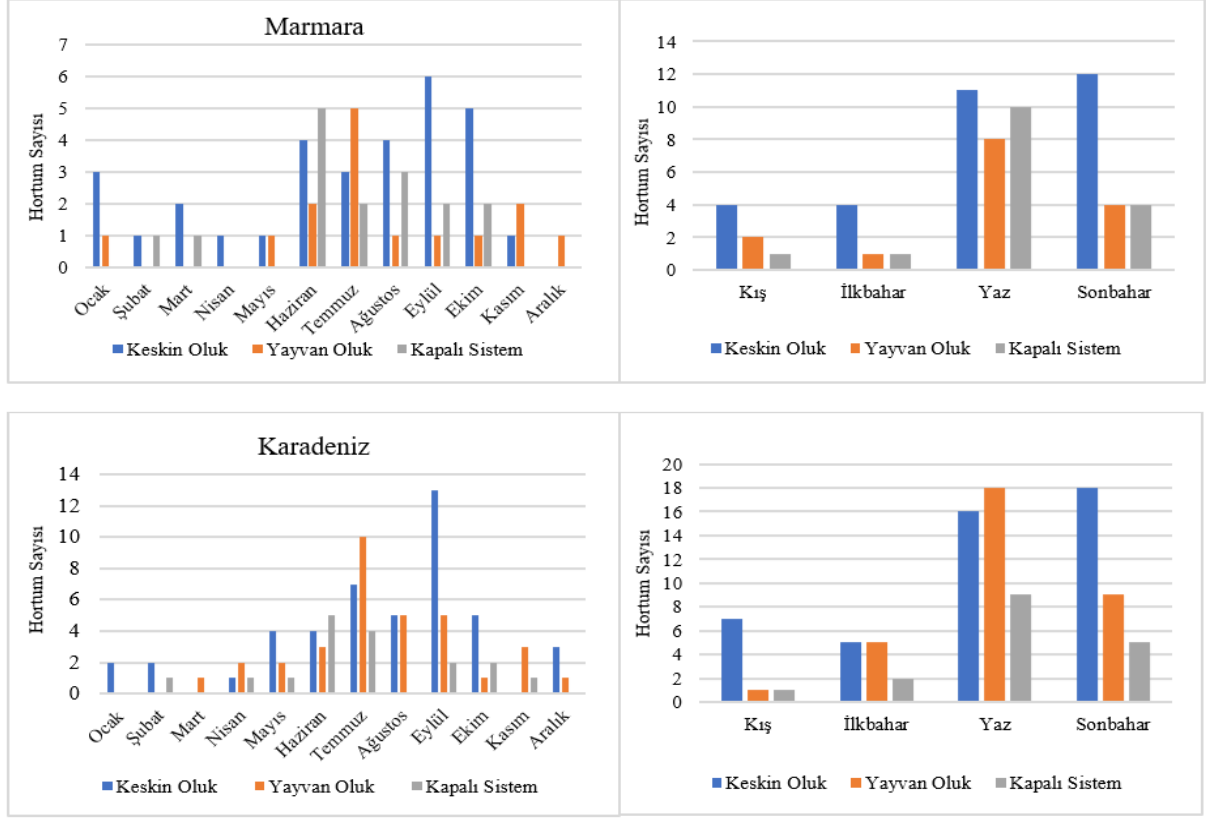
Şekil 6. Akdeniz ve Ege bölgelerinde 2000-2020 yılları arasında gerçekleşmiş hortumların sinoptik tiplere göre aylara ve mevsimlere dağılışı

### 3.2.2. Marmara ve Karadeniz Bölgesi

Marmara Bölgesi'nde gerçekleşmiş toplam 62 hortumun 31'i keskin oluklara, 15'i yayvan oluklara ve 16'sı de kapalı sisteme bağlı gelişmiştir. Karadeniz Bölgesi'nde ise toplam 96 hortum gerçekleşmiş 46'sı keskin oluklara, 33'ü yayvan oluklara ve 17'si de kapalı sisteme bağlı gelişmiştir.

Her iki bölgede hortumların etkili olduğu mevsimler ve onlara neden olan sistemler benzerdir. En yoğun mevsimler yaz ve sonbahardır. Marmara Bölgesi'nde keskin oluk yaz mevsiminde 11, sonbahar mevsiminde 12 hortuma neden olmuştur ve bu mevsimde en fazla eylül (6), ekim (5) aylarıdır. Karadeniz' Bölgesi'nde yaz mevsiminde 16, sonbaharda 18 hortuma neden olmuş ve bunun 13'ü eylül ayında gerçekleşmiştir. Kış ve ilk bahar mevsimlerinde sayıları düşüktür. Yayvan olukların

da mevsimlere genel dağılışı keskin oluklara benzerdir. Ancak Karadeniz Bölgesi’nde yayvan oluk, en fazla yaz mevsiminde 18 hortum oluşturmuş ve bunun 10’u temmuz ayında gerçekleşmiştir. Kapalı sistemler için de mevsim dağılışı benzerdir. Ancak Marmara Bölgesi’nde yaz mevsiminde keskin oluklardan sonra ikinci etkili sistem kapalı sistemdir. Burada toplam 10 hortuma neden olmuştur ve bunun 5’i haziran ayında gerçekleşmiştir (Şekil 7).

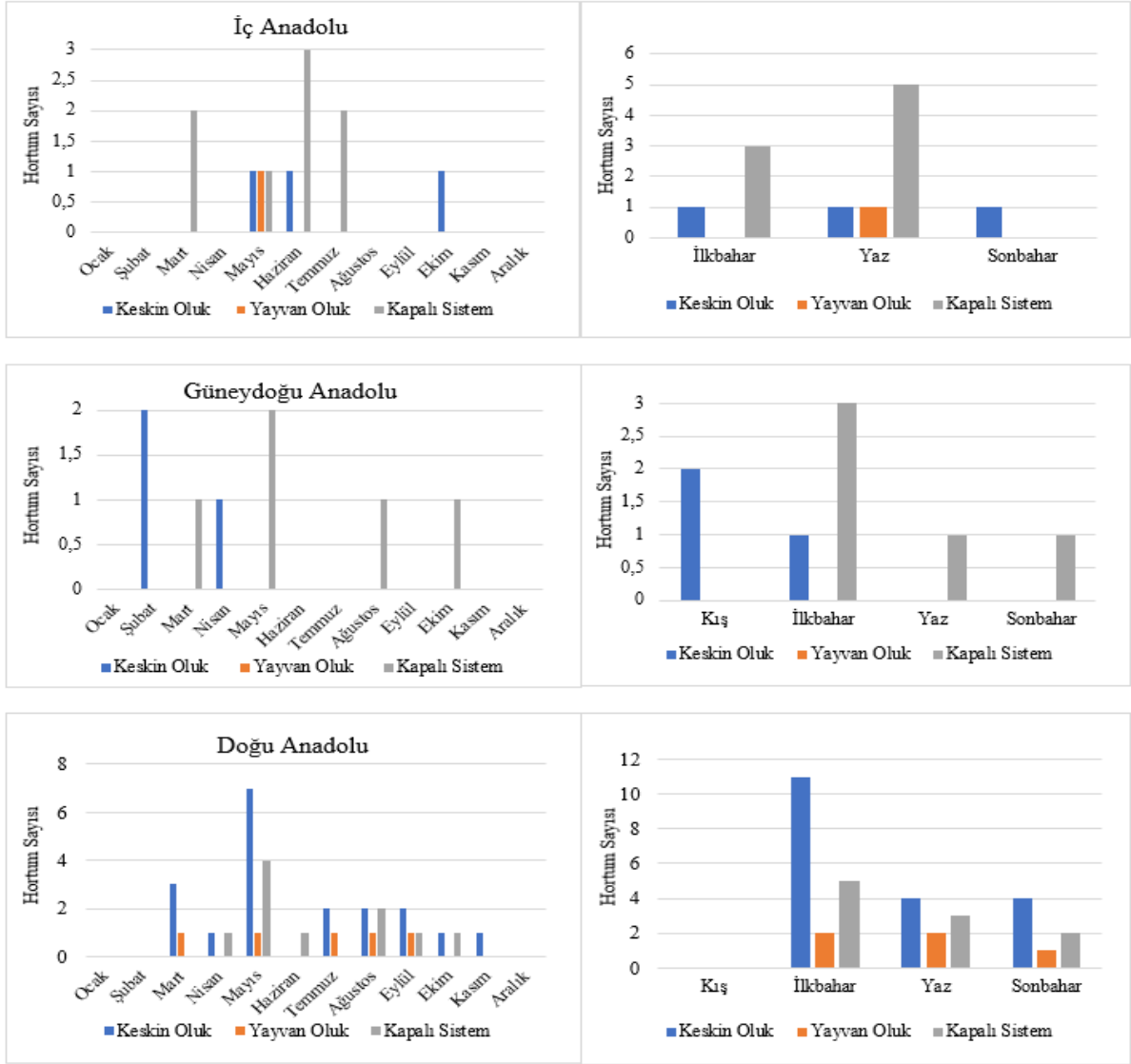


Şekil 7. Marmara ve Karadeniz bölgelerinde 2000-2020 yılları arasında gerçekleşmiş hortumların sinoptik tiplere göre aylara ve mevsimlere dağılışı

### 3.2.3. İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgesi

Üç bölgede de hortumların en fazla görüldüğü sinoptik tip keskin oluk ve kapalı sistemdir. İç Anadolu Bölgesi’nde toplam 12 hortumun 8 ‘i kapalı sisteme, 3’ü keskin oluklara, 1’i de yayvan oluklara bağlı oluşmuştur. Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde toplam 8 hortumun; 5’i kapalı sisteme, 3’ü keskin oluklara bağlı oluşurken Doğu Anadolu Bölgesi’nde toplam 34 hortumun 19’u keskin oluklara, 5’i yayvan oluklara ve 10’u da kapalı sisteme bağlı gelişmiştir.

İç Anadolu Bölgesi’nde en fazla yaz ve ilkbahar mevsimlerinde kapalı sistemlere bağlı hortum oluşmuştur ve yazın haziran (3), ilkbaharda mart (3) ayları en yoğundur. Ayrıca kış mevsiminde hiç hortum gerçekleşmemiştir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde ise her mevsim hortum oluşmuştur. Kış mevsiminde keskin oluğa bağlı şubat ayında 2 hortum; kapalı sistemde ise ilkbaharda mayıs ayında 2 hortum oluşmuştur. Yükseltinin arttığı iklimin karasallaştığı Doğu Anadolu Bölgesi’nde de hortumlar üç mevsimde oluşmuştur. Keskin oluklara bağlı en fazla ilkbaharda mayıs (11) ayında, kapalı sistemde de mayıs ayında (4) hortum oluşmuştur (Şekil 8).



**Şekil 8.** İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgelerinde 2000-2020 yılları arasında gerçekleşmiş hortumların sinoptik tiplere göre aylara ve mevsimlere dağılışı

### 3.3.Olay Çalışmaları

Hortum etkinliği sırasında hüküm süren sinoptik koşulları araştırmak için bu bölümde üç vaka çalışması kısaca açıklanmıştır. Seçilen vakalar, hortum sayılarının en fazla olduğu 2019 yılı içerisinde ayrıca yukarıda belirlenmiş sinoptik tiplerin baskın olarak görüldüğü aylardan seçilmiştir. Belirlenen hortum günleriyle ilişkili olarak sinoptik ortam, hortum aktivitesinin en yakın zamanına odaklanan sinoptik analiz haritaları kullanılarak tanımlanmıştır.

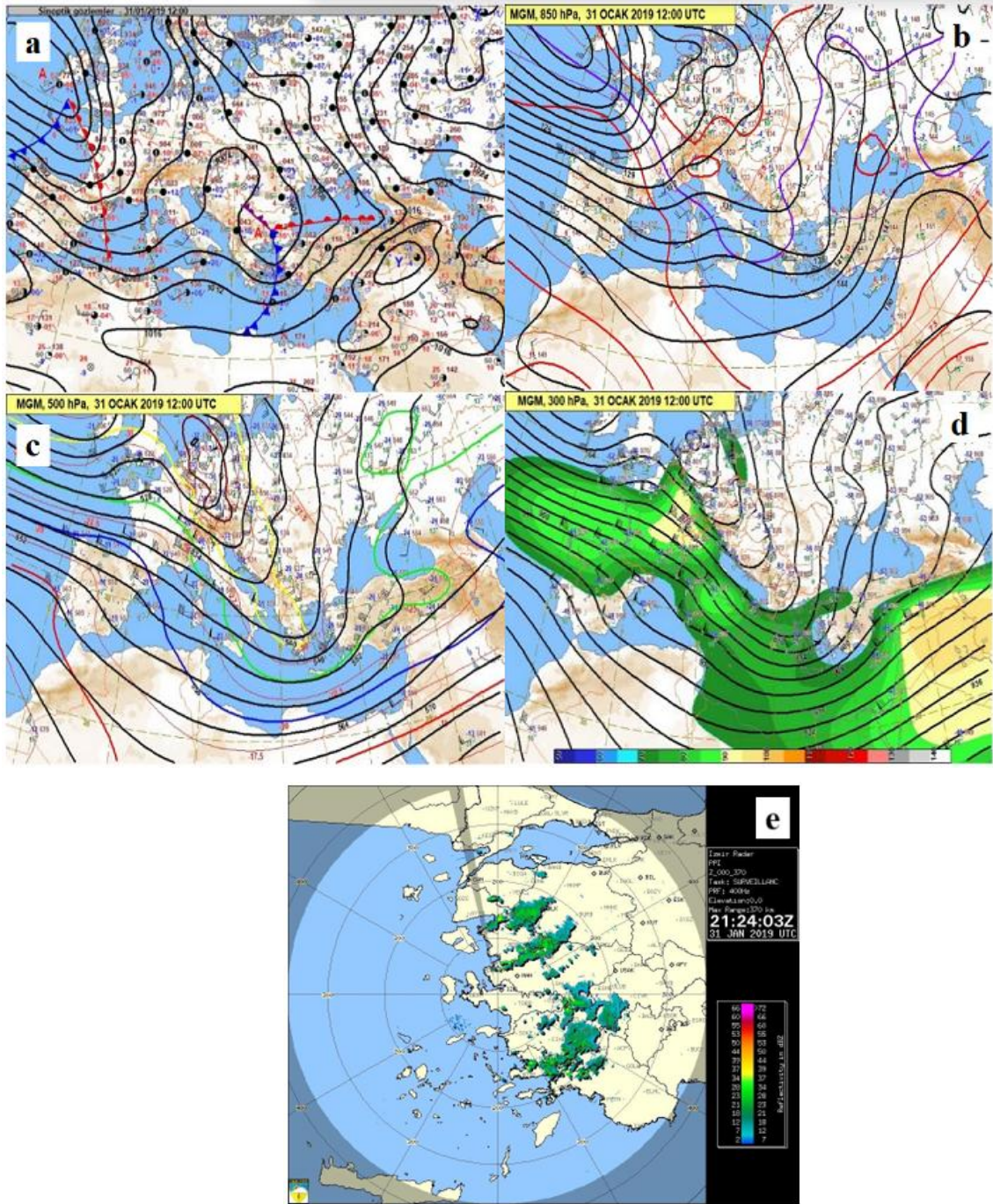
#### 3.3.1. Keskin Oluk (31 Ocak 2019-Balıkesir 14.20, İzmir,15.00 Aydın 15.25)

31 Ocak 2019 günü kuvvetli bir cephesel sistem Yunanistan ve Ege Denizi üzerinden Türkiye'nin batısını etkilemiş, Balıkesir, İzmir ve Aydın illerinde şiddetli gök gürültülü sağanak yağışlarla beraber hortumlara neden olmuştur. Bugün için 12.00 UTC ye ait yer ve hava haritaları



incelendiğinde sinoptik durum: Yer haritasında Ege denizi üzerinde bir soğuk cephe, Karadeniz kıyısını paralel uzanan bir sıcak cephe bulunmaktadır. Bu nedenle Türkiye bu cephe sisteminin sıcak sektöründe kalmıştır. Türkiye’nin batı kesiminde sıcaklık 14-15 °C civarındadır 850 hPa’da kuzeybatıdan güneydoğuya uzanan keskin bir oluk sistemi bulunurken, yer haritasında ülkenin batısını bir hat boyunca etkileyen soğuk cephe gelişmiştir. (Şekil 9 a,b). 500 hPa’da kuzeybatıdan güneydoğuya uzanan keskin bir oluk gelişmiştir.

500 hPa’da Türkiye üzerindeki sıcaklık -30 ile -25 °C arasındadır. Bu kuvvetli bir sıcaklık gradyanı olduğunu göstermektedir. Oluğun önündeki güney batılı sıcak ve nemli rüzgârlar ile soğuk cephe gerisindeki kuzey batılı rüzgârlar (500 hPa eş jeopotansiyel yükseklik haritasında 50 knot esen kuzey batılı rüzgâr) arasındaki makaslama bulunmaktadır. Bu nedenle sıcak sektörün bulunduğu alan pozitif vortisite sahasıdır. 300 hPa jeopotansiyel eş yükseklik haritasında 800 knot üzerinde rüzgâr hızı bulunmaktadır (Şekil 9 c,d). Bu koşullar altında soğuk cephe önünde kuvvetli bir konveksiyon oluşmuştur. Bu durum İzmir radar görüntüsündeki bir çizgi boyunca uzanan bulut ekolarından görülmektedir. Bu kesimde 500 mm üzerinde yağış gerçekleşmiştir. Yani bu hortum olayı bir sağanak hattı boyunca gelişen kuvvetli konveksiyon sonucu oluşmuştur (Şekil 9e).

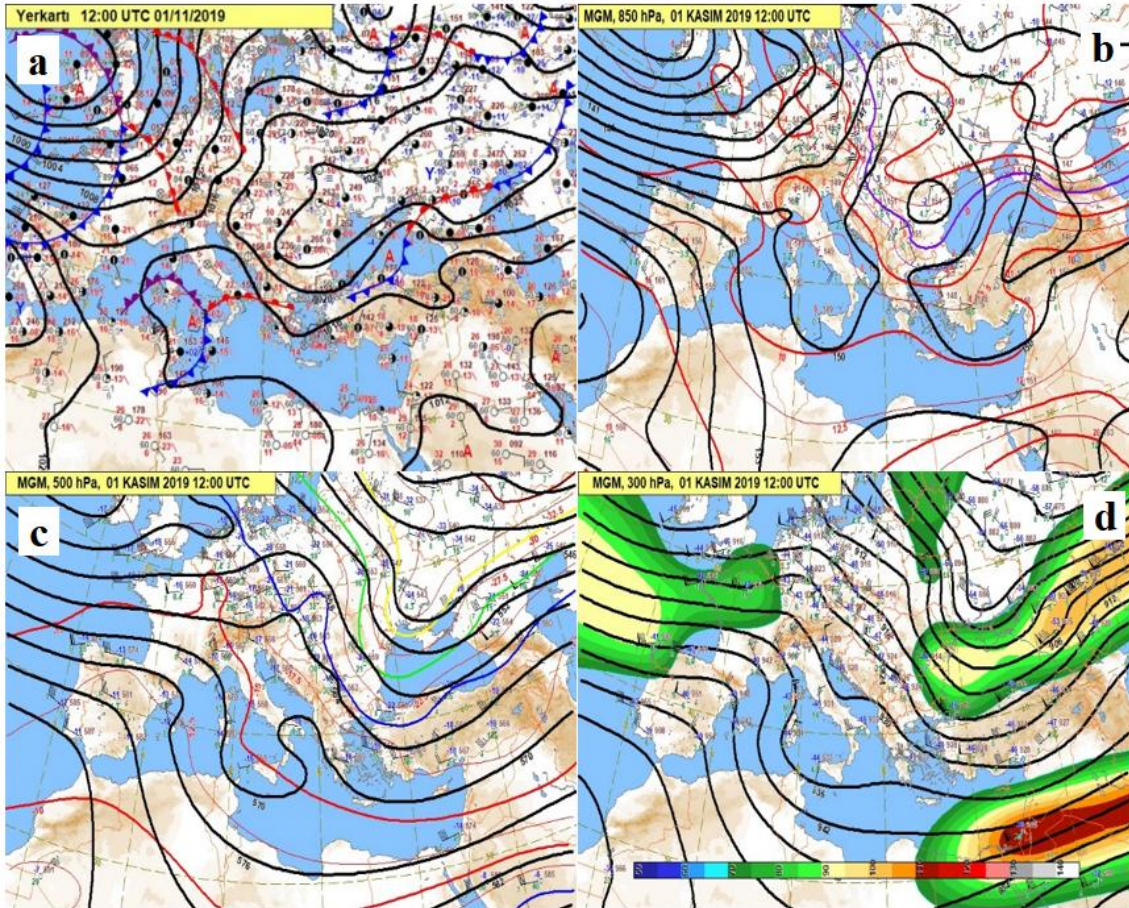


**Şekil 9.** 31 Ocak 2019, 12.00 UTC'nin sinoptik haritaları: (a) yer haritası, (b) 850 hPa, (c) 500 hPa, (d) 300 hPa, (e) radar görüntüsü

31 Ocak 2019 günü kış mevsimi olmasına rağmen İzmir-Aydın civarında sıcaklık 12-13 °C iken 500 hPa'da sıcaklık -30°C civarındadır. Bu şekilde yer sıcaklığı ve üst atmosfer arasındaki sıcaklık farkının yüksek olması ile kararsızlığı artırmıştır. Ayrıca yer cephesinin kuvvetli ve 500 hPa'daki oluğun derin olması konvektif aktiviteyi artırmış, bunun sonucunda Balıkesir, İzmir ve Aydın gibi birbirine yakın illerde kısa süreli ancak şiddetli gök gürültülü fırtına, sağanak yağış gibi hava olayları ile birlikte hortumlara neden olmuştur.

### 3.3.2. Yayvan Oluk (1 Kasım 2019- Kocaeli 15.00)

Amatör balıkçılar tarafından 1 Kasım 2019 günü saat 15.00 civarlarında Kocaeli, Kandıra'nın Sarısu mevkiinde denizde 1 adet su hortumu görüntülenmiştir. Bugün için 12.00 UTC ye ait yer ve hava haritaları incelendiğinde sinoptik durum: Yer kartı incelendiğinde yer seviyesinde zayıf bir alçak basınç ve ona bağlı cephe sistemleri görülmektedir. Azak Denizi üzerinden Türkiye'ye uzanan soğuk cephe Samsun yakınlarından Marmara Denizi'ne doğru uzanmaktadır. Karadeniz kuzeyinde ise termik bir yüksek basınç vardır. Buradaki soğuk karasal hava kuzeyli akışlarla sıcak deniz üzerinde karasız hale gelmiştir. 850 hPa'da Balkan yarımadası üzerindeki zayıf sırt nedeniyle biri İtalya biri Türkiye üzerinde iki parça halinde görülen zayıf oluk ve oluktaki soğuk hava Türkiye üzerinde yer kartındaki soğuk cephenin oluşumuna neden olmuştur. (Şekil 10 a,b). 500 hPa'da yerde buluna yüksek basınç yerinde 700 ile 850 hPa arasında bulunan denkleşme yüzeyi üzerinde kuzeydoğu-güneybatı yönlü bir kısa dalga oluşu bulunur. Oluk gerisinde kuzey batılı, olukta batılı ve oluşun önünde güney batılı rüzgâr vardır. Oluşan rüzgâr makaslamaı oluk önünde konveksiyonu kuvvetlendirmiştir. 300 hPa seviyesinde 90 knot üzerinde esen rüzgârlar ve -46 °C'i bulan sıcaklıklar bulunmaktadır (Şekil 10 c,d).

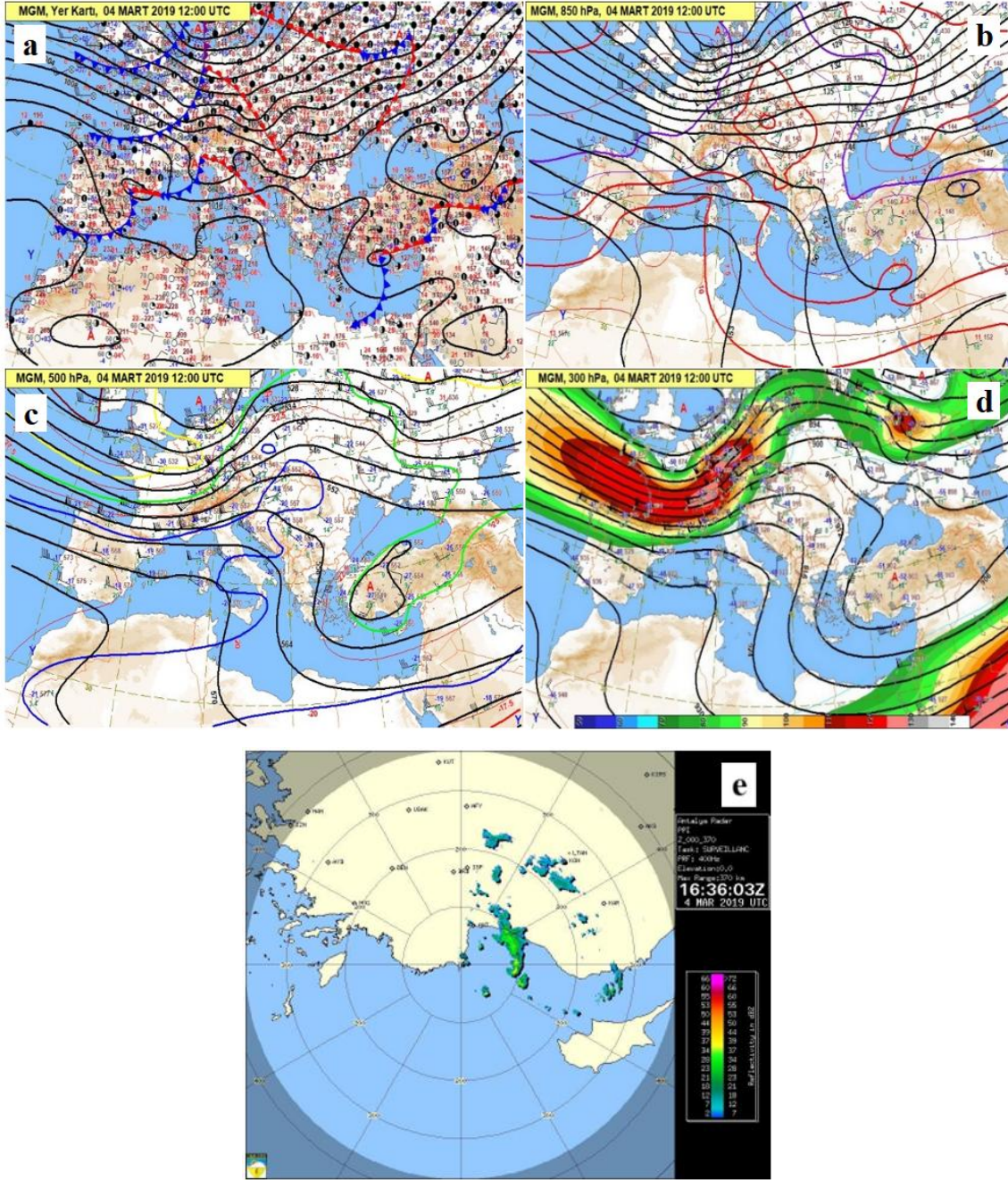


Şekil 10. 1 Kasım 2019, 12.00 UTC'nin sinoptik haritaları: (a) Yer haritası, (b) 850 hPa, (c) 500 hPa, (d) 300 hPa

1 Kasım 2019 Günü 500 hPa'da sıcaklık  $-22,5^{\circ}\text{C}$ , yere en yakın seviyede olan 850 hPa'da yaklaşık  $2^{\circ}\text{C}$  iken yerde  $12^{\circ}\text{C}$  civarındadır. Yani Kocaeli civarında yer ve yüksek seviye arasındaki sıcaklık farkı yaklaşık  $35^{\circ}\text{C}$ 'dir. Bu sıcaklık farkı ve bu farkın artmaya devam etmesi kararsızlığı destekleyerek orajlar ve bunlara bağlı hortumların oluşumunda en etkili koşullardan biridir. Bunun yanı sıra önemli hususlardan bir diğeri de bugüne dair deniz suyu sıcaklığının ( $18^{\circ}\text{C}$ ) hava sıcaklığından yüksek oluşudur. Bu durum deniz üzerinden atmosfere, hızlı bir konverjans hareketi ile çok miktarda ısı ve nemin transfer edilmesine neden olarak kümülönimbüs bulutlarını geliştirir. Böylece deniz üzerinde su hortumları (waterspout) oluşur.

### 3.3.3. Kapalı Sistem (4 Mart 2019-Antalya 16.00)

4 Mart 2019 günü saat 16.00 civarlarında Antalya, Kumluca'ya bağlı Yalı mevkiinde denizde 1 adet hortum meydana gelmiştir. Bugün için 12.00 UTC ye ait yer ve hava haritaları incelendiğinde sinoptik durum: Anadolu üzerinde, kapalı bir alçak merkez ile temsil ediliyordu. Yüzeyde, merkezi Antalya Körfezi üzerinde olan bir alçak basınç sistemi bulunmaktadır. Bu alçak basıncın sıcak cephesi kıyıya paralelken, soğuk cephesi Körfezin batı kıyılarına paralel olup kuzey güney yönlüdür. Bu sistem çok sığ bir alçak basınç merkezi halindedir. Doğu Anadolu'da ise Hazar Gölü üzerinden sokulan zayıf ve yüksek basınç sırtı bulunmaktadır. 850 hPa haritasında ise Türkiye'nin batı yarısında zayıf bir oluk, doğusunda ise zayıf bir sırt bulunmaktadır (Şekil 11a, b). 500 hPa haritasında Türkiye üzerinde 552 dam eş jeopotansiyel yükseklikte kapalı bir eğri bulunmakta, bu eğriyi de  $-25^{\circ}\text{C}$  sıcaklık eğrisi kuşatmaktadır. Ege Denizi üzerinde kuvvetli bir rüzgâr yön değişimi vardır. Karadeniz'den Ege Denizi'ne doğru kuzeydoğu 40 knot hızında soğuk rüzgâr eserken, Akdeniz üzerinde batı, güneybatı yönlü rüzgâr esmektedir. Bu durum kopmuş sistemin güney ve doğu kesiminde pozitif vortisiteyi kuvvetlendirmiştir. 500 ve 300 hPa eş jeopotansiyel yükseklik haritalarında rüzgâr hızı diğer durumlara göre yavaştır (Şekil 11 c, d). Bu yaşanan kopma nedeniyle kuzeyden soğuk hava ile beslenemeyen sistem hızı zayıflamıştır. Sistemin 2-3-4 Mart tarihlerinde Ege ve Akdeniz üzerinde yavaş hareket etmesi ve nem kazanarak konvektif özellik kazanmasını sağlamıştır.



Şekil 11. 4 Mart 2019, 12.00 UTC'nin sinoptik haritaları: (a) Yer haritası, (b) 850 hPa, (c) 500 hPa, (d) 300 hPa, (e) radar görüntüsü

4 Mart 2019 günü Antalya’da 500 hPa’da sıcaklık  $- 25^{\circ}\text{C}$ , yere en yakın seviyede olan 850 hPa’da yaklaşık  $4^{\circ}\text{C}$  iken yerde  $15^{\circ}\text{C}$  civarındadır. Yani yer ve yüksek seviye arasındaki sıcaklık farkı yaklaşık  $40^{\circ}\text{C}$ ’dir. Diğer modellere benzer şekilde Antalya’da deniz suyu sıcaklığının ( $18^{\circ}\text{C}$ ) hava sıcaklığından yüksek olması, kararsızlığın artmasıyla deniz üzerinde oluşan kümülönimbüs bulutları altında gelişen su hortumu oluşmuştur (Şekil 11e).

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Şiddetli hava olayları dünyanın pek çok yerinde can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Türkiye’de de son yıllarda yerleşim alanları ile onların yakın çevresinde gerçekleşen hortumlar, ciddi ekonomik kayıplar yanında can kayıplarına neden olmuştur. İnsanlar için bir tehdit oluşturması, bu aşırı hava olayını anlama çabasını doğurmuştur. Bu yüzden özellikle son yıllarda hortumla ilgili yapılan çalışma sayısı da artmıştır. Bu doğrultuda incelenen çalışmalar, hem hortum olaylarına hem de hortumlu günlerdeki sinoptik durumlara bakış açısını anlamak yönünden bu çalışmaya büyük katkı sağlamıştır. Ayrıca, bununla beraber hortumlu günlere dair sinoptik koşulların değerlendirilmesi ile hortumların birbirine benzeyen meteorolojik koşullarda oluştukları sonucuna ulaşılmıştır ve bu koşulların sinoptik meteorolojik analizlerle ortaya konması mümkündür. Örneğin Kolay vd., (2020), çalışmalarında yaptığı analizde 29 Kasım 2018 tarihinde Bodrum (Muğla)’da gerçekleşmiş hortum ve sel felaketinin yaşanmasında bölge üzerinden geçen oluğa bağlı sağanak hattının etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Yine Canpolat vd. (2021), çalışmalarında hortumların, kış aylarında yörede soğuk cephelerde gelişen kümülonimbus bulutlarına bağlı oluştuklarını tespit etmişlerdir. Bu amaçla daha genel bir sınıflama yapabilmek adına, Türkiye’de 2000-2020 yılları arasında gerçekleşmiş 520 hortum olayı ve 408 hortumlu günün meteorolojik verileri incelenmiş “Keskin Oluk”, “Yayvan Oluk” ve “Kapalı Sistem” olmak üzere 3 sinoptik tipe ayrılmıştır. Kısa sürede gelişip hızlı hareket ederek kuvvetli rüzgâr makaslaması ile birlikte ani ve şiddetli hava olaylarına neden olan keskin oluklar en fazla hortum üreten hâkim sinoptik tiptir. Bunu 500 hPa’da oluk içerisinde en az bir kapalı konturun varlığı ile karakterize edilen kapalı sistem takip ederken, keskin oluklara nispeten yavaş hareket eden, geniş alanları etkileyen yayvan oluklar ise en az hortum üreten sistemdir. Her biri farklı özellik göstermelerinin yanı sıra ülke genelinde bir dağılım düzeni vardır. Akdeniz ve Ege bölgelerinde keskin oluklar, en çok sonbahar ve kış aylarında aktif iken ilkbahar ve yaz mevsimlerinde zayıflar, dolayısıyla bunlara bağlı oluşan hortum sayıları azalmaktadır. Akdeniz Bölgesi’nde sonbahar-kış mevsimlerinde hortum sayılarındaki artışta Akdeniz üzerinden gelen, ülkenin güney ve batısını etkileyen siklonlar çok önemlidir (Flocas vd., 2010; Kahraman, 2021; Trigo vd., 1999; Trigo vd., 2002). Ege Denizi üzerinde de siklon gelişimi sanıldığı kadar nadir değildir. Yıl içerisinde en çok ekim ayından mayıs ayına kadar olan soğuk dönemde meydana geldiği görülmektedir (Flocas ve Karacostas, 1996: 53). Tüm bunlar hortumların oluşumuna büyük katkı sağlarlar. Ayrıca vakaların çoğunluğunda sonuçlarımıza benzer şekilde Ege Denizi üzerinde keskin oluk ve kapalı bir sistem bulunmaktadır (Flocas ve Karacostas, 1996:60). Karadeniz ve Marmara bölgelerinde ise oluk sistemlerine bağlı hortumların oluştuğu en yoğun mevsimler yaz ve sonbahardır. Sistemlerin gelişimindeki en önemli faktör yazın kuzeydoğu Avrupa üzerinden, sonbaharda Balkanlar üzerinden ve gelen siklonlardır. Bunlar genellikle soğuk cephelerle birlikte gelişirler (Kahraman, 2021). Hortumlar özellikle Karadeniz Bölgesi’nde yaz mevsiminde yayvan oluklara, sonbahar mevsiminde keskin oluklara bağlı oluşurken, kuzeyden sokulan jet rüzgarları ve artan deniz suyu sıcaklığı ile gelişen hortum sayısı daha fazladır. Ayrıca artan deniz suyu sıcaklıkları ile birlikte deniz ve kıyı alanlarında hortum sayılarında artış olacağı tahmin edilmektedir (Özen Bayraktar vd., 2023). Nitekim örnek olay günlerinden 1 Kasım 2019’da gerçekleşmiş hortum olayında da o gün deniz suyu sıcaklığı, hem ortalama deniz suyu sıcaklıklarının üzerinde hem de hava sıcaklığından yüksektir. Karasal bölgelerde durum biraz daha farklıdır. İlkbahar

başlangıcı olan mart ayından itibaren hortum sayılarında artış görülür ve en çok kapalı sistemlere bağlı olarak gelişirler. Sıcaklığın artmasıyla hızla ısınan kara yüzeyleri ve soğuk üst atmosfer kararsızlığı artırarak kümülonimbus bulutlarını oluşturur. Bu bulutlara bağlı hortumlar gelişirler. Bununla birlikte yazları Akdeniz üzerinden gelen bol nemli ve sıcak hava kuzeyden inen serin hava ile karşılaştığında da hortumlara neden olmaktadır (Özen Bayraktar ve Çiçek, 2022). Ayrıca Kahraman (2021)’a göre de mart ve haziran ayları arasında, özellikle de nisan ve mayıs ayları arasında meydana gelen şiddetli hava olaylarında Kuzey Afrika kökenli ve kuru Sahra hava kütlelerini içeren siklonların (CYAFR) katkısı büyüktür. Ülkemizi etkileyen 13 CYAFR vakasının tümü ülkenin iç kesimlerinde şiddetli hava koşullarıyla sonuçlanmıştır.

Genel olarak, Türkiye’de seracılık faaliyetlerinin yaygın olarak yapıldığı kıyı kesimlerde artan hortum vakaları, bu sektöre büyük darbe vurmasının yanı sıra yerleşim yerlerini ve ulaşımı olumsuz yönde etkilemektedir. Çünkü kısa sürede ve ani gelişen hortumların tahmini zor olmasının yanı sıra engellenmesi mümkün olmayan hava olayları arasındadır. Ancak hortum oluşumuna katkı sağlayacak koşullar ve sonuçlar değerlendirildiğinde mekânsal ve zamansal bir uyum söz konusudur.

Sonuçta detaylı incelenen olay günlerinden de anlaşılacağı üzere,

- Türkiye’yi etkileyen siklonlar hortumların gerçekleşme sayılarında ve zamanlarında büyük paya sahiptir.

- 500 hPa’daki oluğun keskin, yer cephesinin kuvvetli olması konvektif aktiviteyi artırırken kısa mesafelerde şiddetli gök gürültülü fırtına, sağanak yağış gibi hava olayları ile birlikte hortumlara neden olmaktadır.

- Kapalı sistemlerde, yaşanan kopma nedeniyle kuzeyden soğuk hava ile beslenemeyen sistemin hızının zayıflamasının yanı sıra deniz üzerinde yavaş hareket etmesi, nem kazanmasını sağlar. Bu da konvektif aktiviteyi artırırken hortumlara neden olmaktadır.

- Ayrıca bazı hortumlu günlerde deniz suyu sıcaklığının hava sıcaklığından yüksek olması da oldukça önemlidir. Çünkü, bu durum deniz üzerinden atmosfere, hızlı bir konverjans hareketi ile çok miktarda ısı ve nemin transfer edilmesine neden olarak kümülonimbus bulutlarını geliştirir. Böylece deniz üzerinde su hortumları oluşur.

Son olarak, Türkiye’de hortum olaylarına özgü belirlenen sinoptik modelleri ve bunların tehdit seviyelerini belirlemek, tahminçiler için hortum gelişimini ne zaman ve nerede arayacaklarına dair iyi bir fikir sağlar. Bunun yanında hortum oluşumu için bir araya gelen meteorolojik koşulların ön görülmesi, can ve mal kayıplarının önüne geçilmesine de imkân sağlayabilir. Çalışmada sunulan sinoptik analiz, gelecekteki çalışmalar için bir temel sağlayabilir. Niceliksel ve niteliksel bir hortum veri tabanının oluşturulması zorluk olmaya devam ederken, bazı adımların atılması adına daha fazla klimatolojik araştırmaya ihtiyaç vardır.

### **Teşekkür ve Bilgilendirme**

Bu çalışma, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Fiziki Coğrafya Ana Bilim Dalı’nda tamamlanmış “Türkiye’de Hortum Olaylarının Zamansal ve Mekânsal Analizi (2000-2020)” adlı doktora tezinden geliştirilerek üretilmiştir.



## Synoptic Pattern Classifications of Tornadoes in Turkey

Sema Özen Bayraktar\*<sup>a</sup>, İhsan Çiçek<sup>b</sup>

Submitted: 11.09.2023

Accepted: 23.10.2023

### EXTENDED ABSTRACT

#### 1. Introduction

Tornadoes are one of the severe weather events that occur in a narrow area and whose lifespan is limited to a few minutes. Severe weather events also fundamentally depend on mesoscale dynamics and interactions. Cyclones coming from the Central and Eastern Mediterranean, which are among the systems that affect Turkey the most, cause the development of severe weather events such as large-grain hail and tornadoes along with convective storms in Turkey (Kahraman, 2021:133). Tornadoes called “twisters” or “cyclones” are columns of air that rotate rapidly around the low pressure center. The rotational movement of this air column is seen from the cumulonimbus cloud as either a funnel cloud extending to the ground or a rotating cloud of dust and debris (Ahrens and Samson, 2011). However, tornadoes can form in front of rapidly advancing cold fronts due to cyclones, under the control of southwestern winds, along the instability zone where hot and cold air masses meet, and in unstable hot air with high humidity (Türkeş, 2021:98). According to Kahraman and Markowski's (2014) publication dated Gilbert (1823), the oldest record of tornadoes belongs to a tornado that took place in Çeşme in early December 1818. Although tornadoes can form throughout Turkey, the coasts are more suitable in terms of formation conditions. However, there is a spatial and seasonal distribution pattern of tornadoes that occurred in our country. According to this distribution pattern, tornadoes occur in January in the winter season on the Mediterranean and Aegean coasts, mostly due to cyclones affecting the regions; Along the Black Sea coast, they occur in July in summer and in September in autumn, while in the inland areas they occur in late spring and early summer (Özen Bayraktar and Çiçek, 2022).

There are studies analyzing the synoptic conditions on the days when tornadoes occurred (Canpolat et al., 2021; Coşkun and Aksoy, 2007; Kocatürk, 2012; Koç and Ünlüer, 2017; Kolay et al., 2020; Yurtseven, 2013). On the other hand, in various studies, atmospheric processes that can form tornadoes have been examined in long-term synoptic maps and it has been concluded that tornadoes occur in various synoptic situations. For example, Flocas and Karacostas (1996), in their study investigating the structure, behavior and synoptic characteristics of cyclogenesis developing in the

\* **Corresponding Author:** semaozen@aku.edu.tr

<sup>a</sup> Afyon Kocatepe University, Geography Department, Afyonkarahisar, Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-0239-3982>

<sup>b</sup> Ankara University, Faculty of Language, History and Geography, Geography Department, Ankara, Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-9000-2805>



Aegean Sea, cyclogenesis cases were divided into 6 categories. As a matter of fact, this classification was used in studies where synoptic evaluations of weather events such as hail and tornadoes were made (Mihajlović et al., 2016; Rauhala et al., 2012; Renko et al., 2016; Sioutas and Flocas, 2003; Sioutas and Keul, 2007; Sioutas, 2003; Sioutas, 2011). In his study, Kahraman (2021) focused on the synoptic environments of tornadoes and very large hail cases that developed due to supercells that occurred between 1979 and 2014.

In all studies, long-term synoptic situations that produce tornado activity were examined and common dominant characteristics were determined and categorized. This categorization will minimize the damage that may occur by increasing the consistency of tornado forecasts thanks to today's advanced analysis and research tools. In this direction, the study aims to increase the consistency of tornado forecasts by making a synoptic type classification by analyzing meteorological maps of tornadoes and tornado days that took place in Turkey between 2000 and 2020.

## **2. Methodology**

The tornado data used in the study, which occurred in Turkey between 2000 and 2020, was accessed from the "European Severe Weather Database (ESWD eswd.eu)". 562 data records belonging to the 21-year period were edited manually. Repeating days and times were checked, and coordinates were provided with Google Earth. As a result of the checks and verification, a total of 520 tornado events in Turkey between 2000 and 2020 were evaluated as usable, and 42 tornadoes were excluded from evaluation due to more than one repetition. The data set in the study consists of these 520 tornado events.

In order to determine the conditions responsible for the development of tornadoes in accordance with the purpose of the study, the synoptic conditions prevailing on tornado days need to be examined in detail. This process involves examining and sorting the meteorological data (equivalent geopotential height maps 850, 700, 500 and 300 hPa; satellite and radar images, ground maps) of the tornado days and hours closest to the event time, received from the Turkish State Meteorological Service (MGM), and then categorizing them. It consists of stages. However, this synoptic categorization is based primarily on the circulation type of the 500 hPa level and the location and orientation of trough and ridge axes in relation to surface features. Accordingly, a synoptic classification was made by examining 520 tornado events and 408 tornado days that took place in Turkey between 2000-2020. It is divided into 3 synoptic types: "Sharp Trough", "Spanning Trough" and "Closed System. Then, an event study of each synoptic type was examined in detail with synoptic maps.

## **3. Result**

There were 520 tornado events and 408 tornado days in Turkey between 2000 and 2020. According to the synoptic type classification; It was effective in 248 of the 520 tornado events in Turkey and on 196 days out of 408 tornadoes. In other words, it is the dominant synoptic type that produces the most tornadoes, accounting for 48% of both the number of tornadoes and the days with tornadoes. Broad gutters are gutter systems that move slower than sharp gutters and affect large areas. However, it is the system that produces the least number of tornadoes and occurs in 23% of the

number of tornadoes (121) and 24% of the tornado days (96). The closed system is the second most common type, accounting for 29% of the 151 tornado days and 28% of the 116 tornado days.

#### **4. Discussion**

In recent years, tornadoes that have occurred in residential areas and their immediate surroundings in Turkey have caused serious economic losses as well as loss of life. That's why the number of studies on tornadoes has increased, especially in recent years. By evaluating the synoptic conditions of tornado days, it has been concluded that tornadoes occur under similar meteorological conditions, and it is possible to reveal these conditions through synoptic meteorological analyses. For example, Kolay et al., (2020), in their analysis, concluded that the shower line connected to the gutter passing over the region was effective in the tornado and flood disaster that took place in Bodrum (Muğla) on November 29, 2018. Again, Canpolat et al. (2021) found in their study that tornadoes are formed due to cumulonimbus clouds that develop in cold fronts in the region during the winter months. For this purpose, in order to make a more general classification, the meteorological data of 520 tornado events and 408 tornado days that took place in Turkey between 2000-2020 were examined and divided into 3 synoptic types: "Sharp Trough", "Spanning Trough" and "Closed System". Sharp troughs that develop in a short time and move quickly, causing sudden and severe weather events with strong wind shear, are the dominant synoptic type that produces the most tornadoes. This is followed by a closed system at 500 hPa, characterized by the presence of at least one closed contour within the groove, while spanning trough, which move relatively slowly to sharp trough and affect large areas, are the systems that produce the least tornadoes. In addition to each of them showing different characteristics, they have a distribution pattern throughout the country. While sharp troughs in the Mediterranean and Aegean regions are most active in autumn and winter, they weaken in spring and summer, so the number of tornadoes formed due to them decreases. Cyclones coming from the Mediterranean and affecting the south and west of the country are very important in the increase in the number of cyclones in the autumn-winter seasons in the Mediterranean Region (Flocas et al., 2010; Kahraman, 2021; Trigo et al., 1999; Trigo et al., 2002). Cyclone development over the Aegean Sea is not as rare as it seems. It is observed that it occurs most during the cold period from October to May during the year (Flocas and Karacostas, 1996: 53). All of these contribute greatly to the formation of tornadoes. Additionally, in the majority of cases, there is a sharp trough and a closed system over the Aegean Sea, similar to our results (Flocas and Karacostas, 1996:60). In the Black Sea and Marmara regions, the busiest seasons when tornadoes connected to gutter systems occur are summer and autumn. The most important factor in the development of the systems is the cyclones that come over northeastern Europe in summer and over the Balkans in autumn. These usually develop together with cold fronts (Kahraman, 2021). While tornadoes are formed due to wide troughs in summer and sharp troughs in autumn, especially in the Black Sea Region, the number of tornadoes that develop with jet winds coming from the north and increasing sea water temperature is higher. In addition, it is estimated that there will be an increase in the number of tornadoes in sea and coastal areas with increasing sea water temperatures (Özen Bayraktar et al., 2023). The situation is slightly different in continental regions. There is an increase in the number of tornadoes starting from March, which is the beginning of spring, and they mostly develop in closed systems. As the temperature increases, rapidly

warming land surfaces and the cold upper atmosphere increase instability and form cumulonimbus clouds. Tornadoes develop attached to these clouds. However, when the humid and hot air coming from the Mediterranean in summer meets the cool air coming down from the north, it also causes tornadoes (Özen Bayraktar and Çiçek, 2022). In addition, according to Kahraman (2021), the contribution of cyclones (CYAFR) originating from North Africa and containing dry Saharan air mass is great in the severe weather events that occur between March and June, especially between April and May. All 13 cases of CYAFR affecting our country resulted in severe weather conditions in the interior of the country.

## 5. Conclusions

Tornadoes are among the weather events that develop in a short time and suddenly. Hence, it is not only difficult to predict, but also impossible to prevent. However, when the conditions contribute to the formation of tornadoes and results are evaluated, it is seen that there is a spatial and temporal harmony. According to this:

- Cyclones affecting Turkey have a large share in the number and timing of tornadoes.
- While the sharp trough at 500 hPa and the strong ground front increase convective activity, it causes tornadoes along with weather events such as severe thunderstorms and heavy rain in short distances.
- In closed systems, the speed of the system, which cannot be fed with cold air from the north due to the rupture, weakens, as well as its slow movement over the sea, allowing it to gain moisture. This increases convective activity and causes tornadoes.
- It is also very important that the sea water temperature is higher than the air temperature on some tornado days. Because this situation causes cumulonimbus clouds to be transferred over the sea to the atmosphere with a rapid convergence movement, causing a large amount of heat and moisture to be transferred. Thus, waterspout are formed on the sea.

Finally, identifying synoptic patterns and their threat levels specific to tornado events in Turkey provides forecasters a good idea of when and where to look for tornado development. While establishing a quantitative and qualitative tornado database remains a challenge, more climatological research is needed to take some steps forward. Put your results in perspective by comparing to other studies or generally accepted knowledge in the field. Criticise your own method and results, for example, with respect to the simplifications made.

## References/Referanslar

- Ahrens, C. D., Samson, P. (2011). *Extreme Weather and Climate, Chapter 12: Tornadoes*, Brooks/Cole, Cengage Learning, ISBN: 0495118575.
- Canpolat, E., Keserci, F., Döker, M. F. (2021). Finike ve Kumluca ovalarında yaşanan su hortumlarının oluşum süreçleri ve etkileri. *Türk Coğrafya Dergisi*, (77), 19- 36. doi: 10.17211/tcd.827607
- Coşkun, M., Aksoy, B. (2007). 19 Haziran 2004 Çubuk-Sünlü (Ankara) hortum olayı. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 12 (17), 203-22. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ataunidcd/issue/2442/31153> adresinden alınmıştır.
- Flocas, H.A., Karacostas, T.S. (1996). Cyclogenesis over the Aegean Sea: identification and synoptic categories. *Meteorological Applications*, (3), 53–61. doi: 10.1002/met.5060030106

- Flocas, H. A., Simmonds, I., Kouroutzoglou, J., Keay, K., Hatzaki, M., Bricolas, V., Asimakopoulos, D. (2010). On cyclonic tracks over the Eastern Mediterranean. *Journal of Climate*, (23), 5243–5257. doi: 10.1175/2010JCLI3426.1
- Gilbert. (1823). Von Wasserhosen und Erdtromben und ihrer verwüstenden Kraft, neuere Bemerkungen (On waterspouts and tornadoes and their devastating power, newer comments). *Annalen der Physik*. (Berlin), 73, 95–110. doi: 10.1002/andp.18230730108
- Kahraman, A., Markowski, P. M. (2014). Tornado climatology of Turkey. *Monthly Weather Review*, 142 (6), 2345–2352. doi: 10.1175/MWR-D-13-00364.1
- Kahraman, A. (2021). Synoptic climatology of supercell-type tornado and very large hail days in Turkey. *Weather*, (76) 129–134. doi: doi.org/10.1002/wea.3829
- Karaca, M., Deniz, A., Tayanç, M. (2000). Cyclone track variability over Turkey in association with regional climate. *International Journal of Climatology*, (20), 1225–1236. doi: 10.1002/1097-0088(200008)20:103.3.CO;2-T
- Kocatürk, O. (2012). The great storm and tornado incident in Istanbul (19 July 1914), *International Journal of Turcologia*, 7 (13), 27–37.
- Koç, İ., Ünlüler, M. (2017). 26 Kasım 2010 günü Muğla'nın Çallı köyünde meydana gelen hortum olayının incelenmesi. III. *Meteorolojik Uzaktan Algılama Sempozyumu*, Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- Kolay, O., Özdemir, E. T., Yetemen, Ö. (2020). Flash flood and tornado disaster in Bodrum: case study of november 29, 2018, *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 5 (4), 491–497. doi: 10.35229/jaes.759162
- Mihajlović, J., Ducić, V., Burić, D. (2016). Tornadoic waterspout event in Split (Croatia) analysis of meteorological environment. *Journal of the Geographical Institute Jovan Cvijic SASA*, 66 (2), 185–202. doi:10.2298/IJGI1602185M
- Özen Bayraktar, S., Çiçek, İ. (2022). Türkiye’de hortum olayları. *Journal of Social and Humanities Sciences Research*, 9 (86), 1604–1616. doi: 10.26450/jshsr.3202
- Özen Bayraktar, S., Çiçek, İ., Yılmaz, E. (2023). Türkiye’de etki alanlarına göre hortumlar. *Premium E-Journal of Social Science*, 7 (34), 1140–1151. doi: 10.5281/zenodo.8404891
- Rauhala, J., Brooks, H. E., Schultz, D. M. (2012). Tornado climatology of Finland. *Monthly Weather Review*, 140, 1446–1456. doi: 10.1175/MWR-D-11-00196.1
- Renko, T., Kuzmić, J., Šoljan, V., Mahovic, N.S. (2016). Waterspouts in the eastern Adriatic from 2001 to 2013. *Natural Hazards*, (82), 441–470. doi: 10.1007/s11069-016-2192-5
- Sioutas, M.V. (2003). Tornadoes and waterspouts in Greece. *Atmospheric Research*, 67– 68, 645–656. doi: 10.1016/S0169-8095(03)00078-4
- Sioutas, M.V. (2011). A tornado and waterspout climatology for Greece. *Atmospheric Research*, 100 (4), 344–356. doi: 10.1016/j.atmosres.2010.08.011
- Sioutas, M.V., Flocas, H.A. (2003). Hailstorms in northern Greece: Synoptic and thermodynamic environment. *Theoretical and Applied Climatology*, (75), 189–202. doi:10.1007/s00704-003-0734-8
- Sioutas, M.V., Keul A.G. (2007). Waterspouts of the Adriatic, Ionian and Aegean Sea and their meteorological environment. *Atmospheric Research*, (83), 542–557. doi: 10.1016/j.atmosres.2005.08.009
- Trigo, I.F., Bigg G.R., Davies T.D. (2002). Climatology of cyclogenesis mechanisms in the Mediterranean. *Monthly Weather Review*, (130), 549–569. doi: 10.1175/1520-0493(2002)130<0549:COCMIT>2.0.CO;2
- Trigo, I.F., Davies T.D., Bigg, G.R. (1999). Objective climatology of cyclones in the Mediterranean region. *Journal of Climate*, (12), 1685–1696. doi: 10.1175/1520-0442(1999)012<1685:OCOCIT>2.0.CO;2
- Türkeş, M. (1998). Influence of geopotential heights, cyclone frequency and Southern oscillation on rainfall variations in Turkey. *International Journal of Climatology*, (18), 649–680. doi:10.1002/(SICI)1097-0088(199805)18:6<649::AID-JOC269>3.0.CO;2-3
- Türkeş, M. (2021). Türkiye’de hortumlar artıyor mu?, *EKOİQ*, (Mart) 96-101. <https://www.researchgate.net/publication/350020864> adresinden alınmıştır.
- Yurtseven, M. (2013). “Gelişmiş-V” Yapılı Oranj Fırtına Modeli Olarak Elâzığ-Maden Hortumu. Ankara: Meteoroloji Genel Müdürlüğü Yayınları.



# Evrimsel Ekonomik Coğrafya Perspektifinden Türkiye’de Bölgelerin İlişkili Çeşitlilik Dinamiklerine Yönelik Ampirik Bir Analiz

*An empirical analysis on the related variety dynamics of regions in Turkey from the perspective of evolutionary economic geography*

Leventcan Gültekin<sup>a</sup>, Nuri Yavan<sup>\*b</sup>, Zühal Kurul<sup>c</sup>

## Makale Bilgisi

Araştırma Makalesi

DOI:

10.33688/aucbd.1354132

Makale Geçmişi:

Geliş: 01.09.2023

Kabul: 11.10.2023

Anahtar Kelimeler:

Evrimsel ekonomik coğrafya

Bölgesel çeşitlenme

İlişkili çeşitlilik

İlişkisiz çeşitlilik

Bölgesel dallanma

Bölgesel kalkınma

## Article Info

Research Article

DOI:

10.33688/aucbd.1354132

Article History:

Received: 01.09.2023

Accepted: 11.10.2023

Keywords:

Evolutionary economic geography

Regional diversification

Related variety

Unrelated variety

Regional branching

Regional development

## Öz

İlişkiler ve bölgesel çeşitlenme konusu son 15 yılda ekonomik coğrafya ve bölgesel kalkınma alanında en çok tartışılan konuların başında gelmektedir. Bu iki kavram, bir yandan bölgelerin büyümesinin ve farklı ekonomik faaliyetlere çeşitlenmesinin kaynaklarını açıklarken, öbür yandan endüstriyel gelişmenin bölgelerde nasıl ortaya çıktığını ve zaman içerisinde nasıl değiştiğini ve dallandığını ortaya koymaktadır. Bu kapsamda çalışma evrimsel ekonomik coğrafya literatüründe ön plana çıkan ilişkiler konsepti bağlamında Türkiye’de illerin ilişkili çeşitlilik ve bölgesel çeşitlenme dinamiklerinin incelenmesini amaçlamaktadır. 2012-2017 döneminde illere ait ürün bazında ihracat verilerinin kullanıldığı çalışmada entropi yöntemiyle ilişkili ve ilişkisiz çeşitlilik endeksleri hesaplanmıştır. Analiz sonuçlarına göre ilişkili ve ilişkisiz çeşitlilik değerleri bakımından iller arasında önemli heterojenlik gözlemlenmekle birlikte metropollerin hem ilişkili hem de ilişkisiz çeşitlilik bakımından yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca bölgelerin ihracat portföyünün çeşitlenme karakteristiği incelendiğinde, illerin ağırlıkla mevcut üretken yapısı ile ilişkili ürünlere doğru çeşitlenme eğilimi olduğuna yönelik ampirik bulgular elde edilmiştir. Çalışmanın sonuçları, Türkiye’nin bölgesel kalkınma politikası ve akıllı uzmanlaşma stratejileri için önemli ipuçları sağlamaktadır.

## Abstract

Relatedness and regional diversification have been among the most debated topics in economic geography and regional development over the last 15 years. These two concepts, on the one hand, explain the sources of the growth and diversification of regional economic activities, and on the other hand, they explain how industrial development emerges and how it changes and branching out spatially over time. This study aims to examine the related variety and regional diversification dynamics of provinces in Turkey in the context of the relatedness. Using provincial product-based export data for the period 2012-2017, the related and unrelated diversification indices based on the entropy measure are calculated for the export portfolio of provinces. The results of analysis reveal significant heterogeneity across provinces and prove that metropolitan cities have higher values in terms of both related and unrelated diversity. Additionally, the evidences of diversification analysis show that provinces tend to diversify towards products that are predominantly related to their current productive structure. The results provide important implications for Türkiye’s regional development policy and smart specialization strategies.

\*Sorumlu Yazar: nuri.yavan@ankara.edu.tr

<sup>a</sup>Hacettepe University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics, Ankara/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0003-3177-1345>

<sup>b</sup>Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Ankara/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-6752-6598>

<sup>c</sup>Hacettepe University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics, Ankara/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0001-9677-8260>

## 1. Giriş

Bölge ekonomilerinde sektörel açıdan uzmanlaşmış mı yoksa çeşitlenmiş bir yapının mı daha faydalı olduğu konusu ekonomik coğrafya literatüründe oldukça uzun zamandır tartışılan bir konudur (Aitchison, 1984; Attaran, 1986; Bathelt ve Storper, 2023; Conkling, 1963; Gratton, 1979; Isard, 1960; Kemeny ve Storper, 2015; Marshall, 1975; Martin, 2015; 2016; Martin vd., 2016; Parr, 1965; Rodgers, 1957; Scott, 1988; Storper ve Walker, 1989; Storper, 2013; Storper vd., 2016; Van Oort, 2015). Uzmanlaşma ve çeşitlenme üzerine olan tartışma genellikle bu iki farklı sektörel yapının yaratacağı birbirinden farklı nitelikteki pozitif dışsallıklar üzerine olmuştur. Uzmanlaşma ile sağlanacak dışsallıklar, literatürde bazen “yerleşme ekonomileri” adıyla kavramsallaştırılırken (Yavan, 2006) kimi zamanda daha geniş ve dinamik bir tanımlama ile “Marshall-Arrow-Romer (MAR) dışsallıkları” olarak adlandırılmıştır (Rosenthal ve Strange, 2004)<sup>1</sup>. MAR dışsallıkları, temelinde belirli bir alanda bir endüstrinin yoğunlaşmasının firmalar arası bilgi yayılımını ve o endüstri içindeki yenilikçi aktiviteyi teşvik etmesini ifade etmektedir. Sektörel uzmanlaşma ile beraber coğrafi yakınlığın sağladığı avantajla özellikle örtük nitelikli bilginin alışverişi ve firmalar arası işgücü transferi kolaylaşmakta, bu da bölge içi bilgi yayılımını artırmaktadır.

Bölgedeki endüstriyel yapının çeşitliliğinden sağlanacak dışsallıkları ifade eden “Jacobs dışsallıkları” ise yerel endüstriyel çeşitliliğin firmalar arasında bilgi yayılımını olumlu etkilediğini öne sürmektedir. Çeşitlilik yapısı, farklı fikirlerin etkileşimi suretiyle yeni fikirlerin yaratılmasına olanak sağlamakta, bu da bir endüstride var olan fikir ve uygulamaların diğer endüstrilere taklit ve adaptasyon yoluyla transferini mümkün kılmaktadır. Jacobs (1969)’a göre yenilikçi aktivitenin genellikle çeşitlenmiş kent ekonomilerinde gözlemlenmesinin temel sebebi; kentteki ekonomik çeşitliliğin emeğin iş bölümünde derin bir uzmanlaşmaya olanak vermesi ile ilgilidir. Ancak burada bahsedilen uzmanlaşma, etkisini verimlilik kanalıyla göstermemektedir. Daha ziyade, büyük kentlerde farklı alan ve becerilerde uzmanlaşmış emeğin varlığı, farklı bilgi ve fikirlerin yeniden birleştirilmesi sonucu ortaya çıkacak bir yenilikçiliği teşvik etmektedir (Puga, 2010).

Öte yandan Jacobs dışsallıkları kapsamında bazen onunla özdeş olarak görülen bazen de onun bir türevi olarak tanımlanan “kentleşme ekonomileri”<sup>2</sup> ise bir bölgedeki sektörden veya sanayi yapısından bağımsız olarak şehrin sağladığı büyüklük nedeniyle firmalar dışındaki çok sayıda kurumun, hizmetin ve aktörün kentte bulunması ve yoğunlaşması sonucu ortaya çıkan yığılma ekonomileridir (Yavan, 2006). Kentin büyüklüğü ve yoğunluğundan kaynaklanan ve dolayısıyla büyüklüğün yarattığı imkanlar sayesinde içinde yer alan tüm firmalara dışsallık sağlayan kentleşme ekonomileri, bir yandan sahip olduğu ölçeğin yarattığı tüketim dinamikleri ve çeşitlendirilmiş pazar yapısı nedeniyle öbür yandan örtük bilginin üretimini, kullanımını ve özümsemesini destekleyecek çeşitlikte üniversiteleri ve araştırma kurumlarını barındırması nedeniyle yeniliğe ve bölgesel büyümeye katkıda bulunmaktadır.

Glaeser vd. (1992)’nin öncül çalışmasını takiben MAR ve Jacobs dışsallıklarının sağladığı bilgi yayılımı etkilerini test etmek üzere kent ekonomisi ve ekonomik coğrafya literatüründe birçok ampirik çalışma gerçekleştirilmiş olup (Caragliu vd., 2016; Combes, 2000; Duranton ve Puga, 2000; Ejermo, 2005; Farhauer ve Kröll, 2011; Mameli vd., 2008; van der Panne, 2004) elde edilen

sonuçlarda uzmanlaşma ve çeşitlenme değişkenlerinin tanımlanma biçimine bağlı olarak farklı sonuçlarla karşılaşmıştır. Bu konudaki ampirik makalelerin bulgularına yönelik gerçekleştirilen çeşitli meta analiz çalışmaları, uzmanlaşma ve çeşitlilik yapısının etkileri bakımından çalışmalar arasında önemli tutarsızlıklar tespit etmiştir (Beaudry ve Schiffauerova, 2009; De Groot vd., 2009; Henderson vd., 1995; 2016). Ayrıca hem MAR dışsallıklarına dayanan uzmanlaşma/kümelenme (yeni ekonomik coğrafya yaklaşımı) teorileri hem de Jacobs’un dışsallıklarına dayalı çeşitlilik (kent ekonomisi yaklaşımı) teorileri, bilginin transfer ve taşma/yayıma mekanizmalarını kavrama ve ölçme de önemli sınırlılıklara sahip olmasına rağmen kurumsal ve evrimsel ekonomik coğrafya yaklaşımlarının sağladığı açılım ve olanakları göz ardı etme eğilimleri nedeniyle eleştirilmiştir (Van Oort, 2015; Whittle ve Kogler, 2019).

Uzmanlaşmanın mı yoksa çeşitlenmenin mi bir bölgedeki sanayinin gelişimine ve bölgelerin büyümesine yol açtığı tartışmaları devam ederken, Frenken vd. (2007), uzun süredir tartışılan hangi tip yığılmanın (MAR veya Jacobs tipi dışsallıklar) bölgelerin ekonomik büyümesine en yüksek oranda katkı sağlayacağı sorusuna oldukça yenilikçi ve aynı zamanda Evrimsel Ekonomik Coğrafya (EEC) bakış açısıyla yanıt vererek “ilişkili ve ilişkisiz çeşitlilik” kavramlarını ortaya atmışlardır. Frenken vd. (2007) temelde literatürde yerleşik olan iki kavramı (uzmanlaşma<sup>3</sup>=MAR ve çeşitlenme=Jacobs) içsel olarak “çeşitlendirilmiş uzmanlaşma”nın belirli bir biçimi olarak “ilişkili çeşitlilik” (related variety) nosyonunda birleştirerek (Bathelt ve Storper, 2023:4) ekonomik coğrafya ve bölgesel iktisat alanındaki mevcut tartışmaya hem yeni bir açılım hem de yeni bir araştırma gündemi getirmişlerdir.

Bu noktada EEC içerisinde Frenken vd. (2007) ile başlayan ve gelişen literatür, Jacobs dışsallıklarının yeniden değerlendirilmesi sonucu bölgesel büyüme için en önemli olan hususun bir bölgede teknolojik olarak ilişkili sektörlerin/endüstrilerin varlığı/yüksekliği olduğunu (yani bir bölgede ilişkili çeşitlilik ne kadar yüksekse, bölgesel büyüme o kadar yüksek olur hipotezini) ortaya koyarak ilgili literatürün bilgi yayılımı-yenilik-öğrenme ve ilişkili çeşitlilik üzerinden gelişmesine neden olmuştur. Buna göre geçtiğimiz 15 yıl içerisinde ekonomik coğrafya literatürü içerisinde giderek daha fazla yer alan ilişkililik konusu bölge içerisinde bulunan firmaların bilgi ve yeteneklerinin birbirine benzerliği ve bu firmalar arasındaki bilişsel yakınlığa bağlı olarak farklı nitelikte bilgi yayılımı etkilerinin ön plana çıkabileceğini öne sürmüştür.

Bu bağlamda EEC literatüründe bölgesel (ekonomik) çeşitlilik konusu birbirini tamamlayan iki yaklaşımla ele alınmaktadır. Bunlardan birincisi “ilişkili çeşitlilik” iken, ikincisi “ilişkisiz çeşitlilik” kavramıdır. Bu iki kavram, büyüme ve yenilikçilik üzerinde yaratabileceği etkiler bakımından farklı şekilde yorumlanmaktadır. Bunlardan ilki olan ilişkili çeşitlilik (Related Variety) kavramı, bölge ekonomileri içerisindeki ekonomik faaliyetlerin birbiriyle ilişkili, benzer girdi ve yetenek kullanan veya talep eden endüstrilerden oluştuğu durumu nitelemektedir. Buna göre, ilişkili çeşitliliğin genellikle bölge içerisindeki firmaların birbiri arasındaki öğrenme sürecini kolaylaştırdığı ve bu durumun yenilikçi aktiviteyi teşvik ettiği öne sürülmüştür. Nitekim, Frenken vd. (2007), Boschma ve Immarrino (2009), Castaldi vd. (2015) bölgelerdeki ilişkili çeşitliliğin büyümeyi ve yenilikçi aktiviteyi olumlu etkilediğine yönelik bulgular elde etmişlerdir. Buna göre, yenilikçiliğe etkisi bakımından ilişkili çeşitliliğin var olan bilgi ve fikirlerin yeniden kombine edilmesine olanak sağladığı, bu bakımından artımlı yenilikçilik (incremental innovation) faaliyetlerini olumlu

etkilediğine vurgu yapılmıştır. İlişkili çeşitliliğin kendisinin oluşumuna dinamik yönden bakıldığında ise, bölgede yeni ekonomik faaliyetlerin oluşumunda da ilişkililiğin önemli rolü bulunmaktadır. Yapılan çalışmalar bölgelerdeki çeşitlenmenin mevcut endüstriyel altyapı ile görece daha ilişkili olan ürünlere doğru gerçekleştiğini ortaya koymaktadır (Neffke vd., 2011; Bahar vd., 2014; Essleztbichler, 2015).

İlişkisiz çeşitlilik (unrelated variety) durumu ise bölgedeki faaliyet veya yeteneklerin birbirinden ilişkisiz olduğu bir çeşitlilik durumunu ifade etmektedir. Her ne kadar genel anlamda yenilikçilik ve büyüme üzerinde ilişkili çeşitliliğin daha olumlu etkisi olduğu kabul edilse de (Boschma, 2017), ilişkisiz çeşitliliğin de bazı durumlarda radikal nitelikteki yenilikçi aktivitenin oluşumuna zemin hazırlayabileceği literatürde tartışılmaktadır. Keza, ilk aşamada birbiriyle görece ilgisiz nitelikteki bilgi ve uygulama alanları bir şekilde kombine edilebilirse çığır açıcı nitelikteki buluşlar ve yenilikçi ekonomik faaliyetlerin oluşumuna sebep olabilmektedir. Castaldi vd. (2015), patent verileri üzerinden gerçekleştirdikleri çalışmada ABD eyaletlerindeki genel yenilikçilik performansına ilişkili çeşitliliğin daha olumlu etkide bulunduğunu ancak radikal yenilikçiliğe dayanan buluşlarda ilişkisiz çeşitliliğin daha olumlu etki sunduğunu ortaya koymuşlardır. Bunun yanı sıra bölgedeki ilişkisiz çeşitlilik, yarattığı portfolyo etkisi yoluyla kriz dönemlerindeki işsizlik artışını sınırlayabilmektedir (Frenken vd., 2007).

Frenken vd.'nin (2007) Hollanda bölgelerindeki ilişkili ve ilişkisiz çeşitliliğin büyüme ve istihdama etkisini inceleyen öncü çalışmasından sonra, ilişkili çeşitlilik nosyonu diğer ülkelerin bölgeleri (ör. ABD, İtalya, İngiltere, İspanya, Çin, Finlandiya, Almanya, Polonya vb.) üzerine yapılan ampirik çalışmalarla da test edilmiştir. İlişkili ve ilişkisiz çeşitlilik üzerine ekonomik coğrafya literatüründe yer alan tüm ampirik çalışmaların ayrıntılı bir değerlendirmesi Content ve Frenken (2016) ile Whittle ve Kogler (2019) ve Bathelt ve Storper (2023)'de bulunabilir. Türkiye'de sanayinin hem bölgesel uzmanlaşma düzeyini hem de kısmen coğrafi çeşitlenme dinamiklerini ele alan çok sayıda çalışma bulunmakla birlikte (ör. Eser ve Köse, 2005; Falcıoğlu ve Akgüngör, 2008; Gezici Korten ve Elburz, 2018; Kaygalak, 2018; Yaman ve Sungur, 2021; Yavan ve Şahin, 2014), sözkonusu bu çalışmalar eski geleneği izleyen (Frenken vd., 2007 öncesi) ve meseleyi klasik uzmanlaşma/çeşitlenme tartışmaları çerçevesinde genel/kaba sektörel düzeyde (2 dijit kırılım) çeşitli endeksler kullanarak analiz eden dolayısıyla yukarıda bahsedilen ilişkili ve ilişkisiz çeşitlilik perspektifine sahip olmayan çalışmalardır. Dolayısıyla Türkiye'de konuyu, bu çalışmada olduğu gibi, EEC bakış açısıyla son 15 yılda gelişen ilişkili çeşitlilik (related variety) veya diğer adıyla bölgesel çeşitlenme (regional diversification) kavramsallaştırması ve metodolojisi çerçevesinde detaylı çözümlükte (dijit 4) sofistike yöntemlerle ele alan çok az sayıda araştırma bulunmaktadır. İlişkili ve ilişkisiz çeşitlilik konusunda Frenken vd. (2007)'nin yaklaşımını takip ederek yapan az sayıdaki çalışmalardan biri Falcıoğlu (2011) tarafından Türkiye'nin 26 düzey 2 bölgesi için yapılmış ve ilişkili çeşitlilik ile bölgesel işgücü verimliliği arasında pozitif bir ilişki bulmuştur. Akgüngör vd. (2013) ise 81 il bazında yaptıkları çalışmada ilişkili çeşitlilik ve GSYİH büyümesi arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulurken, ilişkisiz çeşitlilik ile pozitif ancak anlamsız bir ilişki bulmuştur. Öte yandan Türkiye bölgelerindeki patent başvurularını kullanarak yaptıkları betimsel analizde Abay vd. (2021) bölgelerin ilişkililik yoğunluğunun dengesiz bir mekansal dağılım gösterdiğini bulurken, ekonometrik



analizlerinde ilişkili çeşitliliğin bölgelerin yenilikçilik düzeyi ile pozitif ve anlamlı şekilde ilişkili olduğunu (Akgüngör ve Abay, 2023) ortaya koymuşlardır. Lo Turco ve Maggioni (2019) Türkiye’de illerde yeni üretim alanlarının çıkış dinamiklerini incelemiştir. Çalışmalarının ampirik bulguları, illerde belirli bir yeni üretim alanlarının ortaya çıkma olasılığını illerde bulunan yabancı menşeli firmaların üretim alanına teknolojik olarak yakınlığın olumlu olarak etkilediğine işaret etmektedir. Son olarak Çınar (2023a) ise Türkiye’nin 26 Düzey-2 bölgesi bazında ilişkili ve ilişkisiz çeşitlilik ile gelir dağılımı arasındaki ilişkiyi incelemiş ve ilişkili çeşitlilik ile gelir dağılımı arasında anlamlı bir ilişki bulmazken, ilişkisiz çeşitliliğin portföy etkisi nedeniyle ülkenin gelişmiş batı bölgelerinde gelir dağılımını pozitif etkilediğini ortaya koymuştur. Diğer çalışmasında da Çınar (2023b), Türkiye’nin 26 Düzey-2 bölgesi için bölgesel kalkınma tuzağı durumu ve ilişkili çeşitlilik arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Ampirik sonuçlar; ilişkili çeşitliliğin bölge kalkınma tuzağı ile arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif bir ilişki bulunduğunu, ilişkisiz çeşitlilik ile bölgesel kalkınma tuzağı arasında anlamlı bir ilişki bulunmadığını göstermiştir.

Türkiye için yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, bölgelerin ilişkili ve ilişkisiz çeşitlilik durumları ile temel bölgesel büyüme/kalkınma göstergeleri arasındaki ilişkinin bir çok boyutunun henüz incelenmediği, buna ilave olarak bölgelerin ihracat performansı ile ilişkili ve ilişkisiz çeşitlilik arasındaki ilişkinin de göz ardı edildiği görülmektedir. Bu bağlamda bu çalışma, EEC paradigması çerçevesinde geliştirilen ilişkili çeşitlilik/çeşitlenme yaklaşımlarına odaklanarak Türkiye’de illerin ihracat portföy yapısının zaman içerisindeki değişimini incelemek suretiyle Türkiye’ye yönelik kısıtlı literatüre önemli bir katkı sağlamaktadır. Bu doğrultuda öncelikle Türkiye’deki illerin ihracat ürünlerinin ilişkili çeşitlilik ve ilişkisiz çeşitlilik düzeyleri Frenken vd. (2007) tarafından geliştirilen entropi endeksleri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamalara ek olarak 2012-2017 arası dönemde Türkiye’deki illerin ihracat portföyüne ürün girişlerinin ne kadarlık bir kısmının ilişkili ürünlerden oluştuğu araştırılmıştır. Bu bağlamda çalışma beş bölüme ayrılmıştır. Araştırmanın kapsamı, amacı ve gerekçesi ilk bölümde sunulmaktadır. Çalışmanın ikinci bölümü, ekonomik coğrafya literatüründeki ilişkili ve ilişkisiz çeşitlilik kavramlarını teorik ve ampirik olarak analiz eden araştırmaları incelemektedir. Çalışmanın üçüncü bölümü araştırmada kullanılan veri setini ve çalışmanın yöntemini açıklamakta, dördüncü bölümü ise analiz sonuçlarını ortaya koymaktadır. Çalışmanın sonuç bölümü elde edilen bulgular ışığında genel bir değerlendirme ve öneriler sunmaktadır.

## **2. İlişkili ve İlişkisiz Çeşitlilik Kavramları İle İlgili Ampirik Literatürün Değerlendirmesi**

Son yıllarda EEC literatüründe MAR ve Jacobs dışsallıklarının etkilerini inceleyen çalışmalar, bölgelerdeki uzmanlaşmayı ve çeşitliliği geleneksel göstergelerle değerlendirmenin bölgelerin ve endüstri bileşiminin önemli niteliklerini gözden kaçırdığını öne sürmektedir (Neffke vd., 2011; van Oort vd., 2015; Whittle ve Kogler, 2019). Keza, bölgedeki çeşitli ekonomik faaliyetlerin birbiri ile ilişkili olup olmamasının bölgelerin kalkınması ve geleceği açısından büyük önemi bulunmaktadır. Çünkü EEC literatürü, bölgesel büyüme ve kalkınmanın temelini bölgelerin sahip olduğu yerleşmiş varlıklara, mevcut bilgi tabanlarına ve yerel yetkinliklere güçlü şekilde bağlı olduğunu ileri sürerek bölgelerin yeni ekonomik faaliyetlere girmesinin (yeni yol yaratılması, mevcut endüstrilerin

dallanabilmesi ve yükseltilmesi, yeni firma/ sektör doğumu vb.) ve dolayısıyla bölgesel ekonomik kalkınmanın sağlanmasının hem yol bağımlılığı mekanizması ile hem de bölgelerin mevcut faaliyet alanlarıyla yakından ilişkili ürün, sektör veya teknolojilere doğru çeşitlenmesi suretiyle mümkün olduğunu ortaya koymaktadır (Bathelt ve Storper, 2023; Boschma, 2017; Kaygalak, 2020; Martin ve Sunley, 2006).

İlişkili çeşitlilik yaklaşımı temel olarak bölgedeki ekonomik faaliyetlerin birbirine benzer bilgi ve yetenekler gerektirdiği durumda bölge içi öğrenmenin ve bilgi yayılımının daha kolay gerçekleşeceğini öne sürmektedir (Boschma ve Immarino, 2009; Frenken vd., 2007). Ekonomik coğrafyada bölgelerin endüstriyel çeşitliliğine dair ilk çalışmalar 1950'lere kadar geri gitmesine rağmen (Aitchison, 1984; Attaran, 1986; Conkling, 1963; Gratton, 1979; Marshall, 1975; Parr, 1965; Rodgers, 1957), Frenken vd. (2007) yaptıkları öncü çalışma ile endüstriyel çeşitlilik konusunu "ilişkili çeşitlilik" ve "ilişkisiz çeşitlilik" şeklinde ilk kez ekonomik coğrafya gündemine getirmişlerdir. Çalışmalarında hem ilişkili ve ilişkisiz çeşitliliği kavramsal olarak ortaya koymuşlar hem de bu iki kavramın ampirik ölçümüne yönelik yöntem geliştirmişlerdir. Çalışmaya göre ilişkili çeşitliliğin bölgelerin istihdam artışı üzerinde oldukça önemli bir etkisi varken, verimlilik artışı üzerinde negatif ancak önemli bir etkisi bulunmaktadır. Buna karşın, ilişkisiz çeşitliliğin bölgelerin hem istihdam hem de verimlilik üzerindeki etkisi negatif ve önemsizdir. Dolayısıyla yazarlar 1996-2002 arasında Hollanda'nın 40 Düzey-3 bölgesini ampirik olarak analiz ettikleri çalışmalarında ilişkili çeşitliliğin bölge içi öğrenme ve bilgi yayılımını olumlu etkilediğini tespit etmişlerdir. Literatürdeki takip eden diğer çalışmalar da ilişkili çeşitliliğin büyüme ve yeniliğe etkisi bakımından benzer bulgulara ulaşmıştır (Boschma ve Immarino, 2009; Boschma vd., 2012; Castaldi vd., 2015; van Oort vd., 2015).

İlişkili çeşitlilik alanında yapılan çalışmalar, salt çeşitlilik yapısının bilgi yayılımının gerçekleşmesi için yeter koşul olmadığını öne sürmüştür (Boschma ve Frenken, 2011). Bölge içerisindeki firmalar arasındaki bilgi alışverişinden kaynaklanacak bilgi yayılımının gerçekleşebilmesi için firmalar arasında belirli yönlerden "yakınlık" olması gerekmektedir. Boschma (2005) bu yakınlık türlerini, coğrafi, bilişsel, sosyal, kurumsal ve organizasyonel yakınlık olarak sınıflandırmaktadır. Bu yakınlık türlerinden özellikle bilişsel yakınlık boyutu, yenilikçiliğe yönelik ekonomik coğrafya literatüründe en dikkat çeken konulardan birisidir.

Cohen ve Levinthal (1990)'a göre bilginin örtük karakteristiği gereği, firmalar elde ettikleri dış bilgiyi ancak mevcut bilgi ve yetenekleri ile bir ölçüde benzer ve ilişkili olduğu durumda özümseyebilmekte ve içselleştirebilmektedir. Bölgede yer alan firmaların faaliyet alanları ve sahip olduğu yetenekler bazında konu değerlendirildiğinde salt çeşitliliğin varlığı, efektif bilgi alışverişi ve yayılımı için yeterli bir koşul değildir (Content ve Frenken, 2016; Frenken vd., 2007). Çünkü çeşitli sebeplerden ötürü birbiriyle bağlantı kurulması zor olan birçok ürün ve teknoloji bulunmaktadır. Bu bağlamda yenilik ve öğrenmenin gerçekleşmesi için endüstriler arasında ilişkililik olması önemlidir. İlişkili çeşitlilik sayesinde birbirinden farklı aktörler arasında bilgi aktarımı daha etkin işleyebilmekte, farklı fikir ve uygulamaların yeniden birleştirilebilmesi sonucu oluşacak sinerji bölgesel büyümeyi olumlu etkilemektedir (Boschma ve Immarino, 2009; Boschma vd., 2017b).

Belirli ürün veya endüstrilerin birbiriyle ilişkili olmasını sağlayan işgücü akışları, benzer tedarikçi ve müşteri gereksinimleri, yayılım etkisi gibi çeşitli bilgi alışverişi kanalları/mekanizmaları bulunmaktadır. Boschma ve Frenken (2011) bu mekanizmaları özetle; (1) üretici-kullanıcı ilişkileri, (2) üretim sistemlerindeki bağımlılık, (3) teknolojik tamamlayıcılık ve (4) ortak teknolojiye dayanma olarak nitelendirmiştir. Aktörler arasındaki coğrafi yakınlık temelde bu alışveriş sürecini kolaylaştırmaktadır. Şehirlerin daha nitelikli emek havuzuna sahip olması, gerek firma performansını gerekse bölgesel büyümeyi olumlu şekilde etkilemektedir (Puga, 2010). Ayrıca, bilgi yayılımı bakımından teknolojik olarak ilişkili olan endüstriler arasındaki bilgi yayılımının tek bir endüstri içinde veya birbiri ile teknolojik açıdan ilişkisiz endüstrilere kıyasla daha fazla olacağı öngörülmektedir (Castaldi vd., 2015).

Bazı araştırmacılar ilişkili çeşitlilikten kaynaklı dışsallıkların yenilikçilik üzerindeki etkisinin optimal bilişsel yakınlık (Nooteboom, 2000) konsepti çerçevesinde yorumlanması gerektiğine dikkat çekmiştir (Boschma, 2005; Frenken vd., 2007). Optimal Bilişsel Yakınlık konseptine göre firma veya bölge ölçeğinde etkin bir öğrenme ve yeniliğin gerçekleşebilmesi için birimin içerisinde yer alan aktörler arasında belirli derecede bir bilişsel yakınlığın olması gerekmektedir (Cohen ve Levinthal, 1990). Bölge içerisinde aktörler arasındaki bilgi ve yetenekler bakımından bilişsel mesafe yüksek olduğunda bölgede yenilikçi aktivitenin düşük seviyede olması beklenmektedir. Bu yüzden aktörler arasında bilişsel yakınlığın artması, öğrenme sürecini olumlu etkilemekte ve bu da bölgede yenilikçi aktiviteyi artırmaktadır (Nooteboom vd., 2007). Birbirinden farklı ancak belirli ölçüde yakın ve ilişkili bilgi ve bakış açılarına sahip aktörler etkileşime girdiklerinde, farklı yetenek ve bilgiler arasında köprü kurulabilmekte ve daha geniş bir bilgi havuzu oluşturulabilmektedir. Ancak aktörler arasında bilişsel yakınlığın optimal seviyenin çok daha üzerinde olduğu durumlarda (yani birbirine çok benzer faaliyetlerin yapıldığı durumda) ise birbirine çok benzer bilgi ve yetenekler olacağından ötürü etkin bir öğrenme süreci gerçekleşmeyecektir. Bilişsel yakınlık kavramını bölgesel çeşitlilik ile birlikte değerlendirdiğimizde çeşitlilik ve yenilikçilik arasında ters U şeklinde bir ilişki olabileceği öne sürülebilir (Nooteboom vd., 2007).

Görüldüğü gibi bir bölgede bilgi yayılımının gerçekleşmesi bakımından ilişkili çeşitliliğin olması çok daha kritik ve önemlidir. Çünkü salt çeşitliliğin olduğu durumda aktörler arasında etkili bilgi alışverişinin gerçekleşmesine olanak verecek bilişsel yakınlık olmayabilir. Benzer şekilde yine bir bölgede çok fazla uzmanlaşma olması durumunda çok yüksek bilişsel yakınlık olacağından ötürü yenilikçi fikirlerin ortaya çıkmasına olanak verecek ortam oluşmayacaktır (Boschma ve Frenken, 2011). Buna göre, sadece çok az değil, aynı zamanda çok fazla yakınlık da etkileşimli öğrenme ve yenilik için zararlı olabilir (Boschma, 2005). Dolayısıyla bir firma veya bölge ölçeğinde etkin bir öğrenme ve yeniliğin gerçekleşebilmesi için aktörler arasında hem coğrafi yakınlık temelinde belirli derecede yakınlık olması hem de ürün/teknolojik/endüstriyel/mesleki yetkinlikler bakımından belirli derecede bir optimal bilişsel yakınlığın bulunması gerekmektedir.

İlişkili ve ilişkisiz çeşitlilik konusunda yapılan ampirik çalışmalarda bölgelerin sektörel yapısı genellikle sabit olarak kabul edilmektedir. Kesit analizine dayanan bu çalışmalarda, belirli bir zaman diliminde bölgenin ilişkili veya ilişkisiz çeşitlilik durumunun bilgi yayılımı ve diğer ekonomik değişkenler üzerindeki etkileri incelenmektedir (Boschma vd., 2012; Çınar, 2023b; Frenken vd., 2007;

van Oort vd., 2015). Bölgelerin sektörel yapısının sabitliğine ilişkin varsayım her ne kadar kısa vadede geçerli olsa da uzun vadede sektörel yapı dönüşüm geçirmektedir. Bu nedenle ekonomik coğrafya ve kentsel ekonomi literatüründe bölgesel yapının zaman içindeki değişimini dikkate alan ve özellikle bölgesel çeşitlenmeye odaklanan çalışmaların sayısı giderek artmaktadır (Boschma ve Frenken, 2011; Content ve Frenken, 2016). Literatürde yakın zamanda yapılan çalışmalar, bölgelerin genellikle sahip olduğu ürün ve endüstrilerle ilişkili alanlara çeşitlenme eğilimi olduğunu göstermektedir (Boschma ve Frenken, 2011; Content ve Frenken, 2016).

EEC içerisinde “ilişkili çeşitlilik” kavramı ile birlikte gelişen ve kullanılan bir diğer önemli kavram olan “*bölgesel dallanma*” (regional branching) nosyonu, temelde Hidalgo vd. (2007) tarafından geliştirilen “ürün uzayı” ya da “ürün yakınlığı” kavramı ve metodolojisinin bir uzantısı/ürünüdür. Hidalgo vd. (2007)’nin ürün uzayına yönelik öncü çalışması, ülkelerin zaman içerisinde mevcutta bulunan ürünlerle yakın ilişkisi bulunan ürünlere ‘çeşitlenme’ eğilimi içerisinde olduğunu göstermektedir. Bir başka ifadeyle, bir ülkenin belirli bir üründe uzmanlaşacak kadar yetkinlik geliştirmesi durumunda bu ürünlerdeki yetkinliklere benzer yetkinlik gerektiren ürünlere doğru portföylerinde çeşitlenme yapmasının daha kolay ve olası olacağını vurgulamaktadır ki ülkeler bunu tipik olarak “dallanarak” (branching out) yapmakta, yani halihazırda ihraç ettikleri ürünlerle yakından ilişkili olan ihracat ürünlerine girerek yapmaktadırlar.

Hidalgo vd. (2007)’nin ortaya koyduğu bu ürün uzayı perspektifinde; belirli bir ağ yapısında her bir ürün birer düğüm (node) ile ifade edilmektedir. Bu ağ yapısında bazı ürünler birbirlerine daha yakın bazıları ise birbirine daha uzaktır. Buradaki ağ gösteriminde ürünlerin mekânsal olarak birbirine yakınlığı aynı zamanda ürünler arasındaki ilişkililiği göstermektedir. Hidalgo vd. (2007) ürünlerin birbirine yakınlığını yani ilişkililiği temsil etmek amacıyla bir yoğunluk endeksinin kullanılmasını önermiştir. Buradaki yoğunluk endeksi değeri temel her bir potansiyel ürün çiftinin eş anlı gözlemlenmesindeki (co-occurrence) koşullu olasılığa göre hesaplanmaktadır. Örneğin, ülkeler veya bölgelerde X ve Y ürünüde eş anlı olarak birçok uzmanlaşma sağlandığı gözlemleniyorsa X ve Y ürünleri arasında ilişkililik olduğu kabul edilmektedir. Bu bakımdan eğer ülke belli bir üründe mukayeseli üstünlüğe sahipse, bu ürünle benzer yetenek, kurumsal yapı, fiziki altyapı, insan kaynağı ve teknolojiye gereksinim duyan ürünlerde de mukayeseli üstünlüğe sahip olma olasılığı daha yüksek olmaktadır.

Hidalgo vd. (2007)’nin ulusal ölçekte ortaya koyduğu “ürün uzayı/yakınlığı” (ülkelerin halihazırda ihraç ettikleri ürünlerle yakından ilişkili olan ihracat ürünlerine girerek portföylerinde “dallanma” yani “çeşitlenme” yaptıkları) kavramı ve metodolojisini bölgesel ölçüğe uyarlayan Boschma ve Frenken (2011) ilişkili çeşitliliği tamamlayıcı bir perspektif olarak “bölgesel dallanma” kavramını yaratmıştır. *Bölgesel Dallanma* kavramı temelde Hidalgo vd. (2007) tarafından ortaya atılan ürün uzayı yaklaşımının Boschma ve Frenken (2011) tarafından kavramsallaştırılması ve Neffke, Henning ve Boschma (2011) tarafından da bölgesel düzeye ampirik olarak uygulanmasından ibarettir. İlişkili çeşitliliğe yönelik ampirik çalışmalarda belirli bir kesit zamanda bölgenin endüstriyel portfoyünün kendi içinde ne ölçüde birbiri ile ilişkili olduğu incelenirken, bölgesel dallanma çalışmalarında endüstriyel yapının hangi karakteristikte evrim geçirdiği dinamik olarak incelenmektedir.

Bölgedeki rekabetçi ürün ve endüstriler, özünde mekânda var olan bilgi ve teknolojinin somutlaşmış halidir. Ürün çeşitlenmesi sürecinde girişimciler, yeni ürünler geliştirebilmek için yereldeki bilgi birikiminin varlığına ihtiyaç duymaktadırlar (Neffke vd., 2011; Xiao, vd., 2018). Bu doğrultuda, yerel bilgi ve yeteneklerin kullanılması suretiyle mevcut kapasiteyle ilişkili olabilecek alanlara doğru çeşitlenme gerçekleşmektedir. Örnek vermek gerekirse; motosiklet üretimindeki uzmanlaşmış bir bölgenin araba üretebilir hale gelmesi, zeytinyağı üretiminde uzmanlaşmış bir bölgeye göre daha olasıdır. Çünkü motosiklet ve araba üretiminin gerektirdiği bilgi ve yetenekler birbirine görece daha benzerdir (Hidalgo vd., 2007).

Tedarikçi ve müşteri bağlantıları bakımından konuya bakıldığında bölgedeki nitelikli ve rekabetçi tedarikçilerin varlığı, müşterilerin verimliliği ve performansını olumlu etkilemektedir. Benzer şekilde yeterli düzeyde talep sağlayabilen ve rekabetçi alıcı firmaların varlığı da tedarikçiler arasında rekabeti artırmakta ve yeniliği desteklemektedir. Bu bakımdan bölgeler hali hazırda sahip oldukları yerel tedarikçi ve alıcı firma tabanı ile ilişkili endüstrilere çatallanma yönünde eğilim göstermektedir (Neffke vd., 2011). Boschma ve Frenken (2011), bölgelerde ilişkili çeşitlenmenin ya da diğer bir ifade ile bölgesel dallanma sürecinin temelde üç kanal/mekanizma üzerinden gerçekleştiğini ortaya koymuştur: (1) olgun endüstrilerden doğan yeni yavru firmaların (spin-off firmalar) belirmesi ile yani girişimcilik yoluyla; (2) bölgesel ölçekte çalışanların sahip olduğu bilgi ve deneyimi bir firmadan ilişkili olan diğerine aktarması ile yani işgücü hareketliliği yoluyla; (3) ilişkili faaliyetlerde Ar-Ge ve teknoloji ortaklıkları yoluyla farklı uzmanlık alanlarının yeniden birleştirilmesi sonucu yeni faaliyet alanları ve ürünlerinin yaratılması şeklinde yani inovasyon ağları ve işbirlikleri yoluyla.

Bölgesel dallanmaya ilişkin yapılan en önemli ve cıgır açıcı ampirik çalışma Neffke vd. (2011) tarafından ortaya konulmuştur. 1969-2002 döneminde İsveç’in 70 bölgesindeki sanayi yapısının evrimini inceleyen bu çalışma, yeni endüstrilerin bölgeye girmesi ile mevcut endüstrilerin bölgeden çıkma olasılıklarını incelemiştir. Sonuçlar, tıpkı ülkeler için olduğu gibi, bölgelerin de bölgedeki mevcut var olan endüstrilerle teknolojik olarak ilişkili endüstrilere doğru dallanma olasılığının daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bir diğer ifade ile, bu çalışma bir bölgede önceden var olan endüstrilerle teknolojik olarak ilişkili olan endüstrilerin, ilişkisiz endüstrilere kıyasla bölgeye girme olasılığının daha yüksek olduğunu kanıtlamıştır. Ayrıca, söz konusu çalışma, bir bölgedeki endüstrinin diğer endüstrilerle teknolojik olarak ilişkili olmadığı yani ilişkisiz endüstrilerin olduğu durumda bölgeden çıkma olasılığının daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Sonuç olarak Neffke vd. (2011)’nin çalışmaları ile bunu izleyen diğer bölgesel dallanma çalışmalarının bulguları, bir bölgede yeni sektörlerin ve yeni endüstrilerin bölgedeki teknolojik olarak ilişkili mevcut sektörler ve endüstrilerden dallanarak, çeşitlenerek, filizlenerek doğduğu ve ortaya çıktığı bu süreç “bölgesel dallanma” olarak kavramsallaştırılmıştır. Yani bölgeler zaman içinde bir taraftan ilişkili endüstrilerde çeşitlenerek büyürken, diğer taraftan ilişkisiz endüstrilerini de giderek yitirmek suretiyle yok etmekte, böylelikle yeni sektörler mevcut sektörlerden filizlenirken bölgede temeli olmayan ekonomik faaliyetler de bölgeden çıkarak yok olmaktadır. Tüm bu sonuçlar, “ilişkililik” (relatedness) ve “dallanma” (branching) sürecinin bölgesel çeşitlenmenin kritik bir bileşeni olduğunu ortaya koymaktadır.

Literatürde yapılmış çalışmaların genel bulgusu incelendiğinde bölgelerin çeşitlenme dinamikleri bakımından ilişkili çeşitlenmenin genellikle daha sık gözlemlenen bir durum olduğu; ilişkisiz çeşitlenmenin ise görece daha nadir olarak gözlemlendiği görülmüştür (Content ve Frenken, 2016). Boschma (2017:352)'nin ifadesiyle bir bölgenin ekonomik yapısının gelişiminde “ilişkili çeşitlilik kurarken, ilişkisiz çeşitlilik istisnadır.” Yani bölgelerde ilişkili çeşitliliğin ilişkisiz çeşitlilikten çok daha yaygın görülmesi hususu Boschma vd. (2017b)'ne göre evrimselci bir perspektiften hiç de şaşırtıcı değil, aksine beklenen bir durumdur.

Hidalgo vd. (2007), Bahar vd. (2014) ve Jun vd. (2020) tarafından farklı zaman periyotlarında ülkelerin ürün çeşitlenme dinamiklerini inceleyen çalışmalar, zaman içerisinde ülkelerin ihracat portföylerine ekledikleri yeni ürünlerin seçiminde mevcut portföyle yüksek düzeyde ilişkili olan ürünleri seçmeye yönelik eğilim olduğuna dair önemli ampirik bulgular sunmuşlardır. Bölgesel ölçekte yapılan birçok çalışma bölgelerin ürün çeşitlendirme sürecinde mevcut ürün portföyü ile ilişkili bir ürünün eklenme olasılığının ilişkili olmayan bir endüstriye kıyasla daha yüksek olduğunu göstermiştir (Neffke, vd., 2011; Essletzbichler, 2015; Xiao, vd., 2018). Bölgelerin mevcut endüstriyel yapılarını çeşitlendirebiliyor olması uzun vadedeki refah ve kalkınmışlığın önemli belirleyicilerinden birisi olarak görülmektedir. Bu alanda yapılmış çeşitli çalışmalar (Castaldi vd., 2015), ekonomik yapısı içerisinde yeni endüstriler yaratabilen bölgelerin hali hazırda var olan olgun endüstrilerinde kilitlenmiş (locked-in) bölgelere kıyasla daha hızlı büyüdüğü ve uzun vadede refahını arttırdığını ortaya koymuştur.

Yapılan çalışmalar (Hausman ve Klinger, 2006; Zhu vd., 2017) aynı ürün uzayı içerisinde bazı ülkelerin daha merkezde yer alan ürünlerde (otomotiv, makine, kimya) uzmanlaştığını bazı ülkelerin ise görece daha çeperde yer alan ürünlerde (tarımsal ürünler, petrol ürünleri) uzmanlaşmak suretiyle konumlandığını göstermiştir. Ağ yapısı içerisinde diğer ürünlerle yüksek düzeyde ilişkisi olan ürünlerde genellikle gelişmiş ülkeler konumlanmakta iken az gelişmiş ülkeler çeperde yer alan diğer ürünlerle bağlantı düzeyi düşük ürünlerde konumlanmaktadır. Az gelişmiş olan ülkelerin çeperdeki ürünlerde uzmanlaşmış olması, görece daha kompleks ve katma değer yaratan merkezdeki ürünlere doğru çeşitlendirme yapabilmesini zorlaştırmaktadır. Az gelişmiş ülkeler çeperde yer aldığından ötürü ağıın merkezinde yer alan ürünlere ulaşabilmek için daha uzun yol katetmesi gerekmekte bu durumda az gelişmiş ülkelerin gelişmiş ülkelere yakınsamasını yavaşlatmaktadır. Bu sebeple özellikle gelişmekte olan ülkelerin çeşitlenme sürecinde mümkün olduğu kadar kompleks ve teknolojik olarak sofistike ürünlere doğru sıçrama gerçekleştirmesi önem arz etmektedir (Zhu vd., 2017).

Her ne kadar endüstriyel çeşitlenme sürecinde ülkeler ve bölgelerin kendi yerel kaynaklarına ve geçmiş üretim yapısına odaklanılmış olsa da diğer ülke ve bölgelerle ilişkilerin de bu süreçte önemi olabilmektedir. Ülke ve bölgeler niteliği itibarıyla diğer birimlerden izole olmamakla birlikte coğrafi yakınlık, kültürel yakınlık, ticari ilişkiler vb. çeşitli kanallar aracılığıyla belirli bir takım ağların içerisinde gömülü durumdadırlar. Bu ağsallığa bağlı ilişkiler, ekonomik aktörlerin motivasyonlarını etkileme ve yeni öğrenme olanakları yaratma kapasitesine sahip olup yeni ürünleri yaratan yenilik süreçlerini tetikleyebileceği öne sürülmektedir (Bahar vd., 2014; Boschma ve Capone, 2016; Boschma ve Iammarino, 2009; Boschma, vd., 2017a). Birimler ve aktörler arası ağsal ilişkiler,

yayıma etkisi aracılığıyla bir bölgede olan bilgi ve yeteneklerin diğer bölgelere transfer edilmesine olanak sağlamakla birlikte bu süreçte coğrafi yakınlığın önemli bir rolü bulunmakta, yayılım etkisi coğrafi mesafe arttıkça azalabilmektedir (Jaffe vd., 1993).

Bölgesel çeşitlenmenin analizine yönelik yapılan bu çalışmalar incelendiğinde, söz konusu ampirik araştırmaların çeşitliliği tanımlamaya yönelik olarak farklı alanlar ya da bağımlı değişkenler (yeni ürün, endüstri, teknoloji ve meslek bazında), farklı ilişkililik ölçütleri (ürün, teknoloji, beceriler, girdi-çıkıtı), farklı mekânsal analiz birimleri (ülkeler, bölgeler, şehirler, işgücü piyasası alanları, firmalar) ve farklı zaman dilimleri kullanmasına rağmen tüm çalışmalar, ilişkililiğin bölgesel çeşitlenmenin önemli bir itici gücü olduğu sonucuna varmaktadır (Boschma, 2017; Boschma vd., 2017b; Whittle ve Kogler, 2019). Gerçekten de farklı zaman periyotları için ürün çeşitlenme dinamiklerini inceleyen çalışmalar, ülkeler ve bölgelerin ihracat portföylerine ekledikleri yeni ürünlerin seçiminde mevcut portföyle yüksek düzeyde ilişkili olan ürünleri seçtiğine yönelik güçlü ampirik bulgular sunmuşlardır (Bahar vd., 2014; Essletzbichler, 2015; Jun vd., 2020; Neffke vd., 2011; Xiao vd., 2018).

Sonuç olarak, ilişkili çeşitlilik kavramı getirdiği yenilik itibarıyla daha önceden yığılma ekonomileri literatüründe sıkça tartışılan MAR ve Jacobs dışsallıklarının etkileri tartışmasına daha farklı bir perspektiften bakılmasını sağlamıştır. Literatürde yer alan daha önceki çalışmalar birbirinden farklı yığılma dışsallıklarının etkilerini geleneksel çeşitlilik ve uzmanlaşma göstergeleri kullanarak incelemişlerdir (Beaudry ve Schiffeauerove, 2009; De Groot vd., 2009). Ancak çalışmaların sonuçlarında genellikle birbiriyle tutarsız sonuçların elde edildiği gözlemlenmiştir. Bu bakımdan ilişkili çeşitlilik literatürünün ortaya koyduğu teorik çerçeve, çeşitliliğin niteliğine bağlı olarak bilgi yayılımı ve büyümeyi nasıl etkileyebileceğine yönelik daha derin bir bakış açısı sağlamaktadır.

İlişkili çeşitliliğe yönelik EEC literatürünün sonuçları değerlendirildiğinde; ilişkili çeşitliliğin artımlı ve süreç odaklı inovasyon yoluyla büyümeyi olumlu etkilerken (Boschma ve Immarrino, 2009; Boschma vd., 2012; Castaldi vd., 2015; van Oort vd., 2015), ilişkisiz çeşitliliğin ise uzun vadede daha radikal yenilikçi aktiviteyi olumlu etkilediği görülmektedir (Castaldi vd., 2015). Bu alandaki çalışmaların en önemli bulgularından birisi de bölgelerin halihazırda var olan endüstrileri ile ilişkili olabilecek alanlara doğru çeşitlenme yaşadığı ile ilgilidir ki bu bölgesel dallanma kavramını işaret etmektedir (Boschma vd., 2017b; Neffke vd. 2011; Xiao, vd., 2018). Sonuç olarak bölgesel çeşitlenmeye yönelik EEC literatürü yereldeki benzer mevcut aktivitelerin yeni aktivitelerin ortaya çıkışındaki kolaylaştırıcı rolüne vurgu yapmaktadır.

Böylece ekonomik coğrafyacılar yerelde varolan hangi faktörlerin çeşitlenmeyi teşvik ettiği veya olumsuz etkilediğine yönelik daha derin bir bakış açısı sağlamaktadırlar. Keza, çeşitlenmeye ilişkin literatür incelendiğinde ampirik çalışmaların ağırlıklı kısmının bölgesel ve kentsel nitelikli çalışmalardan oluştuğu gözlemlenmektedir (Beaudry ve Schiffauerova, 2009). Bunun en önemli nedeni üretim yapısındaki değişimin, yeni üretim alanları açılmasının ve ölen endüstrilerin yarattığı sonuçların ulus altı ölçekte daha belirgin olmasıdır. Yerel ekonomiler, ulusal ekonomilerle kıyaslandığında ekonomik faaliyetlerinde daha fazla uzmanlaşma eğilimi göstermektedir. Aynı ülke içerisinde yer alması ve benzer makro ekonomik koşullar altında olmasına rağmen bölgelerin

uzmanlaştığı alanlar ve çeşitlenme eğilimleri önemli farklılıklar göstermektedir. Bu durumun varlığı ekonomik coğrafya alanında yerelde var olan hangi faktörlerin çeşitlenmeyi teşvik ettiği veya olumsuz etkilediğine yönelik çalışmaları teşvik etmiştir.

### 3. Veri ve Yöntem

#### 3.1. Veri

Bu çalışmada Türkiye'deki illerin ihracat ürünleri portföyünde çeşitlenme dinamikleri ilişkili çeşitlilik perspektifinden incelenmektedir. Bu incelemede ilk olarak kesit analizi ile Frenken vd. (2007) tarafından geliştirilen ilişkili ve ilişkisiz çeşitlilik endeksleri hesaplanmakta ve Türkiye'deki illerin ihracat ürün portföyü içerisindeki ilişkililik durumu tespit edilmektedir. İkinci olarak illerin ihracat portföyü çeşitlenmesindeki ilişkili çeşitlenme eğilimi incelenmekte ve ayrıca farklı gelişmişlik kategorileri bakımından illerin performansı değerlendirilmektedir.

İllerin ürün çeşitlendirme eğilimlerini inceleme dönemi olarak 2012 ve 2017 arası döneme odaklanılmıştır. Buradaki 5 yıllık zaman aralığı ile firmaların yeni bir ürün pazarına girme öncesindeki ürün geliştirme, testler, ihracata başlama ile ilgili idari faaliyetler vb. süreçlerin gerçekleştiği bir zaman aralığı varsayılmıştır. Literatürde ürün çeşitlenmesini inceleyen ve kesit veri yapısı kullanan diğer çalışmalar da dikkate alındığında genellikle beş yıllık bir zaman aralığının seçildiği görülmektedir (Bahar vd., 2014; Boschma ve Iammarino, 2011; Hazir vd., 2019; Jun vd., 2020). 2018 sonrasında Türkiye'nin yaşadığı döviz kuru şoku ve 2020 sonrasında Covid-19 pandemisine bağlı ekonomik aktivitedeki daralma göz önünde bulundurularak 2012-2017 döneminin ihracatta bölgesel çeşitlenme dinamiklerini inceleme bakımından en uygun zaman dilimi olduğu düşünülmektedir.

Çalışmada kullanılan veriler Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yayımlanan İl Bazında Dış Ticaret İstatistikleri veri tabanından alınmıştır. Bu veri tabanında il bazında, Uluslararası Standart Ticaret Sınıflamasına (SITC) göre 4. ürün kırılımı detayında ABD doları cinsinden ihracat ve ithalat verilerine ulaşmak mümkündür. Bu çalışmada toplulaştırmayı en aza indirmek için temel ürün birimi olarak 4. SITC kırılımındaki ürün bazındaki ihracat verileri kullanılmıştır (TÜİK, 2022).

Bu çalışma illere ait çeşitlenme dinamiklerini incelerken olası bir heterojenliği de dikkate almaktadır. Bunun için analizin son aşamasında illerin gelişmişlik seviyeleri göz önünde bulundurulmaktadır. İllerin gelişmişlik düzeyini belirlemede Kalkınma Bakanlığı'nın İllerin ve Bölgelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırmasına (SEGE 2011) başvurulmuştur. Bu araştırma Türkiye'de il bazında sosyo-ekonomik gelişmişliğe yönelik en kapsamlı çalışmadır (Kalkınma Bakanlığı, 2013). İl bazında en güncel SEGE araştırması 2017 yılına ait olmasına rağmen, bu çalışmanın analiz başlangıç dönemi olan 2012 yılına en yakın araştırma SEGE 2011 çalışması olduğundan söz konusu araştırma dikkate alınmıştır. İllerin ve bölgelerin gelişmişlik düzeylerini sekiz gelişmişlik boyutu altında 61 değişken kullanılarak Temel Bileşenler Analizi yöntemi ile ortaya koyan SEGE araştırması, birçok boyutun etkisini tek bir bileşik endekste gösterecek şekilde düzenlenmiş çok önemli bir veri kaynağı ve aynı zamanda Türkiye'nin bölgesel kalkınma referans belgesidir.



### 3.2. Analiz Yöntemleri

#### 3.2.1 İlişkili ve İlişkisiz Çeşitlilik Endeksleri

İllerdeki sektörel yapının kendi içerisinde ne kadar ilişkili olduğunu incelemek için Frenken vd. (2007) tarafından geliştirilen ilişkili ve ilişkisiz çeşitlilik endeksleri kullanılmıştır. İlişkili ve ilişkisiz çeşitlilik endekslerinin hesaplanması entropi ölçümüne dayanmakta olup, entropi değeri her bir sektörel kırılım düzeyinde ayrıştırılabilmektedir. Entropi, herhangi bir dağılımın tam yoğunlaşma veya dağılımdan sapmasını ölçen bir istatistiktir. Entropi yöntemi, baz durum olarak uniform dağılım gösteren ürün portföyü yapısına kıyasla mevcut ürün portföyünün yapısını kıyaslayarak çeşitliliği ölçmektedir. Entropiye dayalı çeşitlenme istatistikleri farklı sektörel kırılım seviyelerinde hesaplanabileceğinden dolayı, ilişkili ve ilişkisiz çeşitlenme endeksleri regresyon modellerinde çoklu doğrusallık sorununa sebep olmadan kullanılabilir (Attaran, 1986; Wasylenko ve Erickson, 1978). Yani, ilişkili ve ilişkisiz çeşitlilik değerleri her zaman birbirinin tersi yönde değer dağılımı göstermemektedir. Yüksek ilişkili çeşitlilik değerine sahip olan bir şehir aynı zamanda yüksek ilişkisiz çeşitlilik değerine de sahip olabilmektedir.

Aşağıdaki yer alan denklemlerden yola çıkarak Türkiye’de illerin ihracat portföyünü dikkate alarak başlangıç dönemi olan 2012 yılı için Türkiye’de illerin ilişkili ve ilişkisiz çeşitlilik endeksleri entropi ölçümüne göre hesaplanmıştır. Çalışmada temel ürün kategorisi olarak 4. kırılım SITC ürünlerini (SITC4) dikkate aldığımız için ildeki her bir SITC4 ürününün ihracat değerinin ilin toplam ihracatı içerisindeki payını  $p_i$  olarak ifade edelim. Her bir 4. Kırılım<sup>4</sup>  $i$  ürünü 2. kırılım bir  $S_g$  kategorisinde yer alacağı için aşağıdaki toplama formülü ile 2. kırılım ürün kategorilerinin payını hesaplayabiliriz.

$$P_g = \sum_{i \in S_g} p_i \quad (1)$$

Denklemler-1’den elde edilen  $P_g$  değerleri ile 2. kırılım seviyesindeki entropi hesaplanabilir. Denklemler-2’de gösterildiği şekilde ilişkisiz çeşitlilik (Unrelated Variety – UV) hesaplanmaktadır:

$$UV = \sum_{g=1}^G P_g \log_2 \left( \frac{1}{P_g} \right) \quad (2)$$

Her 2. kırılım ürün kategorisinin içerisinde entropinin ağırlıklı toplamı olarak ifade edilebilen ilişkili çeşitlilik (Related Variety - RV) ise aşağıdaki şekilde hesaplanabilir:

$$RV = \sum_{g=1}^G P_g H_g \quad (3)$$

$$H_g = \sum_{i \in S_g} \frac{p_i}{P_g} \log_2 \left( \frac{1}{p_i/P_g} \right) \quad (4)$$

### 3.2.2 İlişkili Çeşitlenme Ölçüm Yöntemi

Bu bölümde bölgesel dallanma süreci bağlamında Türkiye’de illerin ne ölçüde ilişkili çeşitlenme (related diversification) gerçekleştirdiklerinin nasıl incelendiğine değinilmiştir. Çalışma kapsamında illerin ihracat portföyünde hali hazırda hangi ürünlerin bulunduğu incelenirken, ilde ilgili ürün kodunda ihracat değeri 0’dan büyük ürünler sayılmaktan ziyade ilin ilgili üründe mukayeseli üstünlüğünün yani uzmanlaşmanın olduğu ürünler dikkate alınmıştır. Buna bağlı olarak çeşitlenmenin analiz edilmesinde mukayeseli üstünlüğün olduğu ürünlerdeki değişim dikkate alınmıştır.

Literatürde yapılan benzer çalışmaları (Boschma vd., 2013; Boschma vd., 2017a; Hidalgo vd., 2007) takip ederek bölgelerin hali hazırda hangi SITC-4 ürünlerinde uzmanlaştığını tespit etmek amacıyla Balassa (1965) tarafından geliştirilen Açıklanmış Mukayeseli Üstünlük (RCA–Revealed Comparative Advantage) endeksi kullanılmıştır. RCA endeksinin hesaplaması Denklem-5’de gösterilmektedir. Bu formüle göre; eğer  $r$  ilinin  $i$  ürünündeki toplam ihracatının kendi içindeki payı,  $i$  ürününe ait toplam ihracatın Türkiye içerisindeki payından büyükse  $r$  ili  $i$  ürününde mukayeseli üstünlüğe sahip olarak kabul edilmektedir. Her bir ilçesinde mukayeseli üstünlüğe sahip olunan ürünler 1 olarak kodlanırken, olmayanlar 0 olarak kodlanmıştır.

$$RCA_i^r = \left\{ \begin{array}{ll} 1, & \text{eğer } \frac{\frac{x_{r,i}}{\sum_i x_{r,i}}}{\frac{\sum_r x_{r,i}}{\sum_r \sum_i x_{r,i}}} > 1 \\ 0, & \text{Diğer durumlarda} \end{array} \right\} \quad (5)$$

Diğer taraftan çalışma kapsamında bir bölgenin 2017 yılında portföyüne yeni eklemiş olduğu ihraç ürünün, başlangıç dönemi olan bölgenin 2012 yılındaki portföyü ile ilişkililik durumunu tespit ederken Denklem-6’de yer alan formülasyon kullanılmıştır. Burada benimsenen yaklaşım teknik olarak ex-ante<sup>5</sup> niteliğindedir (Frenken vd., 2007; Whittle ve Kogler, 2019). Bu bağlamda bir ürünün diğer herhangi bir ürünle ilişkili olup olmadığını değerlendirirken bu ürünlerin aynı 2. SITC kırılımında yer alıp almadığı göz önünde bulundurulmuştur. Herhangi bir  $r$  ilinin 2012 yılında mukayeseli üstünlük sahibi olmayıp 2017 yılında mukayeseli üstünlük sağladığı her bir SITC4 ürününü  $p_{i,r,2017}$  olarak ifade ediyoruz. Her bir SITC4 ürününü  $i$  ile ifade ediyoruz ve her bir  $i$  ürünü 2. kırılım bir SITC (SITC2) kategorisi altında yer almaktadır. Eğer herhangi bir  $r$  ilinin 2017 yılında portföyüne eklediği yeni bir  $i$  ürünün altında yer aldığı SITC2 kategorisi altında yer alan farklı bir  $j$  ürününde  $r$  ilinin 2012 yılında mukayeseli bir üstünlüğü varsa  $i$  ürünü ilişkili bir ürün olarak kodlanmaktadır<sup>6</sup>. Yani bir bölgenin eklediği yeni bir ürünün ilişkili olarak nitelendirilebilmesi için daha önce o ürünle aynı SITC2 kategorisi altında yer alan başka bir üründe mukayeseli üstünlüğünün bulunması gerekmektedir<sup>7</sup>.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{ilişkili} \\ \text{ilişkisiz} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} \text{eğer } p_{i,r,2017} \in S_g \\ \text{eğer } p_{i,r,2017} \notin S_g \end{array} \right\} \quad (6)$$

Çalışma kapsamında kullanılan ilişkililik tanımı doğası itibarıyla ex-ante niteliğindedir (Castaldi vd., 2015; Frenken vd., 2007; Rumelt, 1974). Yani sektörler ve/veya ürünlerin hiyerarşik sınıflamasındaki ağaç yapısına bağlı olarak belirli ürün grupları altında yer alan ürünlerin birbirine benzer girdi, yetenek, emek ve fiziki altyapı talep ettiği ve bu bakımdan birbiri ile ilişkili olduğu varsayılmıştır.

#### 4. Bulgular

Bu çalışma EEC perspektifinden Türkiye’deki illerin 2012-2017 arası dönemdeki ihracat verilerini kullanarak bölgelerin ilişkili ve ilişkisiz çeşitlilik performansını değerlendirmektedir. Benimsediği perspektif bakımından çalışma ilişkili çeşitlilik konusuna iki yönden yaklaşmaktadır: Bu kapsamda ilk aşamada Frenken vd. (2007) tarafından geliştirilen ilişkili ve ilişkisiz çeşitlilik endeksleri entropi yöntemiyle hesaplanılarak illerin ihracat ürün portföyü içerisindeki sektörel ilişkililik durumu ortaya konulmaktadır. İkinci aşamada ise ilişkili çeşitlenme perspektifinde RCA endeksi ve ex-ante ilişkililik hesabı kullanılarak illerin ihracat portföyü çeşitlenmesinin hangi nitelikte olduğu farklı bölgesel gelişmişlik kategorileri bakımından analiz edilmektedir.

##### 4.1. İllerin İlişkili ve İlişkisiz Çeşitlilik Düzeyleri

Bu alt bölümde Türkiye’deki illerin ihracat ürünleri portföyünde çeşitlenme dinamikleri ilişkili çeşitlilik perspektifinden incelenmektedir. Bu incelemede ilk olarak kesit analizi ile Frenken vd. (2007) tarafından geliştirilen ilişkili ve ilişkisiz çeşitlilik endeksleri hesaplanmakta ve Türkiye’deki illerin ihracat ürün portföyü içerisindeki ilişkililik durumu tespit edilmektedir. İkinci olarak illerin ihracat portföyü çeşitlenmesinin hangi nitelikte olduğu incelenmekte ve ayrıca farklı gelişmişlik kategorileri bakımından illerin performansı değerlendirilmektedir.

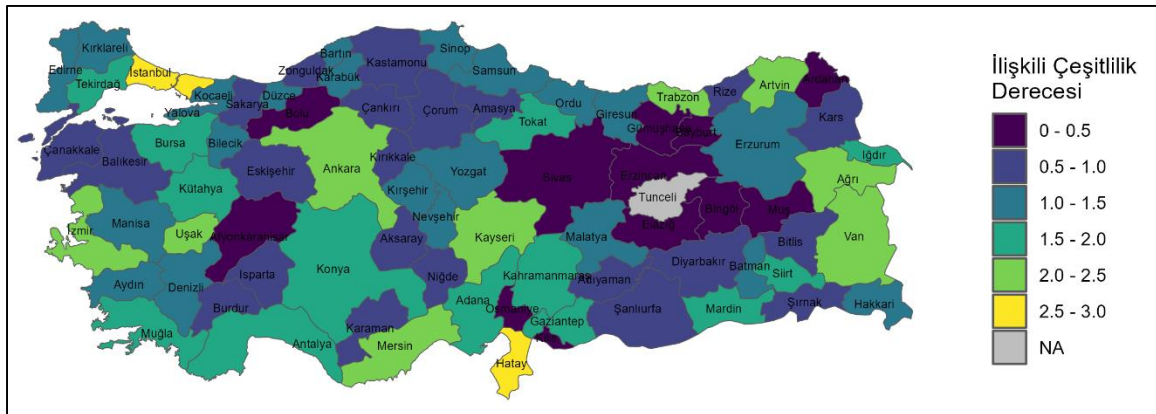
Bölgelerin sahip olduğu ihracat portföyü dikkate alınarak 2012 ve 2017 döneminde Türkiye’deki illerin ilişkili çeşitlilik seviyesi Şekil 1 ve 2’de gösterilmektedir. Her iki haritaya göre illerin ilişkili çeşitlilik düzeyleri oldukça heterojendir. 2012 yılı itibarıyla sektörler arası ilişkili çeşitlilik düzeyinin en yüksek olduğu ilk beş il sırasıyla; Hatay, İstanbul, Ağrı, Trabzon, İzmir’dir. En düşük ilişkili çeşitlilik düzeyine sahip iller ise Afyonkarahisar, Bayburt, Kilis, Gümüşhane ve Muş’tur. İlişkili çeşitlilik düzeyleri değerlendirilirken dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, hesaplanan düzeyler bir ilde ne kadar farklı ürün ihraç edildiğini değil, bir bölgedeki farklı endüstrilerin birbirleriyle ne kadar ilişkili olduğunu göstermektedir. Yani bölgenin ihracat portföyünde görece az veya orta sayıda ürün bulunsa bile eğer bu ürünler belirli SITC 2. kırılımı altında yoğunlaşmış ise ilin ilişkili çeşitlilik seviyesi yüksek çıkmaktadır.

2012 yılı ilişkili çeşitlilik düzeyleri daha detaylı incelenirse, ilişkili çeşitlilik seviyesi bakımından en yüksek değere sahip ilin Hatay olduğu görülmektedir. Hatay’ın ihracat portföyü incelendiğinde tahıl, sebze, meyve ve demir-çelik kategorileri altında yer alan birçok SITC4 ürününde ihracatının olduğu görülmektedir. SITC 2. kırılımı altında dengeli dağılmış birçok ürünün olması

sebebiyle Hatay'ın ilişkili çeşitlilik seviyesi en yüksek değerde gözlemlenmiştir. İlişkili çeşitlilik bakımından ikinci sırada İstanbul bulunmaktadır. Türkiye'nin en büyük ve en gelişmiş şehri olan İstanbul'da 2012 yılı itibarıyla, 961 adet SITC4 ürünü ihraç edilmekte ve ilin 525 adet SITC4 ürünüde mukayeseli üstünlüğü bulunmaktadır. Bu değerler ile İstanbul genel anlamda ürün gamında çeşitlilikte birinci sırada yer almaktadır. Diğer iki büyük şehir olan Ankara ve İzmir de ilişkili çeşitlilik düzeyi bakımından yüksek seviyelerdedirler. Bursa, Kocaeli, Sakarya ve Gaziantep gibi toplam ihracat değeri bakımından yüksek performans gösteren illerin ilişkili çeşitlilik düzeyi orta seviyelerdedir. Bu durumun oluşmasında bu illerin toplam ihracat dağılımında belirli SITC2 kırılımında yoğunlaşmaların olması ve bu 2. kırılım altında da görece dengesiz bir dağılımın olması belirleyici olmaktadır.

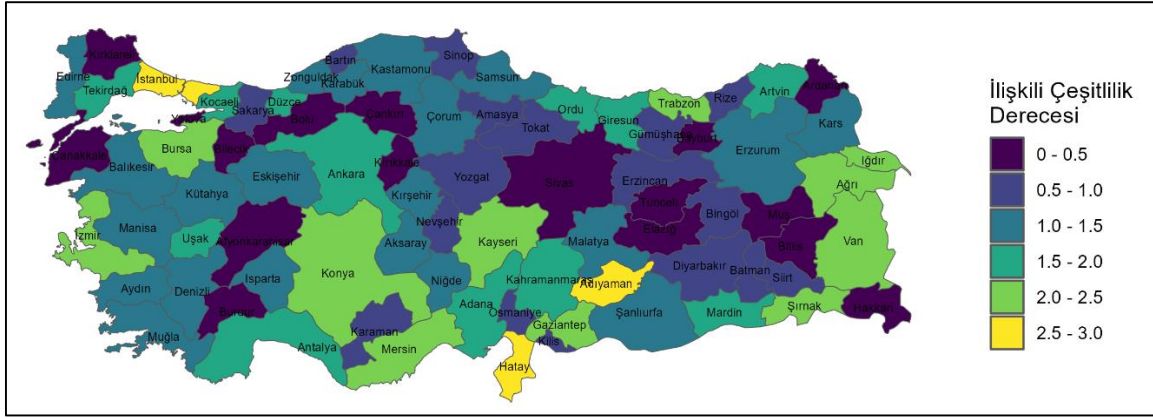
2017 yılında ilişkili çeşitliliğin mekânsal dağılımı (Şekil 2) incelendiğinde ise 2012 yılı ile oldukça benzer bir örüntü ile karşılaşılmaktadır. Ancak bazı illerin endeks değerinde önemli ölçüde farklılaşma yaşanmıştır. Örneğin, Adıyaman, ilişkili çeşitlilik düzeyi bakımından 2012 yılında 63. sıradayken, 2017 yılında 1. sıraya yükselmiştir. 5 yıllık süre içerisinde Adıyaman'dan ihraç edilen ürün sayısı 208'den 316'ya artış göstermiştir. Eklenen yeni ürünlerin ağırlıklı kısmı birbiri ile ilişkili ürünlerden oluşmasından ötürü ilin ilişkili çeşitlilik seviyesinde sert bir yükseliş gözlemlenmiştir. Keza aynı şekilde Şırnak 61. sıradan 5. sıraya çıkmıştır. Yine Gümüşhane 78. sıradan 48. sıraya yükselmiştir. 2012-2017 döneminde en fazla ilişkili çeşitlilik değişimi yaşayan bazı iller Ek Çizelge 2'de yer almaktadır. Öte yandan bazı iller ise 2012-2017 döneminde ilişkili çeşitlilik bakımından sahip oldukları konumlarında çok sert düşüş yaşamışlardır. Örneğin; Hakkari 2012 yılda 36. sırada iken 2017 yılında 79. sıraya düşmüştür. Aynı şekilde Yalova 39. sıradan 78. sıraya düşerken, Bartın da 25. sıradan 63. sıraya gerilemiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, üç büyük metropol ile sanayi odakları ve sınır bölgesi illeri ilişkili çeşitliliğin yüksek olduğu yerlerdir. Buna karşın iç Ege, Karadeniz kıyıları ve Orta Anadolu bölgeleri orta düzeyde ilişkili çeşitliliğine sahipken; iç ve orta Karadeniz illeri ile Batı Anadolu, İç Anadolu'nun doğusu ve özellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinin iç kesimleri ise ilişkili çeşitliliğin en düşük olduğu yerlerdir.



Şekil 1. İllerde sektörlerde ilişkili çeşitlilik durumu-2012

Kaynak: TÜİK, 2022 verilerinden hesaplanarak yazarlar tarafından yapılmıştır.



Şekil 2. İllerde sektörlerde ilişkili çeşitlilik durumu-2017

Kaynak: TÜİK, 2022 verilerinden hesaplanarak yazarlar tarafından yapılmıştır.

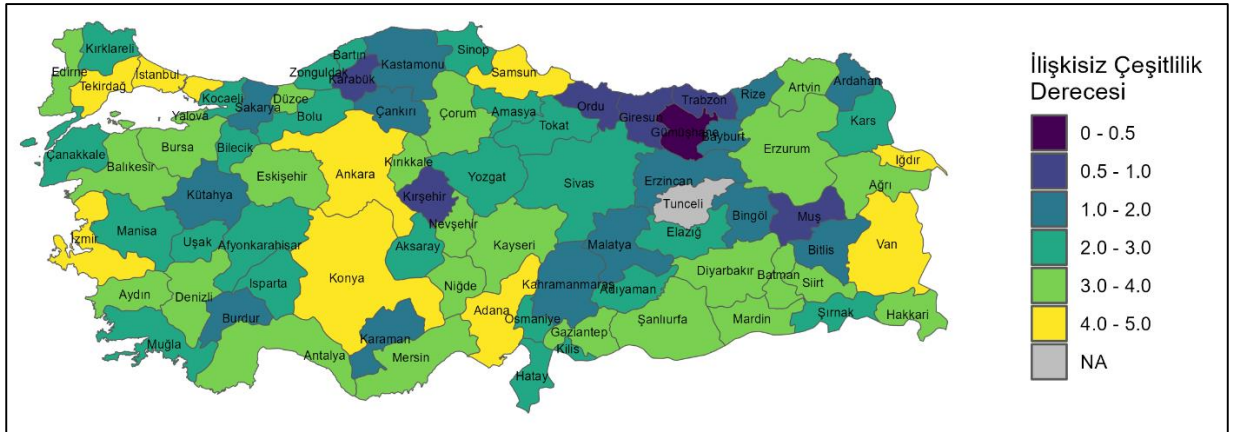
İlişkili çeşitlilik seviyesinin mekansal dağılımı söz konusu iki yıl bakımından birlikte değerlendirildiğinde birçok ilişkili çeşitlilik seviyesinin keskin bir şekilde değişmediği görülmektedir. Bu durum ilişkili çeşitliliğin genel olarak kısa zaman periyotlarında çok varyasyon göstermeyen, yapısal nitelikli bir değişken olduğunu göstermektedir. Keza bu durumdan ötürü ilişkili çeşitlilik ve büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların ağırlıklı kısmı kesit regresyon çalışmalarından oluşmaktadır (Boschma ve Iammarino, 2009; Caragliu vd., 2016; Frenken vd., 2007). Ayrıca bazı sınır ticareti yapan şehirler hariç olmak üzere genel örüntü incelendiğinde nüfusu yüksek olan şehirlerin ilişkili çeşitlilik seviyesi daha yüksek olarak görülmektedir. Benzer şekilde Bathelt ve Storper (2023) şehirlerin büyüklüğü ve ilişkili çeşitlilik seviyesi arasında çok güçlü pozitif yönlü bir ilişki bulunduğunu ABD metropoliten alanları açısından göstermiştir.

Şekil 3 ve 4’te sırasıyla 2012 ve 2017 yılları için illerin ilişkisiz çeşitlilik düzeyleri gösterilmektedir. Haritalara göre İzmir, Ankara, Adana, İstanbul ve Van ilişkisiz çeşitliliğin en yüksek olduğu illerdir. Görülebileceği üzere büyük ekonomilere ve geniş ürün gamına sahip metropol şehirler en yüksek ilişkisiz çeşitlilik seviyesine sahiptir. Görece daha geniş kapsamlı kentsel hizmetlere sahip olan bu şehirler, birbiri ile çok benzer olmayan ekonomik aktivitelerin gerçekleştirilmesine olanak sağlayacak beşerî ve fiziki altyapıya sahip durumdadır. Bu sebeple ilişkisiz çeşitliliğin genellikle büyük şehirlerde olması, teorik literatürün de öngördüğü durumlardan birisidir (Castaldi vd., 2015). Keza diğer ülke örneklerinde de metropoller gerek ürün portföyü, gerekse yetenekler (Wixe ve Andersson, 2016) bakımından en yüksek ilişkisiz çeşitlilik seviyesine sahip bölgelerdir (Bathelt ve Storper, 2023). İlişkisiz çeşitlilik, bir yönden sektörler arası bilgi alışverişini yavaşlatacağı için bölgedeki artımlı yenilikçi faaliyeti ve verimliliği kısa vadede sınırlayabilir. Ancak bazı durumlarda farklı endüstrilerin bir arada bulunması, radikal nitelikli yenilikçi faaliyetlerin oluşmasına zemin hazırlayabilir. Bu bakımdan bölgelerin uzun vadede yeni gelişme patikaları oluşturması bakımından ilişkisiz çeşitlilik olumlu etkide bulunabilir (Castaldi vd, 2015; Wixe ve Andersson, 2016).

İlişkisiz çeşitlilik bakımından ikinci derecede önemli olan iller incelendiğinde, bunların görece sanayi altyapısının gelişmiş olduğu çekim merkezi niteliğindeki illerden oluştuğu görülmektedir. Konya, Kayseri, Samsun ve Tekirdağ gibi illerde SITC 2. kırılım altında oldukça dengeli bir ihracat dağılımı olduğu için bu illerin de ilişkisiz çeşitlilik seviyesi yüksek olarak gözlemlenmektedir. İlişkisiz

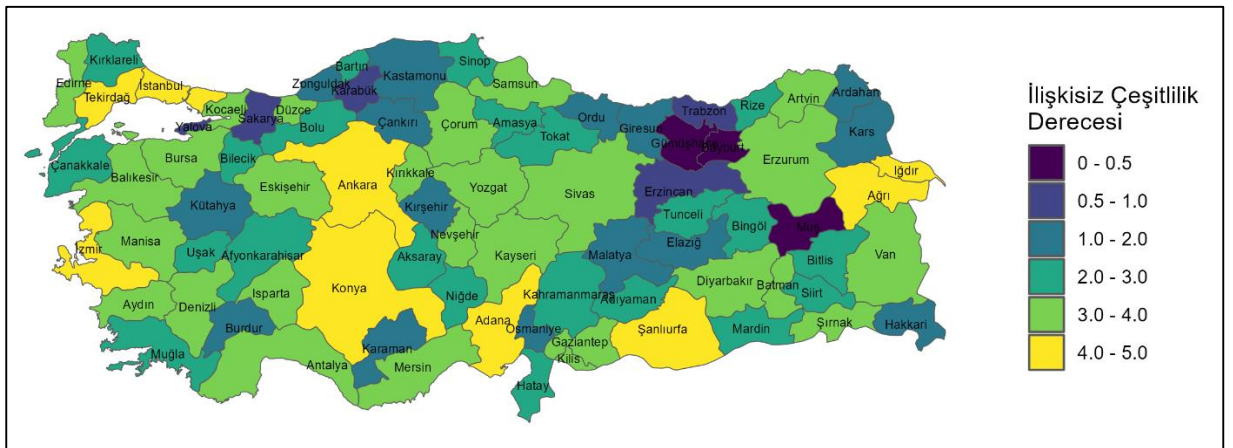
çeşitlilik seviyesi açısından Iğdır ve Van gibi iller, beklenenden daha yüksek değerler göstermektedir. Bu durumun oluşmasında aşağıda daha detaylı değinileceği üzere ilin sınır konumunda bulunmasının önemli etkisi bulunmaktadır. Bu iller, sınırda yer almasından ötürü sınır ticaret merkezi (STM) uygulamalarından faydalanabilmektedirler. Günümüzde STM uygulamaları, sınır coğrafyasında yer alan bölgelerde ticaret hacminin artırılması ve ilgili bölgelerde ekonomik aktivitenin canlı tutulması amacıyla uygulanmaktadır. Bu doğrultuda STM'nin dış ticarete kolaylaştırıcı uygulamalarından faydalanmak isteyen ihracatçı firmaların bu illerden ihracat çıkışı yaptıkları ve buna bağlı olarak illerde ürün gamı çeşitliliği olduğu değerlendirilmektedir.

Her iki haritada da en düşük ilişkisiz çeşitlilik durumuna sahip olan iller Ordu, Giresun, Muş, Karabük ve Gümüşhane'dir. Genel olarak Doğu Karadeniz ve Batı Karadeniz bölgelerinde, İç Ege ve Doğu Anadolu'nun batısı ile Kırşehir ve Karaman gibi İç Anadolu illerinin, ilişkisiz çeşitlilik düzeyinin en düşük durumda olduğu görülmektedir. Bu bölgeler, görece birbirine oldukça benzer ürünler üreten kırsal ve kaynağa dayalı ekonomilerin yaygın olduğu bölgelerdir. İlişkisiz çeşitlilik değerleri bakımından 2012 ve 2017 yılları karşılaştırıldığında ise söz konusu yıllar arasında oldukça benzer bir mekânsal dağılım ile karşılaşılacaktır (Bkz. Şekil 3-4 ve Ek Çizelge 2). Nitekim en yüksek ilişkisiz çeşitlilik seviyesine sahip büyük metropoller sıra olarak yine yerini korumaktadır.



Şekil 3. İllerde sektörlerde ilişkisiz çeşitlilik durumu-2012

Kaynak: TÜİK, 2022 verilerinden hesaplanarak yazarlar tarafından yapılmıştır.



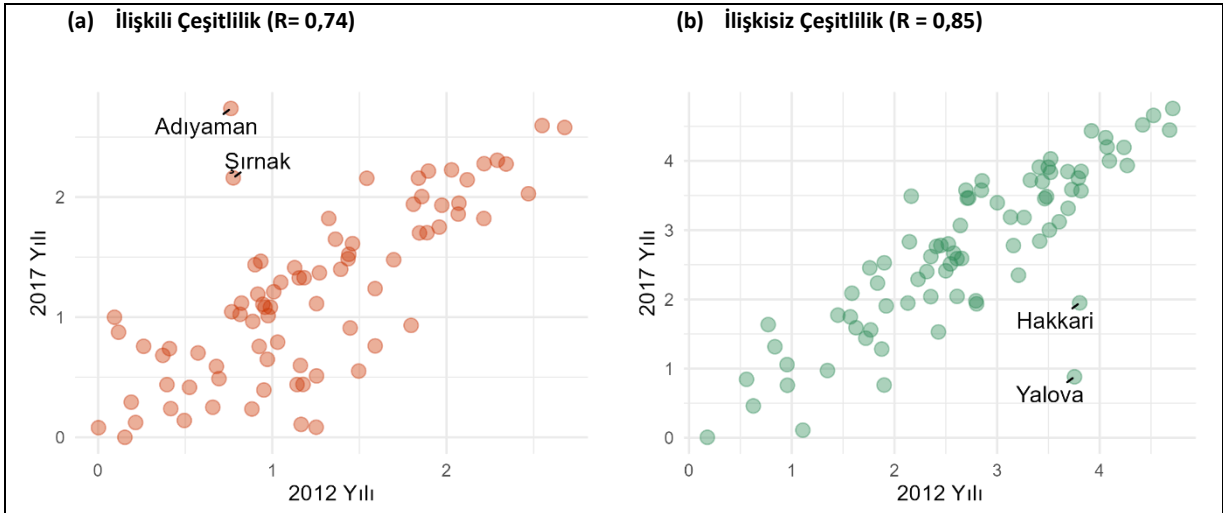
Şekil 4. İllerde sektörlerde ilişkisiz çeşitlilik durumu-2017

Kaynak: TÜİK, 2022 verilerinden hesaplanarak yazarlar tarafından yapılmıştır.

Öte yandan çalışmada analiz edilen beş yıllık dönem içinde illerin ilişkili ve ilişkisiz çeşitlilik seviyesindeki değişimin incelenmesi de önem arz etmektedir. Buna göre Şekil 5, 2012-2017 yılları arasında illerin ilişkili ve ilişkisiz çeşitlilik endeksi değerleri arasındaki değişimi saçılım grafikleri aracılığıyla göstermektedir. Şekil 5’e göre bazı istisnai iller dışında iki farklı yıl değerleri arasında belirgin bir korelasyon bulunmaktadır. Bir başka ifadeyle, çoğu ilin ilişkili çeşitlilikteki göreceli konumu ilgili dönemde sabit kalmıştır.

Ancak, ilişkili çeşitlilik değerleri bakımından göreceli konumları önemli ölçüde değişen bazı iller bulunmaktadır. Şekil 5’deki Panel (a)’da görüldüğü gibi ilgili dönemde ilişkili çeşitlilik bakımından ürün portföyü yapısı en çok değişen il Adıyaman’dır. 2012 yılında ilişkili çeşitlilik bakımından ortalama değerlere sahip olan Adıyaman, 2017 yılı itibarıyla en yüksek ilişkili çeşitlilik endeksi değerine sahip il haline gelmiştir. Göreceli konumları önemli ölçüde değişen diğer iller sırasıyla Şırnak, Gümüşhane, Kilis ve Iğdır’dır. Bu illerdeki belirgin değişimin oluşmasında portföy yapısındaki değişimin ve/veya küçük örneklem yanlılığının temel belirleyiciler olduğu değerlendirilmektedir.

Ek Çizelge 1’den de görüleceği gibi örneğin Adıyaman ilinde toplam ihraç edilen SITC4 ürün sayısı, 2012 yılında 208 iken 2017 yılında 316’ya çıkmıştır. Şırnak örneğinde ise ihraç edilen SITC4 ürünü 2012 yılında 446 adet iken bu sayı 2017’de 488 olmuştur. Görülebileceği üzere bu illerin portföylerinde oldukça fazla sayıda ürün olmasına rağmen 5 yıllık süreç içerisinde portföy yapısındaki ilişkili çeşitliliğe yönelik yapısal değişim yaşanmıştır. Bazı illerde ise küçük örneklem yanlılığının etkileri kolayca görülmektedir. İhracat portföylerinde görece az sayıda ürün olan illerde, ürünlerin birbiri ile ilişkililik durumuna bağlı olarak<sup>8</sup> ilişkili veya ilişkisiz çeşitlilik değeri uç seviyelerde çıkabilmektedir<sup>9</sup>. Örneğin, Gümüşhane’de ihraç edilen SITC4 ürün sayısı 2012 yılında 3 iken 2017 yılında 6 ya çıkmıştır. İhracat portföyündeki yalnızca 6 SITC4 ürününün birbiriyle ilişkili olması sebebiyle Gümüşhane’nin genel endeks skoru yüksek seviyelerde çıkmıştır.



Şekil 5. İllerin ilişkili ve ilişkisiz çeşitlilik seviyesi: 2012-2017 arası değişim

Kaynak: TÜİK, 2022 verilerinden hesaplanarak yazarlar tarafından yapılmıştır.

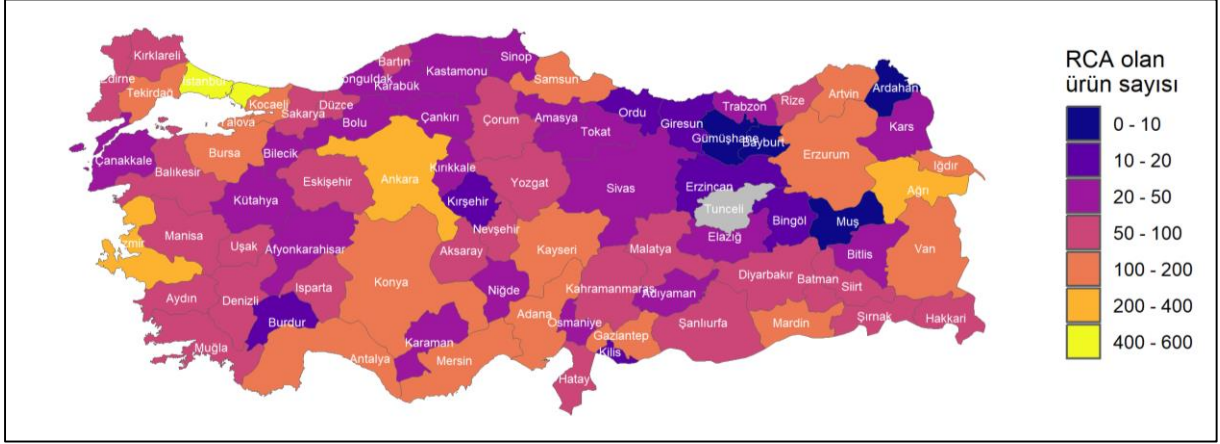
Şekil 5'deki Panel (b) incelendiğinde ise, 2012-2017 yılları arasında ilişkisiz çeşitlilik değerlerindeki değişimin daha az olduğu görülmektedir. İki yılın değerleri arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır. En çok dikkat çeken gözlem ise Yalova ve Hakkari'nin görece konumundaki belirgin değişimdir. 2012 yılında oldukça yüksek ilişkisiz çeşitlilik seviyesine sahip olan Yalova (15.) ve Hakkari'nin (13.) ilişkisiz çeşitlilik değerleri, 2017 yılında büyük düşüş göstermiştir (sırasıyla 74. ve 59. sıraya). Hakkari'ye ilişkin durum küçük örneklem sorunlarıyla ilişkilendirilebilir. Yalova'nın ilişkisiz çeşitlilik seviyesinde gözlemlenen bu değişimin kaynağı için biraz daha detaylı bir inceleme yapılabilir. Buna göre Yalova'dan ilgili dönemdeki ihrac edilen ürün sayılarına bakıldığında 2012 yılından 2017 yılına gelindiğinde ilin toplam ihrac ettiği ürün sayısında çok ciddi düşüş ve yükseliş gözlemlenmemektedir. Keza, 2012 yılında 274 adet SITC4 ürünü ihrac edilen Yalova'da 2017 yılında 257 SITC4 ürünü ihrac edilmektedir (Ek Çizelge 1). Bu doğrultuda Yalova'ya ait bu değişimin büyük ölçüde ihrac ettiği ürün portföyünün bileşimindeki değişimden kaynaklandığı söylenebilir. Mikro veri detaylı incelendiğinde 2012 yılı itibarıyla Yalova'nın SITC 2. kırılımı bazında ürünlerin toplam il ihracatı içerisindeki paylarında oldukça dengeli bir dağılım gözlemlenmektedir. En yüksek paya sahip ürün grubunun payı yaklaşık yüzde 29'dur. Ancak, 2017 yılına gelindiğinde SITC 2. kırılım paylarında oldukça dengesiz bir portföy bileşimi oluşmuştur. 2017 yılında SITC 2. kırılımında "Diğer Ulaşım Araçları" kategorisinin toplam il ihracatı içerisindeki payı yüzde 90 seviyesine ulaşmıştır. Bu duruma bağlı olarak Yalova'nın ihracat portföyünün ilişkisizlik seviyesinde azalma olmuştur. Diğer taraftan 2012-2017 döneminde Kilis, Yozgat ve Giresun ilişkisiz çeşitlilik değerlerinde en büyük artışı yakalayan iller olmuştur. Ek Çizelge 2'den görüldüğü üzere Kilis 57. sıradan 25. sıraya, Yozgat 41. sıradan 22. sıraya, Giresun 77. sıradan 66. sıraya yükselerek ihracat portföylerini ilişkisiz çeşitlendirme yönünde geliştirmişlerdir.

#### 4.2. İllerin İlişkili Çeşitlenme Düzeyleri ve Gelişmişlik Düzeyi İlişkisi

Yöntem bölümünde açıklandığı üzere çalışma kapsamında bölgelerin ihracat ürünlerindeki portföy değişimleri analiz edilirken mukayeseli üstünlük olan ürünler dikkate alınmıştır. Buna göre bir ilde 2012 yılında herhangi bir üründe mukayeseli üstünlük olmayıp ( $RCA \leq 1$ ) 2017 yılında mukayeseli üstünlük elde edilmesi ( $RCA > 1$ ) durumunda ilin o ürünü portföyüne eklediği varsayılmıştır.

Bu doğrultuda Şekil 6, illerin analiz başlangıç dönemi olan 2012 yılında RCA değeri 1'den yüksek olan SITC4 ürün sayısını göstermektedir. Haritadan açıkça görülebileceği üzere en çok RCA olan ürün sayısı İstanbul'da bulunmaktadır. İstanbul'u Ankara ve İzmir sırayla takip etmektedir. Türkiye'deki ekonomik aktivitenin mekânsal dağılımı dikkate alındığında bu durum beklendiği gibidir. 2012 yılı itibarıyla, 81 il içerisinde yalnızca Tunceli ilinin hiç ihracat değeri bulunmamaktadır (Bkz. Ek Çizelge 1). Harita detaylı incelendiğinde ortalama olarak her bir ilin yaklaşık 80 adet SITC4 ürünüde mukayeseli üstünlüğü bulunmaktadır. Bölgesel dağılıma bakıldığında doğu ve batı illeri arasında önemli bir ayrım görülmemektedir. Üç büyük metropolden ve Adana'dan sonra özellikle imalat sanayiinin gelişmiş olduğu hinterlandlar (Kocaeli, Tekirdağ, Mersin, , Bursa, Yalova) ile Anadolu'nun yeni sanayi odakları (Konya, Kayseri, Gaziantep, Samsun) ve sınır ticareti yapan şehirlerde (Ağrı, Iğdır, Van, Mardin, Artvin) görece daha fazla üründe RCA bulunmaktadır.

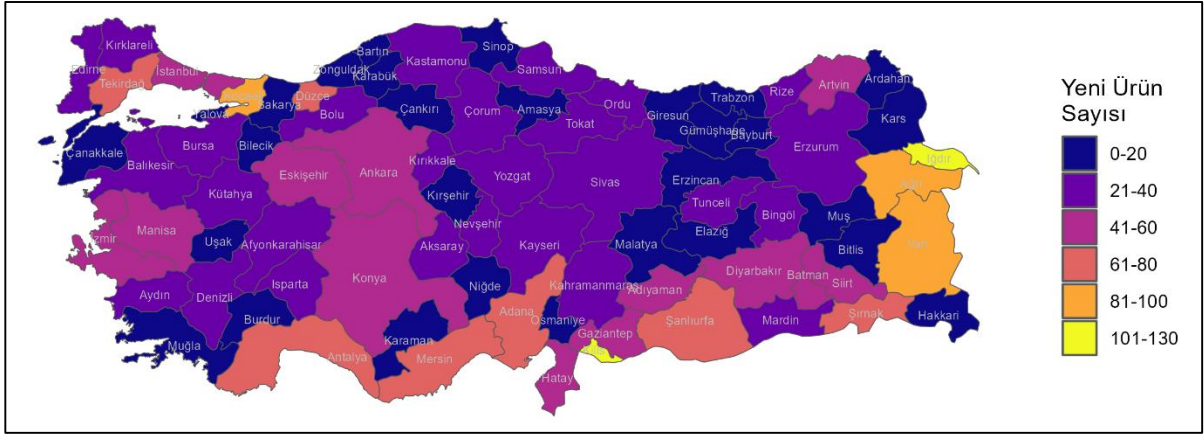




Şekil 6. İllere göre rca değeri 1’den yüksek ihraç ürün sayısı-2012

Kaynak: TÜİK, 2022 verilerinden hesaplanarak yazarlar tarafından yapılmıştır.

Şekil 7, ilgili dönemde illerin mukayeseli üstünlük sahibi olarak portföyüne eklediği yeni ürün sayısını göstermektedir. Haritadan görülebileceği üzere illerin ihracat portföylerine ekledikleri yeni SITC4 ürün sayısı coğrafi olarak bir heterojenlik göstermektedir. Ortalama olarak her ilin 34 yeni üründe uzmanlık sağladığı görülmektedir. Özellikle Iğdır, Kilis, Ağrı ve Van, portföylerine en çok yeni ürün ekleyen iller arasındadır. Ayrıca üç büyük metropol ile onların hinterlandları ve yeni sanayi odaklarından bazıları (Edirne, Konya, Gaziantep) ile Akdeniz kıyı bölgesi ve Güneydoğu Anadolu’nun tamamı, söz konusu dönemde en çok yeni ürün ekleyen diğer yerleri oluşturmaktadır.

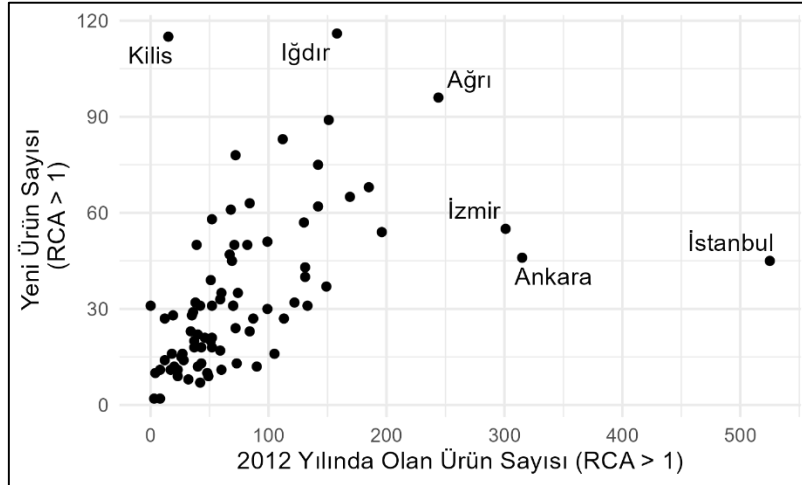


Şekil 7. 2012-2017 yılları arasında illerin ihracat portföyüne eklediği yeni ürün sayısı

Kaynak: TÜİK, 2022 verilerinden hesaplanarak yazarlar tarafından yapılmıştır.

Şekil 8, illerin başlangıç dönemi itibarıyla mukayeseli üstünlük sahibi olduğu ihraç ürün sayısı ile yeni eklenen ürün sayısı arasındaki ilişkiyi göstermektedir. İki değişken arasındaki Pearson korelasyon değeri 0,46’dır. Her ne kadar korelasyon değeri çok yüksek olmasa da belirli uç değerler kapsam dışı bırakıldığında iki döneme ait değerler arasındaki pozitif ilişki açıkça görülebilmektedir. Grafığe göre başlangıç döneminde portföyünde yüksek sayıda ürün bulunduran iller, ilgili dönemde en çok ürün ekleyen iller arasındadır. Ancak bu noktada bazı uç değerlere sahip illerin durumuna da değinmekte fayda bulunmaktadır. Örneğin; İstanbul, Ankara, İzmir gibi başlangıç döneminde birçok

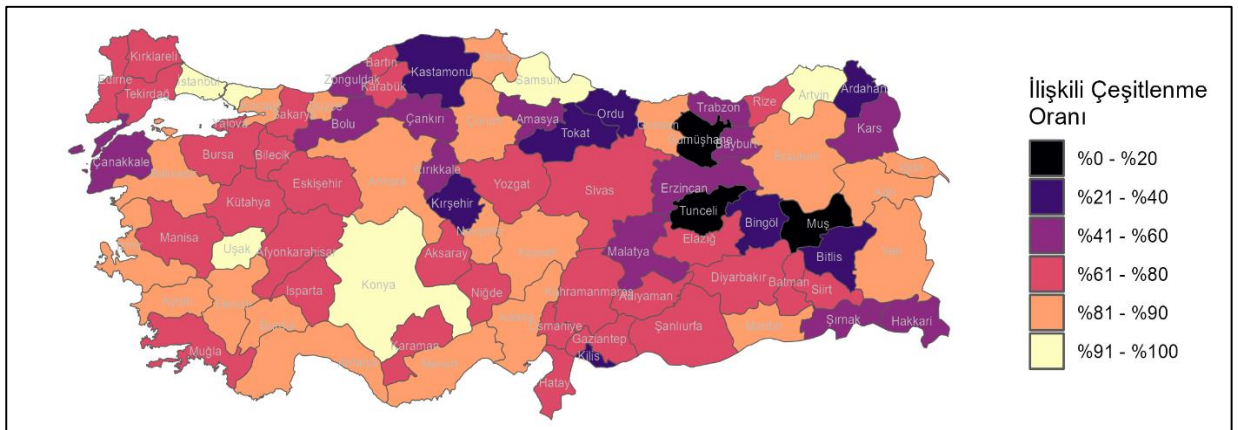
üründe mukayeseli üstünlüğe sahip olan şehirler, yeni ürünlerde uzmanlaşma yönünden orta düzeyde bir performans sergilemişlerdir. Başlangıç döneminde en az sayıda üründe mukayeseli üstünlüğe sahip olan şehirlerden biri olan Kilis ise, ilgili dönemde 115 yeni üründe mukayeseli üstünlüğe sahip olmuştur. 2011 yılı sonrası başlayan Suriye'den Türkiye'ye yoğun göç sonucu, Kilis'te göçmen girişimciler tarafından kurulan yeni işletmelerin beraberinde getirdiği süregelen iş ve ticaret bağlantılarının, ihracat ürün portföyündeki bu belirgin sıçramada önemli etkisinin olduğu değerlendirilmektedir. Bunun yanı sıra Iğdır, Ağrı ve Van illerindeki eklenen yeni ürün sayısının büyük oranda Sınır Ticaret Merkezi uygulaması (STM) ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.



Şekil 8. İllerin RCA olan ürün sayısının 2012-2017 dönemindeki korelasyonu

Kaynak: TÜİK, 2022 verilerinden hesaplanarak yazarlar tarafından yapılmıştır.

İlgili dönemde bölgelerin mukayeseli üstünlük kazandıkları yeni ürünlerin mevcut portföy ile ilişkisini incelemek amacıyla yöntem bölümündeki Denklem-6'da yer alan formül kullanılarak, her bir ilin eklediği yeni SITC4 ürünün ne kadarlık kısmının ilişkili olduğu hesaplanmıştır. Buna göre Şekil 9, yeni eklenen ihraç ürünlerinin yüzde olarak ne kadarlık kısmının ilişkili olduğunu göstermektedir.



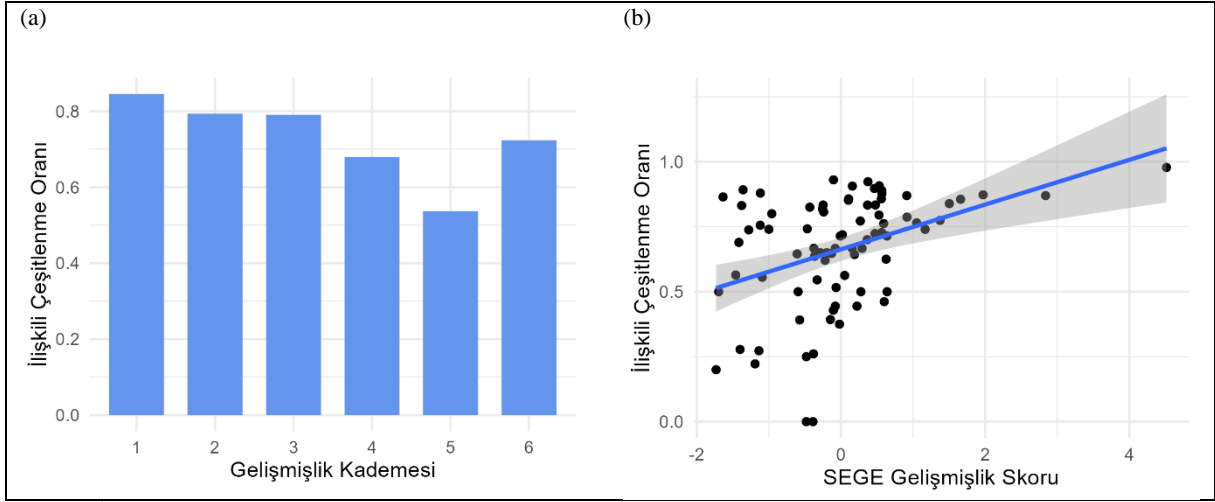
Şekil 9. İllerin 2012-2017 Arası İlişkili Çeşitlenme Oranı

Kaynak: TÜİK, 2022 verilerinden hesaplanarak yazarlar tarafından yapılmıştır.

Şekil 9 genel olarak incelendiğinde özellikle ülkenin doğusundan batısına doğru gidildikçe ilişkili çeşitlenmenin<sup>10</sup> arttığı görülmektedir. Söz konusu beş yıllık dönemde bazı illerin çeşitlenme durumları belirli yönlerden çok baskın karakterlere sahip olmuştur. Örneğin gelişmişlik düzeyi en yüksek şehir olan İstanbul’un portföyüne eklediği yeni ürünlerin tamamı ilişkili kategoridedir. Keza Konya, Samsun, Uşak ve Artvin gibi illerin de yüzde 90-93 oranında ilişkili olarak çeşitlendiği görülmektedir. Tam tersi durumda olan Gümüşhane ve Tunceli illerinde ise portföye eklenen ürünlerin tamamı ilişkisiz kategoridedir. Başlangıç döneminde hiç ihracatı bulunmayan veya çok az üründe ihracatı bulunan bu şehirlerde eklenen ürünlerin hepsinin ilişkisiz olması normal karşılanmalıdır. Çünkü bu illerin portföyünde çok az ürün olduğu için yeni eklenen ürünlerin farklı SITC2 kırılımı altında ürünlerden oluşması çok olasıdır. İllerin ilişkili çeşitlenme oranları incelendiğinde illerin %82’sinin en az %50 ilişkili çeşitlenme oranına sahip olduğu görülmektedir ki bu durum illerin geneli açısından yeni eklenen ürünlerin ağırlıklı kısmının ilişkili ürünlerden oluştuğunu net bir şekilde ortaya koymaktadır. Bu durum EEC ve ilişkili çeşitlilik kuramıyla paralellik arz eden bir sonuçtur (Boschma, 2017). Keza, literatürdeki ampirik çalışmaların ağırlıklı kısmı bölgelerin ilişkili çeşitlenme gerçekleştirdiğine yönelik ampirik kanıtlar sunmaktadır (Bahar vd., 2014; Boschma vd. 2013; Essletzbichler, 2015; Neffke, vd., 2011).

Şekil 10’da mekansal dağılımı gösterilen ilişkili çeşitlenme durumu, illerin sosyo-ekonomik gelişmişlik seviyesi ile birlikte incelendiğinde çok daha net bir görünüm ile karşılaşılmaktadır. Buna göre Şekil 10 Panel (a)’da illerin SEGE gelişmişlik kademeleri bazında ilişkili çeşitlenme oranı hesaplanmıştır. Panel (b)’de ise, illerin ilişkili çeşitlenme oranı ile SEGE gelişmişlik skoru arasındaki ilişki saçılım grafiği ile gösterilmiştir. Panel (b)’den açıkça görülebileceği üzere sosyo-ekonomik olarak görece daha gelişmiş olan şehirlerde ilişkili çeşitlenme oranı daha yüksektir.

Gelişmişlik kademelerine<sup>11</sup> göre ilişkili çeşitlenme oranları incelendiğinde de benzer bir görüntü ile karşılaşılmaktadır. 6. kademedeki iller hariç tutulduğunda gelişmişlik kategorisi arttıkça illerdeki ilişkili çeşitlenme oranı hafifçe yükselme göstermektedir (Şekil 10 - Panel a). Özellikle 4. ve 5. gelişmişlik kademesinde ilişkili çeşitlenme seviyesindeki sert düşüş göze çarpmaktadır. 6. kademedeki illerin özel durumunun daha önceki bölümlerde belirtildiği üzere sınır ticareti kapsamındaki illerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu iller yüksek sayıda yeni ve ilişkili nitelikli ihraç ürünü eklemiş olduğu için 6. kademenin genel ortalamasını yukarıya çekmişlerdir.



Şekil 10. İllerin gelişmişlik düzeyi ile ilişkili çeşitlenme ilişkisi 2012-2017

**Kaynak:** TÜİK, 2022 ve Kalkınma Bakanlığı, 2013 verileri kullanılarak yazarlar tarafından hesaplanmıştır.

Türkiye’de illerin gelişmişlik seviyesi arttıkça ilişkili çeşitlenme oranının artması ilişkili çeşitlenmeye yönelik ampirik literatürün bulgularıyla aksi yöndedir. Özellikle ülke bazında ülkelerin kompleksite seviyesi ve çeşitlenme örüntüsünü inceleyen çalışmaların ortak bulgusu; düşük ekonomik kompleksite seviyesine sahip ülkelerin ağırlıklı ilişkili yönde çeşitlenme gerçekleştirirken, ekonomik kompleksite seviyesi arttıkça ilişkisiz çeşitlenme kabiliyetlerinin arttığı yönündedir (Boschma ve Capone, 2015; Alshamsi vd., 2018; Pinheiro vd., 2021). Türkiye’de bölgelerin sosyo-ekonomik gelişmişlik seviyesini, kompleksiteyi temsil eden bir değişken olarak değerlendirdiğimizde bu durum mevcut literatür ile tersi sonuçlar vermekle birlikte belirli koşulların göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu konuda literatürde yapılan çalışmaların çok ağırlıklı kısmı ex-post nitelikli ilişkililik metriklerini kullanmaktadır. Bu çalışma kapsamında ex-ante ilişkililik metodu ile çeşitlenme incelenmiş olup gelişmiş bölgeler başlangıç durumunda çok fazla üründe uzmanlaşma sağlamış oldukları için 5 yıllık süreçte eklenen ürünlerin mevcut portföyle ilişkili olma olasılığı çok yüksektir. Bu sebeple ex-post ilişkililik metriklerine göre analiz tekrarlandığında daha farklı sonuçların elde edilmesi de muhtemeldir.

## 5. Sonuç ve Öneriler

İlişkili çeşitlilik, EEC literatüründe, bir bölgedeki farklı endüstrilerin birbirleriyle ilişkili olduğu ve birbirlerini tamamladığı fikrine dayalı bir kavramdır. İlişkili çeşitliliğe yönelik literatür, bir bölgedeki farklı endüstrilerin birbirleriyle etkileşimleri ve sinerjileri sayesinde bölgedeki yenilikçilik, üretkenlik ve büyümeyi artırabileceğini öne sürmektedir. Bu çalışma kapsamında Frenken vd. (2007) tarafından geliştirilen entropi metrikleri kullanılarak ihracat ürün portföylerine göre illerin ilişkili ve ilişkisiz çeşitlilik seviyeleri hesaplanmıştır. İlişkisiz çeşitlilik SITC 2. kırılım ürün kategorisi düzeyinde; ilişkili çeşitlilik ise 2. kırılım SITC kategorileri içerisinde 4. kırılım ürün kategorisi düzeyinde ölçülmüştür. Bu iki değişkenin ayrı olarak hesaplanması suretiyle bölgelerdeki salt çeşitliliğin ötesinde bölgedeki ihracata yönelik iktisadi aktivitenin ne ölçüde birbirine benzer ve tamamlayıcı nitelikli alanlardan oluştuğu ampirik olarak ölçülmüştür.

İlk aşamadaki analiz bulgularına göre ilişkili ve ilişkisiz çeşitlilik değerleri bakımından iller arasında önemli heterojenlik gözlemlenmekle birlikte büyük metropollerin hem ilişkili hem de ilişkisiz çeşitlilik bakımından yüksek değerlere sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Bunun yanı sıra illerin ilişkili ve ilişkisiz çeşitlilik seviyesinin 2012 ve 2017 arasında bazı uç değer gözlemler dışında yüksek korelasyon gösterdiği görülmüştür. İkinci aşamadaki analiz bulgularına göre ise 2012-2017 yılları arasında ihracat ürünlerini çeşitlendirme sürecinde illerin mevcut portföyleri ile ne ölçüde ilişkili ürün ekledikleri incelenmiştir. Çeşitlenmenin niteliği bakımından özellikle gelişmiş illerin mevcut ürün portföyü ile ilişkili ürünleri ekleme eğiliminin daha fazla olduğu yönünde bulgulara ulaşılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre Türkiye’de illerin ihracat portföyü ilişkili ve ilişkisiz çeşitlilik değerleri açısından önemli ölçüde heterojenlik göstermektedir. Özellikle metropoller ile sınır ticareti yapan şehirlerde ilişkili çeşitliliğin yüksek seviyelerde olduğu gözlemlenmiştir. İlişkili çeşitlenme bakımından Türkiye’de illerin ihracat portföylerine ekledikleri ürünlerin ağırlıklı kısmının ilişkili nitelikli olduğu görülmüştür. Ayrıca ilişkili çeşitlenme eğiliminin sosyo-ekonomik olarak gelişmiş şehirlerde görece daha yüksek seviyelerde olduğu ortaya konulmuştur. İlişkisiz çeşitlilik bakımından büyük metropollerin üst sıralarda olduğu gözlemlenmiştir. Bu şehirleri ise görece sanayi altyapısının gelişmiş olduğu çekim merkezi niteliğindeki iller takip etmektedir. Toplam ihracatın SITC sektörel bakımdan dengeli olarak dağıldığı bu illerde birbirinden farklı nitelikte ekonomik faaliyetler bir arada yürütülmektedir.

Gerek “ilişkili çeşitlilik” gerekse “ilişkili çeşitlenme” konuları özellikle son yıllarda bölgesel kalkınma ve yenilikçilik politikaları açısından önem kazanmış ve bölgesel politikaların tasarımında ve uygulanmasında kullanılan bir araç olmuştur (Balland vd., 2019; Bathelt ve Storper, 2023; European Commission, 2023a; Foray vd., 2012). Bu çerçevede bölgesel kalkınma politikası bağlamında değerlendirildiğinde ilişkili çeşitlilik ve/veya ilişkili çeşitlenme konusu Akıllı Uzmanlaşma gündemi ile de önemli ölçüde ilişkilidir (Balland vd., 2019; Whittle ve Kogler, 2019;). İlk kez 2009 yılında öne sürülen ve 2013 yılından itibaren AB’nin temel bölgesel kalkınma politikası aracı olarak kullanılan Akıllı Uzmanlaşma konsepti (McCann ve Ortega-Argilés, 2015; Yılmaz, 2021), bölgelerin yüksek katma değerli faaliyetlerde rekabet avantajı geliştirebilecekleri yeni platformları belirlemenin bir yolu olarak mevcut yeteneklerinden yararlanmaları gerektiğini savunmaktadır. Özü itibarıyla mekâna dayalı bir bölgesel kalkınma yaklaşımı (Yavan, 2013) olan Akıllı Uzmanlaşma bölgelerin hali hazırda sahip olduğu varlıkları ile yakından ilişkili olan veya tamamlayıcılık bağlantısı kurulması suretiyle bölgenin mukayeseli üstünlük sağlayabileceği alanlara kaynakların ve yatırımların odaklandırılmasını öneren bir stratejidir. Bu bakımdan ilişkili çeşitlenme konusunun gerek akıllı uzmanlaşmaya teorik bakımdan katkı sağlama gerekse akıllı uzmanlaşma stratejilerinin uygulanmasında pratik araç olarak kullanılması noktasında büyük potansiyeli bulunmaktadır. Akıllı uzmanlaşma stratejilerinin en önemli boyutlarından birisi bölgede bulunan tüm mevcut varlıkları, kaynakları ve sorunları göz önünde bulundurarak kanıta dayalı stratejiler geliştirmesidir. Bu süreçte bölgenin rekabet avantajı yaratacak ve aynı zaman birbirine besleyecek ilişkili faaliyet alanlarının tespit edilerek kaynakların bu alanlara yönlendirilmesi önem arz etmektedir. Bu kapsamda bölgelerdeki öncelikli faaliyet alanları veya ürünlerinin belirlenme sürecinde o bölgede var olan yığılmalar ve alanla ilişkili kapasite ve yeteneklerin varlığının tespit edilmesi gerekmektedir. Bu bakımdan farklı ilişkililik metriklerinin

sağlayabileceği bilgiler ile bölge ekonomilerinin hangi alanda daha efektif bir uzmanlaşma/çeşitlenme sağlayabileceğine ilişkin çıkarımlar yapılabilmektedir (Balland vd., 2019; D’Adda vd., 2020).

Günümüzde çok yeni gelişmekte olan literatür, ilişkililik konseptinin akıllı uzmanlaşma stratejilerinin operasyonelize edilmesine ne tür katkılarının olabileceğine yoğunlaşmaktadır (Balland vd., 2019; D’Adda vd., 2020; Montresor ve Quatraro, 2020). Özellikle akıllı uzmanlaşma bağlamında ürün ve faaliyet alanı gibi stratejik önceliklerin belirlenmesinde ilişkililik ve kompleksite yaklaşımlarından giderek daha fazla yararlanılmaktadır. Her ne kadar ürün ve endüstrilerin ilişkililik seviyesini ifade eden metrikler çeşitlenmenin gerçekleştirilebileceği alanları işaret etmesi bakımından kullanışlı olsa da, kimi zaman ilişkililik tek başına bölgelerin çeşitlenme gerçekleştirilebileceği alanları öngörmeye yeterli olmamaktadır. McCann ve Ortega-Argilés (2015), bölgelerde teknolojik, finansal ve sosyal yönden kısıtlayıcı olabilecek faktörlerin bölgelerin ekonomik çeşitlenme ve büyüme performansındaki kısıtlayıcı rolüne vurgu yapmaktadır. Bu bakımdan yeni endüstrilerde uzmanlaşma sağlamaya yönelik politikalarda bu tip bariyerlerinin etkisini minimize edecek tamamlayıcı uygulamaların da göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu bakımdan ilişkili çeşitlenmeye yönelik gelecek ampirik çalışmalarda kolaylaştırıcı ve kısıtlayıcı faktörlerin etkisine de odaklanmakta fayda bulunmaktadır. Balland vd. (2019) akıllı uzmanlaşma stratejilerin tasarımında, potansiyel ürün veya endüstrilerin bölgenin mevcut üretim altyapısı ile ilişkililiğin yanı sıra bu ürün/endüstrilerin kompleksite değerlerinin bir arada değerlendirilmesi gerektiğine vurgu yapmaktadır. Bu bağlamda yüksek ilişkililik ve yüksek kompleksite değerlerine sahip ürün/endüstrileri hedeflemenin en optimum strateji olacağını önermişlerdir.

Türkiye’de de bölgesel kalkınma önceliklerinin belirlenme sürecinde akıllı uzmanlaşma yaklaşımı giderek daha fazla benimsenmektedir. Bölgesel kalkınmanın yönetiminde temel aktörlerden olan kalkınma ajansları tarafından Düzey-2 bölgeleri için Akıllı Uzmanlaşma Stratejileri veya Akıllı Uzmanlaşmaya Yönelik Bölgesel Yenilik Stratejileri hazırlanmaktadır (Örneğin MARKA, 2014; ANKARAKA, 2019; BEBKA, 2020; Yılmaz, 2021). Bu hazırlık sürecinde genellikle Avrupa Birliği için 2012 yılında oluşturulmuş olan Bölgesel Yenilik Stratejileri için Akıllı Uzmanlaşma (RIS3) belgesindeki (Foray vd., 2012) yöntemden yararlanılmaktadır. Bu strateji çalışmalarında bölgelerin yenilikçilik gündemi kapsamında; bölgesel koşullar ve yenilikçilik potansiyeli analiz edilmekte, belirlenen stratejik önceliklerle uyumlu olarak yol haritası ve izleme değerlendirme mekanizması ortaya koyulmaktadır. Mevcut durum itibarıyla Avrupa Birliği Akıllı Uzmanlaşma Platformuna Kalkınma Ajansları aracılığıyla 6 düzey-2 bölgesi<sup>12</sup> üyedir (European Commission, 2023b).

Kalkınma Ajansları tarafından hazırlanmış olan akıllı uzmanlaşma stratejileri incelendiğinde belirlenen stratejik önceliklerin ağırlıkla tematik olarak Ar-Ge ve yenilik altyapısını geliştirmeye odaklı olduğu görülmektedir (Yavan vd., 2022). Yeni ürün ve endüstri alanlarını hedefleyen stratejik önceliklerin görece daha az sayıda olduğu gözlemlenmektedir. Yeni ürün ve endüstrilere yönelik kantitatif analizlerde ise genellikle geleneksel yağılma ekonomileri göstergeleri ve küme analizleri uygulanmaktadır. Akıllı uzmanlaşma stratejilerinin tasarlanma sürecinde büyük veri ve idari kayıtlara dayalı yapılacak kantitatif analizlerin yanı sıra, Girişimsel Keşif Süreci ile paydaşlardan elde edilecek geri bildirimler ile doğrulamanın gerçekleştirilmesi önem arz etmektedir. Bu bakımdan özellikle

kantitatif analiz sürecinde ilişkililik konsepti ve ilişkililik metrikleri, analitik bir araç olarak önemli potansiyel barındırmaktadır. İlişkililik metrikleri ile bölgenin mevcut üretken altyapısı, insan kaynağı ve yetenekleri ile uyumlu olarak en hızlı şekilde hangi ürün/endüstri alanlarına sıçrama sağlanabileceğine yönelik çıkarımlar elde etmek mümkündür.

Bu çalışma kapsamında yalnızca ex-ante ilişkililik metrikleri üzerinden ampirik analiz gerçekleştirilmiştir. Ancak günümüzde akıllı uzmanlaşma stratejilerine yönelik ilişkililik çalışmalarında ağırlıklı olarak açıklanmış ilişkililiğe (revealed relatedness) dayanan ex-post ilişkililik metrikleri daha sık kullanılmaktadır. Ürün (Hidalgo, 2007), endüstri (Neffke vd., 2011), yetenek (Neffke ve Henning, 2013), teknolojiler (Kogler vd., 2013) gibi farklı alanlara uygulanabilecek ilişkililik analizleri ile bölgenin mevcut varlıkları ile uyumlu ekonomik faaliyet alanlarının ne olabileceğine yönelik tahminlemeler yapılması mümkündür. Ancak ilişkililiğe dayalı analizlere dayalı olarak stratejik önceliklendirme yapmak tek başına yeterli değildir. Bu sebeple elde edilen çıkarımların Girişimsel Keşif Süreci ile doğrulanması ve bu alanda ne tür dar boğazların olduğunun tespit edilmesi de kritik öneme sahiptir.

İlişkililik ve bölgesel çeşitlenme konusu EEC içerisinde son 15 yılda gelişen çok önemli bir gelenek ve nicel analiz yaklaşımı olmakla birlikte, EEC içerisinde bölgelerin yeni sanayiler oluşturma ve yeni yol/patika geliştirme konularına odaklanan ancak ilişkili çeşitlilik kavramını kullanmayan ve genellikle nitel analiz yöntemlerine dayanan “alternatif bir başka geleneğin” de olduğunu vurgulamak gerekir. EEC geleneğinin Boschma-Frenkenci ilişkili çeşitlilik anlayışına dayanmayan ve “Yeni Bölgesel Endüstriyel Yol Gelişimi” olarak adlandırılan bu gelenek, ilişkili çeşitlilik dışında bölgelerin yeni sanayi patikası gelişimini mümkün kılan alternatif yolların ve mekanizmalarının olduğunu ortaya koymaktadır (Boschma vd., 2017; Grillitsch, vd., 2018; Hassink vd., 2019; MacKinnon vd., 2019; Martin ve Sunley, 2006; Trippel, vd., 2018). EEC geleneğinin Trippel-Isaksen-Grillitsch çizgisini temsil eden “Yeni Yol Gelişimi” literatürü ilişkiselliğin diğer formlarının da var olduğunu ve bölgelerin çeşitlenmesinde ilişkisiz olan diğer yolların yani bölgede bilgi tabanı olmayan, mevcut yerel varlık ve yetkinliklerden ayrı şekilde gelişen kısacası bir bölgede yeni patika geliştirme biçimlerinden ilişkili çeşitliliğin bir sonucu olan “yol çeşitlendirme” veya “yol dallanması” tipine girmeyen diğer alternatif yol geliştirme biçimlerinden “yol yükseltme”, “yol genişletme”, “yol yaratma” ve “yol ithal etme” gibi yeni bölgesel endüstriyel patika geliştirme biçimlerinin de incelenmesi ve hesaba katılması gerektiğini vurgulanmaktadır. Bu bağlamla EEC alanında geliştirilen ilişkili çeşitlilik ve bölgesel çeşitlenme kavramlarının ve bu kavramlara dayalı olarak yapılan ampirik analizlerin genelde bölgesel kalkınma politikası için özelde de bölgesel inovasyon politikası ve akıllı uzmanlaşma stratejileri için büyük olanaklar sunduğu açıktır. Ancak bölgesel kalkınma ve inovasyon teorisinin yalnızca mevcut dar ilişkili çeşitlilik anlayışı üzerine inşa edilmemesi gerektiği aynı zamanda bölgelerin kurumsal yapısını, bölgedeki girişimci faillerin ve liderliğin rolünü, çok ölçekli ve yerel olmayan bağlantı ve kaynakların etkisini hesaba katan daha geniş bir (EEC) perspektifine sahip olması gerektiğinin altı önemle çizilmelidir.

## Notlar

1. Aradaki fark, MAR dışsallıklarının dinamik veya kendi kendini güçlendirdiği varsayılırken, yerleşme ekonomilerinin veya dışsallıklarının daha çok statik bir yapıya sahip olmasıdır (Neffke vd., 2011). Ancak bu çalışmada söz konusu ayrımın pek bir öneminin olmaması nedeniyle firmaların yerel uzmanlaşmadan elde ettikleri tüm faydalar metin boyunca MAR dışsallıkları olarak adlandırılacaktır.
2. Yığılma ekonomilerinin/dışsallıkların oluşum mekanizması, ölçümü ve ayrımı konusunda son 30 yılda çok derin bir tartışma söz konusudur. Bu bağlamda 1990 öncesi literatürde mesele yerleşme (uzmanlaşma) ekonomileri ve kentleşme (çeşitlenme) ekonomileri olarak ele alınırken, daha sonraları MAR, Jacobs ve Porter dışsallıkları şeklinde kavramsallaştırılmıştır. Yani bu konuda literatürde genel bir kabul olsa da kesin bir oydaşma da yoktur. Örneğin; söz konusu literatürde genel olarak kentleşme ekonomileri ile Jacobs dışsallıkları özdeş olarak tutulmaktadır. Ancak ampirik literatür detaylı ve incelikli şekilde incelendiğinde Jacobs dışsallıkları ile kentleşme dışsallıklarının birbiri ile tam da özdeş olmadığı görülmektedir. Kentleşme ekonomilerinin ağırlıkla kent ölçeğiyle ilişkili olduğu, bunu karşın Jacobs dışsallıklarının temelde kentteki farklı endüstriyel yapının ve aktörlerin çeşitliliğinden kaynaklandığı bilinmektedir. Nitekim kentleşme ekonomilerini ölçme girişiminde bulunan tüm çalışmalar bu kavramı “size-büyüklik” ile ölçerken, Jacobs dışsallıklarının “diversity-çeşitlilik” ile ölçüldüğü literatürde yaygın şekilde görülmektedir (Beaudry ve Schifffauerova, 2009; De Groot vd., 2009; Caragliu vd., 2016).
3. Ekonomik coğrafya geleneği çok uzun yıllar boyunca -EEC öncesinde- bölgesel ekonomilerin analizini ve bölgesel kalkınma konusunu “uzmanlaşma” perspektifinden incelemiştir, dolayısıyla uzmanlaşma kavramı kümelenme yaklaşımının da özüdür. Oysa EEC geleneği genel olarak uzmanlaşma yerine “çeşitlenmeye” (dolayısıyla ilişkili çeşitlilik kavramına) vurgu yaparken, klasik/geleneksel ekonomik coğrafya yaklaşımları aynı olguyu uzmanlaşma/kümelenme olarak görmektedir. Bu konuda iki ayrı kampta yani Boschma-Frenken-Martin’in Evrimsel EC çizgisine karşı Storper-Bathelt-Kemeny’in Yeni/İlişkisel EC çizgisi arasında tartışmalar devam etmektedir.
4. Ürünlerin sınıflamasına yönelik olarak oluşturulan Uluslararası Standart Ticaret Sınıflaması (SITC) sisteminde her bir ürün kategorisi hiyerarşik ağaç yapısı içerisinde en alt düzeyde tanımlanmaktadır. Kırılım sayısı arttıkça ağaç yapısında daha detaylı ürün tanımına ulaşılabilmektedir. Örneğin SITC sisteminde 4. Kırılım bir ürün kategorisi olan 7148 kodlu “Gaz Türbinleri”, ikinci kırılım olarak “Güç üretim makineleri ve ekipmanları” ürün kategorisinin altında bulunmaktadır.
5. Ürünler, teknolojiler, yetenekler ve endüstriler arasındaki yakınlığı ölçmede kullanılan bir diğer yöntem ise Hidalgo vd. (2007) tarafından geliştirilen ve ürün/teknoloji/yetenek/endüstrilerin bölgelerin portföylerinde eş anlı olarak görülme olasılığını dikkate alan ex-post ölçüm yöntemidir. Gerek Boschma vd. (2012) gerekse Content ve Frenken (2016) ile Whittle ve Kogler (2019) ex-ante ve ex-post ölçüm yöntemlerinin farklılıklarını ve sahip oldukları sınırlılıkları vurgulamışlardır. Burada her iki ölçüm yönteminin de mükemmel olmadığını, birbirine özgün zayıf ve güçlü yanlarının olduğunu vurgulamak gerekmektedir.
6. Örnek vermek gerekirse; bir bölgenin yalnızca 76 kodlu Telekomunikasyon cihazları SITC2 kategorisi altında yer alan 7622 kodlu Radyo Yayınları Alıcıları ürün kategorisinde 2012 yılında mukayeseli üstünlüğü bulunduğunu varsayalım. Eğer bu bölge, 2017 yılında 76 SITC2 kodunun altında yer alan 7616 Televizyon Alıcı Cihazları SITC4 ürün kategorisinde mukayeseli üstünlüğe erişirse, portföye eklenen 7616 kodlu SITC4 ürünü ilişkili olarak kabul edilecektir. Ancak bölge 2017 yılında 11 kodlu İçecekler SITC2 kategorisi altındaki herhangi bir SITC4 ürününde mukayeseli üstünlüğe erişirse bu ürün ilişkisiz olarak kabul edilecektir. Çünkü başlangıç dönemi olan 2012’de bölgenin yalnızca 76 kodlu SITC2 ürünü altındaki bir üründe uzmanlaşmış durumdadır.
7. İlin ilgili üründe RCA değerinin 1’den büyük olması.
8. Aynı ikinci dijital SITC kırılımında yer alması.
9. Bu durumu örneklemek bakımından bir ilin yalnızca iki SITC 4 ürünü ihraç ettiği senaryo düşünülebilir. Eğer bu iki ürün birbiri ile ilişkili (aynı SITC2 kategorisi altında yer alan) bir ürün çifti ise, ile ait ilişkili çeşitlilik değeri çok yüksek seviyede çıkabilir.
10. Burada hesaplanan metrik, ilişkili çeşitlilik (related variety)’den farklı olarak “ilişkili çeşitlenme” (related diversification) metriğidir. İlişkili çeşitlilik metrikleri, kesit bir zamanda bölgelerin endüstriyel çeşitliliğinin kendi içerisinde ne seviyede bir ilişkililiğe ve uyuma (coherence) sahip olduğunu göstermektedir. İlişkili çeşitlenme metrikleri ise belirli bir zaman aralığında bölgenin eklemiş olduğu yeni ürünlerin mevcut portföyle ne ölçüde ilişkili olduğunu göstermektedir.



11. Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi (SEGE 2011) çalışmasına göre her bir il için belirlenen gelişmişlik kademesini ifade etmektedir. 1. kademede yer alan iller en gelişmiş iller konumundayken, 6. kademede yer alan iller en az gelişmiş iller kategorisi içerisinde yer almaktadır.

12. TR21, TR33, TR41, TR42, TR52 Düzey-2 bölgeleri.



# An Empirical Analysis on the Related Variety Dynamics of Regions in Turkey from the Perspective of Evolutionary Economic Geography

Leventcan Gültekin<sup>a</sup>, Nuri Yavan<sup>\*b</sup>, Zühal Kurul<sup>c</sup>

Submitted: 01.09.2023

Accepted: 11.10.2023

## EXTENDED ABSTRACT

### 1. Introduction

The question of whether a sectorally specialized or diversified structure is more beneficial for regional economies is a long been debated topic economic geography literature (Bathelt and Storper, 2023; Kemeny and Storper, 2015; Martin, 2015, 2016; Rodgers, 1957; Storper, 2013; Storper and Walker, 1989; Van Oort, 2015). The debate on specialization and diversification has generally focused on the different types of positive externalities generated by these two different sectoral structures. The externalities to be generated by specialization are sometimes conceptualized in the literature as “*localization economies*” (Yavan, 2006), while other times they are referred to as *Marshall-Arrow-Romer (MAR) externalities*, referring to previous research on the subject with a broader and more dynamic definition (Beaudry and Schiffauerova, 2009; De Groot et al., 2016).

*Jacobs externalities*, which refer to the externalities from the diversity of the industrial structure in the region, argue that local industrial diversity positively affects knowledge spillovers among firms. According to Jacobs (1969), the main reason why innovative activity is usually observed in diversified urban economies is related to the fact that economic diversity in the city allows for a deep specialization in the division of labor. On the other hand, “*urbanization economies*”, which are sometimes seen as identical to Jacobs' externalities and sometimes defined as a derivative of it, are externalities that are obtained through the opportunities arising from the size and density of the city (Yavan, 2006).

Following the seminal work of Glaeser et al. (1992), many empirical studies in the literature questioned whether a sectorally specialized or diversified structure has more positive impact on growth and innovation in regional economies (Caragliu et al., 2016; Combes, 2000; Duranton and Puga, 2000; Ejermo, 2005; Farhauer and Kröll, 2011; Mameli et al., 2008; van der Panne, 2004).

Recent studies in the evolutionary economic geography (EEG) literature resulted in the development of a body of knowledge called the “relatedness” literature (Boschma and Iammarino,

\* **Corresponding Author:** nuri.yavan@ankara.edu.tr

<sup>a</sup> Hacettepe University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics, Ankara/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0003-3177-1345>

<sup>a</sup> Ankara University, Faculty of Language, History and Geography, Department of Geography, Ankara/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-6752-6598>

<sup>c</sup> Hacettepe University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics, Ankara/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0001-9677-8260>

2009; Esslezlbichler, 2015; Frenken et al., 2007; Hidalgo et al., 2007). In the relatedness literature, variety of economic activities within the regions is addressed with two complementary approaches. The first one is the concept of *related variety* and the second one is the concept of *unrelated variety*. Related variety, characterizes the situation where economic activities within the regional economy consist of industries that are interrelated and demand similar inputs and skills. There are various channels of information exchange such as labor flows, similar supplier and customer requirements, spillover effects that make certain products or industries interrelated (Boschma and Frenken, 2011).

Scholars suggest that related variety generally facilitates the learning process among firms within a region, which in turn encourages innovative activity. Scholars emphasize that related variety enables the recombination of existing knowledge and ideas which in turn positively affects incremental innovation activity (Boschma and Frenken, 2011; Boschma et al., 2013). Frenken et al. (2007), Boschma and Immarrino (2009), Castaldi et al. (2015) find that related variety in the regions positively affects growth and innovation performance.

Unrelated variety refers to a diversity situation in which the activities or capabilities in the region are unrelated to each other. Although it is widely accepted that related variety has greater positive impact on innovation and growth (Boschma, 2017), the literature suggests that in some cases unrelated diversity can also pave the way for the formation of radical innovative activity. For instance, if knowledge and application areas that are relatively unrelated to each other in the first stage can be combined in some way, it may lead to the formation of breakthrough inventions and innovative economic activities in the region (Castaldi et al., 2015; Caragliu et al., 2016). Furthermore, unrelated variety is expected to lower unemployment growth in the crisis period due to portfolio effect (Frenken et al., 2007).

While related variety builds on existing strengths and promotes knowledge sharing and collaboration, unrelated variety encourages the introduction of new and potentially disruptive industries. A detailed review and results of all empirical studies on the related and unrelated variety can be found in Content and Frenken (2016) and Bathelt and Storper (2023).

Another stream of research within the relatedness and EEG literature is labeled as “*regional branching*” studies which explores how existing industrial structure influences emergence of new industries. Following the seminal study of Hidalgo et al. (2007), many study demonstrated that countries or regions diversify their export mix by moving into product categories that are related to what they already export (Bahar et al., 2014; Boschma and Capone, 2016; Boschma, 2017; Neffke et al., 2011). In this regard, it has been argued that entrepreneurs make use of existing knowledge and skill available in the region and introduce new products that are related to existing products and industries (Boschma and Frenken, 2011; Hazir et al., 2019; Neffke et al., 2011).

The aim of this article is to investigate export product diversification of Turkish provinces through the lens of relatedness. Firstly, we calculate related and unrelated variety levels of provinces using the entropy measure proposed by Frenken et al. (2007). Secondly, we investigate whether regions diversify their product portfolio into related product categories or not. There are numerous studies that explore sectoral specialization and diversification patterns of regions in Turkey by using

traditional agglomeration and specialization indices (Eser and Köse, 2005; Falcioğlu and Akgüngör, 2008; Gezici Korten and Elburz, 2018; Kaygalak, 2018; Yaman and Sungur, 2021; Yavan, and Şahin, 2014). However, there are limited number of studies that make use of relatedness methodology to analyse diversification structure of the regions in Turkey (Akgüngör and Abay, 2023; Çınar, 2023a, 2023b; Falcioğlu, 2011). In this respect, this study makes a significant contribution to the literature in Turkey which adopt an evolutionary economic geography perspective to analyze the diversification patterns of regions.

## 2. Methodology

This study examines the variety and diversification dynamics in the export product portfolio of Turkish provinces from the perspective of the *Relatedness*. The main data utilized in this study are sourced from the Regional Foreign Trade Statistics Database published by the Turkish Statistical Institute (TURKSTAT). This database provides export and import data at the fourth level of SITC products, specifically at the province level.

In this analysis, firstly we calculate the related and unrelated diversification index for provinces following the methodology developed by Frenken et al. (2007). Secondly, using ex-ante relatedness methodology, export product diversification patterns of the provinces are analyzed for the period of 2012-2017. While analyzing the diversification dynamics of provinces, this study also considers possible heterogeneity. For this purpose, development levels of the provinces are taken into account in the last stage of the analysis. In determining the development level of provinces, Socio-Economic Development Ranking of Provinces and Regions (SEGE 2011) is used.

## 3. Findings

Analysis revealed that the related variety levels of provinces are quite heterogeneous. As of 2012, the top five provinces with the highest level of inter-sectoral related diversification are Hatay, İstanbul, Ağrı, Trabzon, İzmir. The provinces with the lowest level of related diversity are Afyonkarahisar, Bayburt, Kilis, Gümüşhane and Muş. High related variety provinces are the ones having a balanced distribution of exports under the second SITC digit. Provinces with mature manufacturing exporting structures such as Bursa, Kocaeli, Sakarya and Gaziantep are found to be second degree highest related variety provinces.

In terms of unrelated variety; İzmir, Ankara, Adana, İstanbul and Iğdır have the highest levels of unrelated variety index value. We find that metropolitan cities with large economies and a wide range of products have the highest level of unrelated diversity. These cities have relatively more extensive urban functions, human and physical infrastructure which enable the existence of unrelated economic activities. This results are consistent with the previous findings of the literature highlighting that metropolitan areas tend to exhibit more unrelated variety characteristics (Bathelt and Storper, 2023; Wixe and Andersson, 2017). We also observe that some lagging provinces at the country's border have strong related and unrelated variety values. We assert that this situation mainly stems from Border Trading Center practices available in these provinces.

When we compare the related and unrelated variety of the provinces for the years 2012 and 2017, we observe a significant positive relationship between the values of the two different years, except for some exceptional provinces. Sharp changes in portfolio structure and/or small sample bias are considered to be the main determinants of the significant changes in these provinces.

We also document that between 2012 and 2017 Turkish provinces diversified into new export products that are related to the existing set of industries at the provinces level. Results indicate that the introduction of new products make use of capabilities in which regions are specialized. When the socio-economic development level of provinces and the related diversification rate are evaluated together, it is observed that the tendency towards related diversification increases as the development level of provinces increases.

#### 4. Conclusion

The aim of this study is to investigate export product diversification of Turkish provinces through the lens of relatedness. Firstly, using the entropy measure proposed by Frenken et al. (2007) related and unrelated variety levels of provinces are calculated. Secondly, we investigate whether regions expand their product portfolio into related product categories or not.

Significant heterogeneity is observed among provinces in terms of related and unrelated variety values. We show that large metropolitan areas have high values in terms of both related and unrelated variety. In addition, provinces' relative related and unrelated variety values are found to be highly correlated between 2012 and 2017, except for some outlier observations.

Our analysis on product diversification of the provinces showed that provinces have tendency to diversify into export products that are related to their existing assets and capabilities. This finding is consistent with the recent studies in evolutionary economic geography (Boschma, 2017; Boschma et al., 2013; Neffke et al., 2011) since we argued that regions can leverage existing knowledge, skills, and resources to create synergies and complementarities between industries.

Lastly, we discuss how the concept of relatedness has significant potential in the design of the smart specialization strategies in Turkey (Foray et al., 2012; Yavan et al., 2022; Yılmaz, 2021) by harnessing the potential of existing regional strengths and capabilities to promote economic development and innovation (Balland et al., 2019; D'Adda et al., 2020). We argue that relatedness metrics may be primary analytical tools to identify potential areas of specialization that align with the region's existing strengths and assets.

#### Referanslar/References

- Abay, M., Akgüngör, S., Akyıldız, Y.T. (2021). Innovation, relatedness and complexity in Turkey: A regional analysis for 1978-2017. *Ekonomi-tek*, 10 (3), 135-171. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ekonomitek/issue/66126/978402> adresinden edinilmiştir.
- Aitchison, J. W. (1984). Coefficients of specialisation and diversification: employment in rural France. *Area*, 16 (2), 121-129. <https://www.jstor.org/stable/20002040> adresinden edinilmiştir.
- Alshamsi, A., Pinheiro, F. L., Hidalgo, C. A. (2018). Optimal diversification strategies in the networks of related products and of related research areas. *Nature Communications*, 9 (1), 1328. doi:10.1038/s41467-018-03740-9.
- Akgüngör, S., Kuştepelı, Y., Gülcan, Y. (2013). An overview on industry clusters and the impact of related variety on

- regional performance in Turkey. *European Review of Industrial Economics and Policy*, 5, <http://revel.unice.fr/eriep/index.html?id=3533> adresinden edinilmiştir.
- Akgüngör, S., Abay, M. (2023). Correlation of relatedness and complexity with patent applications: A regional analysis from Turkey. *Verimlilik Dergisi*, 57 (1), 73-84. doi:10.51551/verimlilik.1060389
- ANKARAKA (2019). *Ankara Bölgesel Yenilik Stratejisi*, Ankara:Ankara Kalkınma Ajansı.
- Attaran, M. (1986). Industrial diversity and economic performance in U.S. areas. *The Annals of Regional Science*, 20 (2), 44–54. doi:10.1007/BF01287240
- Bahar, D., Hausmann, R., Hidalgo, C. A. (2014). Neighbors and the evolution of the comparative advantage of nations: Evidence of international knowledge diffusion?. *Journal of International Economics*, 92 (1), 111–123. doi:10.1016/j.jinteco.2013.11.001
- Balassa, B. (1965). Trade liberalisation and “revealed” comparative advantage. *The Manchester School*, 33 (2), 99-123. doi:10.1111/j.1467-9957.1965.tb00050.x
- Balland, P.A., Boschma, R., Crespo, J., Rigby, D. L. (2019). Smart specialization policy in the European Union: Relatedness, knowledge complexity and regional diversification. *Regional Studies*, 53 (9), 1252–1268. doi:10.1080/00343404.2018.1437900
- Bathelt, H., Storper, M. (2023). Related variety and regional development: A critique. *Economic Geography*, 1–30. doi:10.1080/00130095.2023.2235050
- Beaudry, C., Schiffauerova, A. (2009). Who’s right, Marshall or Jacobs? The localization versus urbanization debate. *Research Policy*, 38 (2), 318–337. doi:10.1016/j.respol.2008.11.010
- BEBKA (2020). *TR41 Bölgesi Yenilik ve Akıllı Uzmanlaşma Strateji Belgesi*, Bursa: Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı.
- Boschma, R. (2005). Proximity and Innovation: A Critical Assessment. *Regional Studies*, 39 (1), 61–74. doi:10.1080/0034340052000320887
- Boschma, R., Iammarino, S. (2009). Related variety, trade linkages, and regional growth in Italy. *Economic Geography*, 85 (3), 289–311. doi: 10.1111/j.1944-8287.2009.01034.x
- Boschma, R., Frenken, F. (2011). Technological Relatedness and regional branching. In H. Bathelt, M.P. Feldman & D.F. Kogler (Eds.), *In Beyond Territory: Dynamic Geographies of Knowledge Creation, Diffusion , and Innovation* (pp. 64–81). Routledge.
- Boschma, R., Minondo, A., Navarro, M. (2012). Related variety and regional growth in Spain. *Papers in Regional Science*, 91 (2), 241-256. doi:10.1111/j.1435-5957.2011.00387.x
- Boschma, R., Minondo, A., Navarro, M. (2013). The emergence of new industries at the regional level in Spain: A proximity approach based on product relatedness: new industries and relatedness in regions. *Economic Geography*, 89 (1), 29–51. doi:10.1111/j.1944-8287.2012.01170.x
- Boschma, R. (2014). Constructing regional advantage and smart specialization. Comparison of two European policy concepts. *Italian Journal of Regional Science*, 13 (1), 51–68. doi:10.3280/SCRE2014-001004
- Boschma, R., Capone, G. (2015). Institutions and diversification: Related versus unrelated diversification in a varieties of capitalism framework. *Research Policy*, 44 (10), 1902–1914. doi:10.1016/j.respol.2015.06.013
- Boschma, R., Capone, G. (2016). Relatedness and diversification in the European Union (EU-27) and European Neighbourhood Policy countries. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 34 (4), 617–637. doi:10.1177/0263774X15614729.
- Boschma, R. (2017). Relatedness as driver of regional diversification: A research agenda. *Regional Studies*, 51 (3), 351-364. doi:10.1080/00343404.2016.1254767
- Boschma, R., Martín, V., Minondo, A. (2017a). Neighbor regions as the source of new industries: Neighbour regions as the source of new industries. *Papers in Regional Science*, 96 (2), 227–245. doi:10.1111/pirs.12215
- Boschma, R., Coenen, L., Frenken, K., Truffer, B. (2017b). Towards a theory of regional diversification: Combining insights from evolutionary economic geography and transition studies. *Regional Studies*, 51 (1), 31–45. doi: 10.1080/00343404.2016.1258460
- Caragliu, A., Dominics, L. Groot, H. L. F. (2016). Both Marshall and Jacobs were right!, *Economic Geography*, 92 (1), 87-111. doi:10.1080/00130095.2015.1094371
- Castaldi, C., Frenken, K., Los, B. (2015). Related variety, unrelated variety and technological breakthroughs: An analysis of

- US State-Level patenting. *Regional Studies*, 49 (5), 767–781. doi:10.1080/00343404.2014.940305
- Cohen, W. M., Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35 (1), 128–152. doi:10.2307/2393553
- Combes, P. P. (2000). Economic structure and local growth: France, 1984–1993. *Journal of Urban Economics*, 47 (3), 329–355. doi:10.1006/juec.1999.2143
- Conkling, E. C. (1963). South wales: A case study in industrial diversification. *Economic Geography*, 39 (3), 258–272. doi:10.2307/142288
- Content, J., Frenken, K. (2016). Related variety and economic development: A literature review. *European Planning Studies*, 24 (12), 2097–2112. doi:10.1080/09654313.2016.1246517
- Çınar, İ. T. (2023a). İlişkili–İlişkisiz çeşitlilik ve gelir dağılımı: Türkiye’de Düzey-2 bölgeleri için bir analiz. *İzmir İktisat Dergisi*, 38 (1), 233–252. doi:10.24988/ije.1114624
- Çınar, İ. T. (2023b). Regional development trap in Turkey: Can relatedness find a way out? *Papers in Regional Science*, 102 (4), 817–850. doi: 10.1111/pirs.12739
- D’Adda, D., Iacobucci, D., Palloni, R. (2020). Relatedness in the implementation of Smart Specialisation Strategy: A first empirical assessment. *Papers in Regional Science*, 99 (3), 405–425. doi: 10.1111/pirs.12492
- De Groot, H., Poot, J., Smith, M. J. (2009). Agglomeration externalities, innovation and regional growth: Theoretical perspectives and meta-analysis. In *Handbook of regional growth and development theories*, R. Capello and P. Nijkamp (Eds.), (s. 256–81). Cheltenham, U.K.: Edward Elgar.
- De Groot, H.; Poot, J., Smith, M. J. (2016). Which agglomeration externalities matter most and why?. *Journal of Economic Surveys*, 30 (4), 756–782. doi:10.1111/joes.12112
- Duranton, G., Puga, D. (2000). Diversity and specialisation in cities why, where and when does it matter?. *Urban studies* 37 (3), 533–555. doi:10.1080/0042098002104
- Ejerme, O. (2005). Technological diversity and Jacobs’ externality hypothesis revisited. *Growth and Change*, 36 (2), 167–195. doi:10.1111/j.1468-2257.2005.00273.x
- Eser, U., Köse, S. (2005). Endüstriyel yerleşme ve yoğunlaşma açısından Türkiye sanayii: İl imalat sanayiilerinin analizi, *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 60 (2), 97–139. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ausbf/issue/3218/44804> adresinden edinilmiştir.
- Essleztbichler, J. (2015). Relatedness, industrial branching and technological cohesion in US metropolitan areas. *Regional Studies*, 49 (5), 752–766. doi:10.1080/00343404.2013.806793
- European Commission. (2023a, 4 Mayıs). What we do. Joint Research Centre, European Commission. <https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/what-we-do> adresinden edinilmiştir.
- European Commission. (2023b, 5 Haziran). Registered countries and regions in the S3 Platform. Joint Research Centre, European Commission. <https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/where-we-are> adresinden edinilmiştir.
- Falcioglu, P. (2011). Location and determinants of productivity: The case of the manufacturing industry in Turkey. *Emerging Markets Finance and Trade*, 47 (5), 86–96. doi:10.2753/REE1540-496X4706S506
- Falcioglu, P., Akgüngör, S. (2008). Regional specialization and industrial concentration patterns in the Turkish manufacturing industry: An assessment for the 1980–2000 Period. *European Planning Studies*, 16 (2), 303–323. doi:10.1080/09654310701814678
- Farhauer, O., Kröll, A. (2012). Diversified specialisation—going one step beyond regional economics’ specialisation-diversification concept, *Review of Regional Research*, 32 (1), 63–84. doi:10.1007/s10037-011-0063-9
- Foray, D., Goddard, J., Morgan, K., Goenaga Beldarrain, X., Landabaso, M., Nauwelaers, C., Ortega-Argilés, R. (2012). *Guide to research and innovation strategies for smart specialisation (RIS 3)*. Seville: Institute for Prospective Technological Studies (IPTS)-Joint Research Centre (JRC) of the European Commission.
- Frenken, K., Van Oort, F., Verburg, T. (2007). Related variety, unrelated variety and regional economic growth. *Regional Studies*, 41 (5), 685–697. doi:10.1080/00343400601120296
- Gezici Korten, F., Elburz, Z. (2018). Looking for diversified specialization in the regions of Turkey. *Megaron*, 13 (4), 623–635. doi:10.5505/MEGARON.2018.36450
- Gratton, C. (1979). Industrial diversification in new towns. *Urban Studies*, 16 (2), 157–164. <http://www.jstor.org/stable/43082389> adresinden edinilmiştir.

- Grillitsch, M., Asheim, B., Trippel, M. (2018). Unrelated knowledge combinations: The unexplored potential for regional industrial path development. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 11 (2), 257-274. doi:10.1093/cjres/rsy012
- Glaeser, E., Kallal, H. D., Scheinkman, J. A., Shleifer, A. (1992). Growth in cities. *Journal of Political Economy*, 100 (6), 1126-1152. doi: 10.1086/261856
- Hassink, R., Isaksen, A., Trippel, M. (2019). Towards a comprehensive understanding of new regional industrial path development. *Regional Studies*, 53 (11), 1636-1645. doi:10.1177/0309132517700982
- Hazir, C. S., Bellone, F., Gaglio, C. (2019). Local product space and firm-level churning in exported products. *Industrial and Corporate Change*, 28 (6), 1473-1496. doi:10.1093/icc/dtz021
- Hausman, R., Klinger, B. (2006). Structural Transformation and Patterns of Comparative Advantage in the Product Space, CID Working Paper No. 128, Harvard University.
- Henderson, V., Kuncoro, A., Turner, M. (1995). Industrial development in cities, *Journal of Political Economy*, 103 (5), 1067-1090. doi: 10.1086/262013
- Hidalgo, C. A., Klinger, B., Barabasi, A.L., Hausmann, R. (2007). The Product space conditions the development of nations. *Science*, 317 (5837), 482-487. doi: 10.1126/science.1144581
- Isard, W. (1960). *Methods of Regional Analysis: An Introduction to Regional Science*. Cambridge MA: MIT Press.
- Jaffe, A. B., Trajtenberg, M., Henderson, R. (1993). Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations. *The Quarterly Journal of Economics*, 108 (3), 577-598. doi:10.2307/2118401
- Jacobs, J. (1969). *The Economy of Cities*, Vintage, New York.
- Jun, B., Alshamsi, A., Gao, J., Hidalgo, C. A. (2020). Bilateral relatedness: Knowledge diffusion and the evolution of bilateral trade. *Journal of Evolutionary Economics*, 30 (2), 247-277. doi:10.1007/s00191-019-00638-7.
- Kalkınma Bakanlığı (2013). *İllerin ve Bölgelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması*, Ankara.
- Kaygalak, İ. (2018). Türkiye imalat sanayisinde yerelleşme ve uzmanlaşma eğilimleri. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*, 38, 171-186. doi:10.32003/iggei.428136
- Kaygalak, İ. (2020). *Mekân ve Ekonomi: Ekonomik Coğrafyada Yeni Yaklaşımlar*. İstanbul: Bilgi Üniversitesi Yayınları.
- Kemeny, T., Storper, M. (2015). Is specialization good for regional economic development?. *Regional Studies*, 49 (6), 1003-1018. doi:10.1080/00343404.2014.899691
- Kogler, D. F., Rigby, D. L., Tucker, I. (2013). Mapping knowledge space and technological relatedness in US cities. *European Planning Studies*, 21 (9), 1374-1391. doi:10.1080/09654313.2012.755832
- Lo Turco, A., Maggioni, D. (2019). Local discoveries and technological relatedness: the role of MNEs, imports and domestic capabilities. *Journal of Economic Geography*, 19 (5), 1077-1098. doi:10.1093/jeg/lby060
- MARKA (2014). *Doğu Marmara Akıllı İhtisaslaşma İçin Bölgesel Yenilik Stratejisi*, Doğu Marmara Kalkınma Ajansı, Kocaeli.
- MacKinnon, D., Dawley, S., Pike, A., Cumbers, A. (2019). Rethinking path creation: A geographical political economy approach. *Economic geography*, 95 (2), 113-135. doi:10.1080/00130095.2018.1498294
- Mameli, F., Faggian, A., McCann, P. (2008). Employment growth in Italian local labour systems: Issues of model specification and sectoral aggregation. *Spatial Economic Analysis*, 3 (3), 343-360. doi:10.1080/17421770802353030
- Marshall, J. U. (1975). City size, economic diversity, and functional type: the Canadian case. *Economic Geography*, 51 (1), 37-49. doi:10.2307/142701
- Martin, R., Sunley, P. (2006). Path dependence and regional economic evolution. *Journal of Economic Geography*, 6 (4), 395-437. doi:10.1093/jeg/lbl012
- Martin, R. (2015). Rebalancing the spatial economy: the challenge for regional theory. *Territory, Politics, Governance*, 3 (3), 235-272. doi:10.1080/21622671.2015.1064825
- Martin, R. (2016). Divergent urban economic development: Reflections on a tale of two cities. *Regional Studies*, 50 (9), 1623-1627. doi:10.1080/00343404.2016.1166718
- Martin, R., Sunley, P., Tyler, P., Gardiner, B. (2016). Divergent cities in post-industrial Britain. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 9 (2), 269-299. doi:10.1093/cjres/rsw005
- McCann, P., Ortega-Argilés, R. (2015). Smart specialization, regional growth and applications to European Union cohesion



- policy. *Regional Studies*, 49 (8), 1291–1302. doi:10.1080/00343404.2013.799769
- Montresor, S., Quatraro, F. (2020). Green technologies and Smart Specialisation Strategies: A European patent-based analysis of the intertwining of technological relatedness and key enabling technologies. *Regional Studies*, 54 (10), 1354–1365. doi:10.1080/00343404.2019.1648784.
- Neffke, F., Henning, M., Boschma, R. (2011). How do regions diversify over time? Industry relatedness and the development of new growth paths in regions. *Economic Geography*, 87 (3), 237–265. doi:10.1111/j.1944-8287.2011.01121.x
- Neffke, F., Henning, M. (2013). Skill relatedness and firm diversification: Skill relatedness and firm diversification. *Strategic Management Journal*, 34 (3), 297–316. doi:10.1002/smj.2014
- Nooteboom, B. (2000). Learning and innovation in organizations and economies. Oxford, U.K.: Oxford University Press. doi:10.1093/acprof:oso/978019241002.001.0001
- Nooteboom, B., Van Haverbeke, W., Duysters, G., Gilsing, V., van den Oord, A. (2007). Optimal cognitive distance and absorptive capacity. *Research Policy*, 36 (7), 1016–1034. doi:10.1016/j.respol.2007.04.003
- Pinheiro, F. L., Hartmann, D., Boschma, R., Hidalgo, C. A. (2021). The time and frequency of unrelated diversification. *Research Policy*, 51 (8), 104323. doi:10.1016/j.respol.2021.104323.
- Parr, J. B. (1965). Specialization, diversification and regional development. *The Professional Geographer*, 17 (6), 21–25. doi:10.1111/j.0033-0124.1965.021\_h.x
- Puga, D. (2010). The magnitude and causes of agglomeration economies. *Journal of Regional Science*, 50 (1), 203–219. doi:10.1111/j.1467-9787.2009.00657.x
- Rodgers, A. (1957). Some aspects of industrial diversification in the United States. *Economic Geography*, 33 (1), 16–30. doi:10.2307/142564.
- Rosenthal, S. S., Strange, W. C. (2004). Evidence on the nature and sources of agglomeration economies. In J. V. Henderson, J. F. Thisse (Ed.) *Handbook of Regional and Urban Economics* (pp. 2119–2171). Amsterdam: Elsevier.
- Rumelt, R.P. (1974). *Strategy, Structure, and Economic Performance*, Cambridge: Harvard University Press.
- Scott, A. J. (1988). New industrial spaces: Flexible production organization and regional development in North America and Western Europe. London: Pion.
- Storper, M., Walker, R. (1989). *The Capitalist Imperative: Territory, Technology And Industrial Growth*. Oxford: Basil Blackwell
- Storper, M. (2013). *Keys to the City: How Economics, Institutions, Social Interaction, and Politics Shape Development*. Oxford: Princeton University Press.
- Storper, M., Kemeny, T., Makarem, N. P., Osman, T. (2016). On specialization, divergence and evolution: a brief response to Ron Martin's review. *Regional Studies*, 50 (9), 1628–1630. doi:10.1080/00343404.2016.1183975
- Trippel, M., Grillitsch, M., Isaksen, A. (2018). Exogenous sources of regional industrial change: Attraction and absorption of non-local knowledge for new path development. *Progress in Human Geography*, 42 (5), 687–705. doi:10.1177/0309132517700982.
- TÜİK (2022). İllere Göre Dış Ticaret İstatistikleri, Mikro Veri. Ankara: TÜİK.
- Xiao, J., Boschma, R., Andersson, M. (2018). Industrial diversification in Europe: The differentiated role of relatedness. *Economic Geography*, 94 (5), 514–549. doi: 10.1080/00130095.2018.1444989
- van der Panne, G. (2004). Agglomeration externalities: Marshall versus Jacobs. *Journal of Evolutionary Economics*, 14 (5), 593–604. doi:10.1007/s00191-004-0232-x
- Van Oort, F. (2015). Unity in variety? Agglomeration economies beyond the specialization-diversity controversy. Karlsson C, Andersson M, Norman T (eds) *Handbook of Research Methods and Applications in Economic Geography* içinde, (s. 259-271), Cheltenham: Edward Elgar.
- van Oort, F., de Geus, S., Dogaru, T. (2015). Related Variety and Regional Economic Growth in a Cross-Section of European Urban Regions. *European Planning Studies*, 23 (6), 1110–1127. doi:10.1080/09654313.2014.905003
- Wasylenko, M. J., Erickson, R. A. (1978). On measuring economic diversification: Comment. *Land Economics*, 54 (1), 106–109. doi:10.2307/3146209
- Wixe, S., Andersson, M. (2016). Which types of relatedness matter in regional growth? Industry, occupation and education. *Regional Studies*, 51 (4), 523–536. doi:10.1080/00343404.2015.1112369

- Whittle, A., Kogler, D. F. (2019). Related to what? Reviewing the literature on technological relatedness: Where we are now and where can we go? *Papers in Regional Science*, 99 (1), 97–113. doi:10.1111/pirs.12481
- Yaman, H., Sungur, O. (2021). Düzey2 bölgelerinin imalat sanayinde sektörel çeşitlilik eğilimleri: 2010-2019 dönemi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 8 (3), 301-311. <https://dergipark.org.tr/pub/asead/issue/64362/937861> adresinden edinilmiştir.
- Yavan, N. (2006). *Türkiye’de Doğrudan Yabancı Yatırımların Lokasyon Seçimi*. İstanbul: İktisadi Araştırmalar Vakfı Yayınları.
- Yavan, N. (2013). Küresel Kriz Sonrası Bölgesel Kalkınma Politikalarında Yeni Yaklaşımlar Dünya Bankası Avrupa Birliği ve OECD’nin Yaklaşımları. *Coğrafyacılar Derneği Yıllık Kongresi Bildiriler Kitabı* (s. 520-534). Balıkesir, Türkiye.
- Yavan, N., Şahin, M. T. (2014) Türkiye Sanayinde Bölgesel Yoğunlaşma ve Çeşitlenmenin Farklı İndekslerle Analizi, *TUCAUM VIII. Coğrafya Sempozyumu 2014*, 23-24 Ekim 2014, TÜCAUM, Ankara.
- Yavan, N., Yılmaz, Ş., Anıç, A. (2022) Institutional Context and Territorial Policy: Analysing the New Regional Policy and Regional Development Agencies in Turkey. L. Storti, G. Urso and N. Reid, (Eds) *Economies, Institutions, and Territories: Dissecting Nexuses in a Changing World* içinde, s. 135-163, London: Routledge.
- Yılmaz, Ş. (2021). *Smart Specialisation Strategies in Turkey: Consistencies, Deviations and Challenges*. MA Dissertation. Newcastle University (CURDS).
- Zhu, S., He, C., Zhou, Y. (2017). How to jump further and catch up? Path-breaking in an uneven industry space. *Journal of Economic Geography*, 17 (3), 521–545. doi:/10.1093/jeg/lbw047

## Ekler

Ek Çizelge 1. İllerin Açıklanmış Mukayeseli Üstünlüğe (RCA) Sahip Olduğu ve İhraç Ettiği Toplam SITC4 Ürün Sayısı

TR3KOD	IL_ADI	2012		2017		Yeni (RCA>1) SITC4 Ürün Sayısı	İlişkili Çeşitlenme Oranı
		Mevcut (RCA>1) SITC4 Ürün Sayısı	Mevcut İhraç Edilen SITC4 Ürün Sayısı	Mevcut (RCA>1) SITC4 Ürün Sayısı	Mevcut İhraç Edilen SITC4 Ürün Sayısı		
TR100	İstanbul	525	961	475	970	45	98%
TR211	Tekirdağ	142	496	151	561	75	79%
TR212	Edirne	60	197	70	229	35	71%
TR213	Kırklareli	52	298	35	218	21	76%
TR221	Balıkesir	99	340	102	394	30	83%
TR222	Çanakkale	43	202	40	168	13	46%
TR310	İzmir	301	836	298	826	55	87%
TR321	Aydın	74	361	89	412	35	86%
TR322	Denizli	84	496	85	508	23	87%
TR323	Muğla	59	307	48	338	17	76%
TR331	Manisa	67	492	99	485	47	72%
TR332	Afyonkarahisar	46	245	51	255	21	67%
TR333	Kütahya	38	167	44	315	32	72%
TR334	Uşak	73	216	53	222	13	92%
TR411	Bursa	133	727	155	757	31	77%
TR412	Eskişehir	82	426	110	481	50	74%
TR413	Bilecik	48	212	22	75	10	70%
TR421	Kocaeli	112	703	194	720	83	86%
TR422	Sakarya	60	479	32	506	11	73%
TR423	Düzce	84	278	123	329	63	86%
TR424	Bolu	40	147	40	187	22	50%
TR425	Yalova	105	274	33	257	16	63%
TR510	Ankara	315	846	281	824	46	87%
TR521	Konya	196	636	214	649	54	91%
TR522	Karaman	28	205	33	194	14	64%
TR611	Antalya	142	619	166	678	62	84%
TR612	Isparta	51	211	69	276	39	79%
TR613	Burdur	20	66	26	105	12	83%
TR621	Adana	169	675	183	691	65	88%
TR622	Mersin	185	698	186	733	68	90%
TR631	Hatay	99	593	125	699	51	65%
TR632	Kahramanmaraş	52	309	59	321	31	74%
TR633	Osmaniye	37	183	34	149	20	65%
TR711	Kırkkale	42	74	43	112	31	52%
TR712	Aksaray	59	214	53	246	33	64%
TR713	Niğde	43	148	37	97	18	67%
TR714	Nevşehir	87	230	73	227	27	85%
TR715	Kırşehir	18	87	29	144	16	38%
TR721	Kayseri	113	593	109	596	27	89%
TR722	Sivas	36	200	47	255	29	62%
TR723	Yozgat	70	159	48	108	31	65%
TR811	Zonguldak	32	186	29	176	8	50%
TR812	Karabük	26	129	26	139	15	67%
TR813	Bartın	51	100	34	74	20	65%
TR821	Kastamonu	35	80	39	184	28	39%
TR822	Çankırı	23	66	25	94	11	55%
TR823	Sinop	40	115	26	71	12	83%
TR831	Samsun	122	459	112	467	32	91%
TR832	Tokat	34	100	35	90	23	26%
TR833	Çorum	70	300	74	292	31	81%
TR834	Amasya	27	89	33	98	16	56%

TR901	Trabzon	49	520	36	488	9	44%
TR902	Ordu	19	106	39	351	28	25%
TR903	Giresun	17	102	23	166	11	82%
TR904	Rize	72	425	71	403	24	67%
TR905	Artvin	131	402	119	366	43	93%
TR906	Gümüşhane	3	3	2	6	2	0%
TRA11	Erzurum	131	297	74	230	40	83%
TRA12	Erzincan	12	24	18	37	14	43%
TRA13	Bayburt	8	9	2	2	2	50%
TRA21	Ağrı	244	424	249	472	96	86%
TRA22	Kars	23	26	9	9	9	56%
TRA23	İğdir	158	433	215	566	116	88%
TRA24	Ardahan	8	11	14	31	11	27%
TRB11	Malatya	52	272	54	292	18	44%
TRB12	Elazığ	42	118	17	121	7	71%
TRB13	Bingöl	12	17	29	39	27	22%
TRB14	Tunceli	0	0	31	49	31	0%
TRB21	Van	151	299	163	392	89	83%
TRB22	Muş	4	19	10	28	10	20%
TRB23	Bitlis	37	47	22	65	18	28%
TRB24	Hakkâri	90	259	20	79	12	50%
TRC11	Gaziantep	130	688	158	768	57	77%
TRC12	Adıyaman	39	208	69	316	50	80%
TRC13	Kilis	15	38	121	455	115	39%
TRC21	Şanlıurfa	68	235	102	362	61	74%
TRC22	Diyarbakır	71	260	81	348	50	74%
TRC31	Mardin	149	569	117	562	37	89%
TRC32	Batman	69	161	68	145	45	76%
TRC33	Şırnak	72	446	122	488	78	56%
TRC34	Siirt	52	103	74	185	58	69%

**Ek Çizelge 2.** İllerin İhracat Portföyüne İlişkili ve İlişkisiz Çeşitlilik Değerleri

TR3KOD	İL_ADİ	İlişkili Çeşitlilik 2012	İlişkili Çeşitlilik 2017	İlişkili Çeşitlilik 2017-2012 Değişim	İlişkisiz Çeşitlilik 2012	İlişkisiz Çeşitlilik 2017	İlişkisiz Çeşitlilik 2012-2017 Değişim
TR100	İstanbul	2,549	2,596	0,047	4,418	4,520	0,102
TR211	Tekirdağ	1,810	1,941	0,131	4,072	4,200	0,128
TR212	Edirne	1,008	1,212	0,204	3,510	3,001	- 0,509
TR213	Kırklareli	1,142	0,439	- 0,702	2,355	2,618	0,263
TR221	Balıkesir	0,958	1,083	0,125	3,819	3,848	0,028
TR222	Çanakkale	0,694	0,488	- 0,206	2,316	2,401	0,085
TR310	İzmir	2,291	2,307	0,016	4,711	4,757	0,046
TR321	Aydın	1,128	1,412	0,284	3,692	3,315	- 0,377
TR322	Denizli	1,435	1,487	0,052	3,131	3,188	0,056
TR323	Muğla	1,590	1,238	- 0,352	2,354	2,039	- 0,315
TR331	Manisa	1,154	1,327	0,173	2,709	3,462	0,753
TR332	Afyonkarahisar	0,190	0,293	0,102	2,655	2,591	- 0,063
TR333	Kütahya	1,697	1,479	- 0,218	1,449	1,772	0,323
TR334	Uşak	2,071	1,950	- 0,121	2,501	2,412	- 0,088
TR411	Bursa	1,858	2,005	0,147	3,002	3,395	0,393
TR412	Eskişehir	0,917	1,192	0,276	3,792	3,751	- 0,041
TR413	Bilecik	1,176	0,440	- 0,736	2,410	2,764	0,354
TR421	Kocaeli	1,362	1,650	0,288	2,854	3,712	0,857
TR422	Sakarya	0,972	0,649	- 0,322	1,900	0,762	- 1,138

TR423	Düzce	1,324	1,822	0,498	3,689	3,845	0,156
TR424	Bolu	0,417	0,239 -	0,178	2,453	2,780	0,327
TR425	Yalova	1,165	0,107 -	1,058	3,754	0,881 -	2,873
TR510	Ankara	2,067	1,859 -	0,209	4,681	4,446 -	0,236
TR521	Konya	1,839	2,158	0,319	4,237	4,195 -	0,042
TR522	Karaman	0,679	0,590 -	0,089	1,768	1,559 -	0,210
TR611	Antalya	1,958	1,751 -	0,207	3,499	3,908	0,409
TR612	Isparta	0,976	1,013	0,037	2,847	3,577	0,729
TR613	Burdur	0,658	0,250 -	0,408	1,626	1,590 -	0,036
TR621	Adana	1,844	1,702 -	0,143	4,524	4,657	0,132
TR622	Mersin	2,216	2,278	0,063	3,728	3,586 -	0,142
TR631	Hatay	2,678	2,580 -	0,098	2,524	2,801	0,276
TR632	Kahramanmaraş	1,888	1,703 -	0,185	1,835	2,235	0,400
TR633	Osmaniye	0,371	0,682	0,311	2,794	1,979 -	0,815
TR711	Kırıkkale	0,525	0,416 -	0,109	3,605	3,121 -	0,484
TR712	Aksaray	0,767	1,045	0,278	2,578	2,668	0,090
TR713	Niğde	0,946	1,108	0,162	3,209	2,349 -	0,860
TR714	Nevşehir	1,031	0,792 -	0,238	3,441	3,701	0,260
TR715	Kırşehir	1,048	1,290	0,242	0,954	1,057	0,103
TR721	Kayseri	2,119	2,144	0,026	3,465	3,455 -	0,009
TR722	Sivas	0,395	0,439	0,043	2,642	3,067	0,425
TR723	Yozgat	1,161	0,598 -	0,563	2,696	3,577	0,881
TR811	Zonguldak	0,989	1,084	0,095	2,131	1,947 -	0,184

TR812	Karabük	1,270	1,369	0,099	0,560	0,845	0,286
TR813	Bartın	1,496	0,552 -	0,944	2,546	2,512 -	0,033
TR821	Kastamonu	0,934	1,466	0,532	1,570	1,747	0,177
TR822	Çankırı	0,883	0,236 -	0,647	1,721	1,439 -	0,283
TR823	Sinop	1,254	0,511 -	0,743	2,609	2,587 -	0,022
TR831	Samsun	1,393	1,399	0,006	4,095	4,000 -	0,095
TR832	Tokat	1,590	0,761 -	0,829	2,146	2,832	0,685
TR833	Çorum	0,823	1,118	0,294	3,818	3,568 -	0,250
TR834	Amasya	0,888	0,965	0,077	2,230	2,289	0,059
TR901	Trabzon	2,342	2,276 -	0,066	0,958	0,759 -	0,199
TR902	Ordu	1,439	1,524	0,085	0,836	1,316	0,480
TR903	Giresun	1,460	1,613	0,152	0,770	1,635	0,865
TR904	Rize	0,924	0,757 -	0,168	1,901	2,528	0,627
TR905	Artvin	2,214	1,822 -	0,392	3,263	3,183 -	0,080
TR906	Gümüşhane	0,094	1,000	0,905	0,178	0,008 -	0,170
TRA11	Erzurum	1,254	1,113 -	0,141	3,520	3,834	0,314
TRA12	Erzincan	0,410	0,739	0,329	1,348	0,972 -	0,376
TRA13	Bayburt	0,154	- -	0,154	1,108	0,110 -	0,997
TRA21	Ağrı	2,470	2,028 -	0,442	3,920	4,434	0,514
TRA22	Kars	0,815	1,024	0,209	2,429	1,529 -	0,899
TRA23	Iğdır	1,542	2,157	0,615	4,058	4,336	0,279
TRA24	Ardahan	0,215	0,123 -	0,092	1,876	1,282 -	0,594

TRB11	Malatya	1,183	1,329	0,146	1,920	1,905 -	0,015
TRB12	Elazığ	0,495	0,140 -	0,355	2,801	1,936 -	0,865
TRB13	Bingöl	0,261	0,758	0,496	1,760	2,455	0,695
TRB14	Tunceli		0,402			2,561	
TRB21	Van	2,029	2,227	0,198	4,268	3,934 -	0,334
TRB22	Muş	0,002	0,080	0,078	0,626	0,461 -	0,165
TRB23	Bitlis	0,952	0,394 -	0,558	1,586	2,088	0,502
TRB24	Hakkari	1,252	0,084 -	1,168	3,805	1,949 -	1,856
TRC11	Gaziantep	1,896	2,217	0,321	3,482	3,484	0,002
TRC12	Adıyaman	0,762	2,738	1,976	2,610	2,043 -	0,567
TRC13	Kilis	0,117	0,875	0,758	2,164	3,490	1,326
TRC21	Şanlıurfa	0,901	1,437	0,536	3,522	4,029	0,507
TRC22	Diyarbakır	0,574	0,702	0,129	3,411	3,909	0,498
TRC31	Mardin	1,973	1,932 -	0,041	3,416	2,840 -	0,575
TRC32	Batman	1,447	0,910 -	0,537	3,324	3,722	0,397
TRC33	Şırnak	0,776	2,160	1,385	2,723	3,465	0,742
TRC34	Siirt	1,797	0,932 -	0,865	3,160	2,777 -	0,382





# Küresel İklim Değişikliği ve Çevresel Değişimlerin Etkisi Altında Arazi Değişim Biliminin Ortaya Çıkışı: Kurak ve Yarı Kurak Ekosistemlerde Arazi Değişimi

*The emergence of land change science in the context of global climate change and environmental transformations: Land change in arid and semi-arid ecosystems*

Mehmet Özdeş <sup>\*a</sup>

## Makale Bilgisi

Derleme

DOI:

10.33688/aucbd.1198890

Makale Geçmişi:

Geliş: 03.11.2022

Kabul: 23.06.2023

Anahtar Kelimeler:

Arazi değişim bilimi

Kurak yarı kurak bölgeler

Küresel iklim değişikliği,

Arazi kullanımı ve arazi

örtüsü değişimi

Makine öğrenmesi

## Öz

*Arazi kullanım faaliyetlerinin sürdürülebilir bir insan-çevre ekosistemine zarar verip vermediği sorusu bütünlük insan-çevre sistemleri hakkındaki en temel sorulardan biridir. Bu nedenle, beşerî ve çevre bilimciler, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri yöntemlerini kullanarak insan-çevre sistemlerinin ortak bir paydası olan mekânsal temelde entegrasyonunu araştırmaktadırlar. Bu kapsamda 1960'lardan itibaren, farklı türden mekânsal sorunları çözmek için çeşitli yöntemler ve araçlar geliştirilmektedir. Bunun sonucunda 'arazi değişim bilimi' kavramı, 21. yüzyılda arazi dinamiklerini çevresel değişimler ve küresel iklim değişikliği ile ilişkili olarak inceleyen disiplinlerarası bir bilim dalı olarak ortaya çıkmıştır. Öte yandan, Anadolu Yarımadası çoğunlukla kurak ve yarı kurak iklim özelliğine sahip olmasına ve arazi kullanım dinamiklerinden yoğun bir şekilde etkilenmesine rağmen, arazi değişim bilimi kavramının literatürde yer almadığı görülmüştür. Bu çalışmada, arazi değişim bilimi alanında yapılmış olan güncel araştırmaları inceleyerek sentezlemiş ve bu alandaki bir açığı kapatmaya yardımcı olmuştur.*

## Article Info

Review Article

DOI:

10.33688/aucbd.1198890

Article History:

Received: 03.11.2022

Accepted: 23.06.2023

Keywords:

Land change science

Arid and semi-arid regions

Land-use and land cover

change

Climate change

Machine learning

## Abstract

*Whether land use activities damage a sustainable human-environment ecosystem is one of the most fundamental questions about coupled human-environment systems. Therefore, humanities and naturalists are exploring the integration of human-environmental systems on a common denominator spatial basis using Remote Sensing and Geographic Information Systems. Since the 1960s, various methods and tools have been developed to address numerous spatial problems. Consequently, the term 'Land Change Science' was emerged as an interdisciplinary field in the 21st century, examining land dynamics in relation to environmental changes and global climate change. Although the Anatolian Peninsula mostly has a characteristic of arid and semi-arid climate and is heavily affected by land use dynamics, the term Land Change Science was found to be absent in the Turkish literature. This study contributes to the field by examining contemporary literature and filling a gap in the existing knowledge.*

\* Sorumlu Yazar/Corresponding Author: mozdes@nku.edu.tr

<sup>a</sup> Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0003-3538-8861>

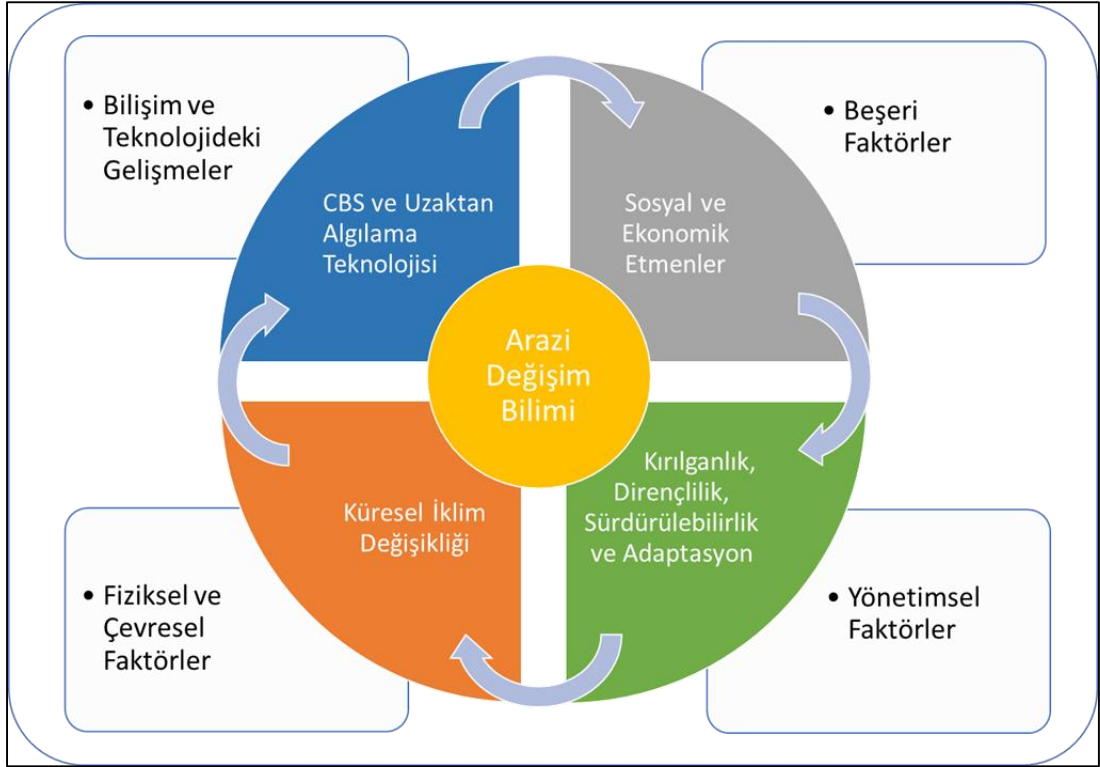
## 1. Giriş: Tanımlar, Kavramlar ve Kapsam

Küresel nüfus artışının bir sonucu olarak tüketim ihtiyaçlarının giderek artması hidrosferi, biyosferi ve atmosferi etkileyerek yeryüzünün doğal ortamının geri dönülemez bir biçimde değişmesine neden olmaktadır (Cleland, 2013). Turner ve arkadaşları (2007) insan ve çevre sistemlerinin çatışması ile ilgili olarak, “arazi kullanım faaliyetleri, küresel çevreyi, nihayetinde ekosistem hizmetlerine, insan refahına ve uzun vadeli sürdürülebilirliğe zarar verecek şekilde bozar mı?” sorusuna cevap aramıştır. Turner ve arkadaşları (2016), arazi değişimi çalışmalarını küresel çevre değişimi ve sürdürülebilirlik araştırmalarının temel bir bileşeni olarak görmektedir. Arazi değişim bilimi, disiplinlerarası doğası nedeniyle bazı kaynaklarda arazi sistem bilimi, arazi sistemleri, bütünlük arazi değişim bilimi (Maes vd., 2013; Rounsevell vd., 2012; Verburg vd., 2015) gibi farklı ifadelerle de anılmaktadır.

Arazi değişim bilimi ilk olarak bütünlük bir insan-çevre sistem bilimi şeklinde ortaya çıkmıştır. 1986 yılında Uluslararası Bilim Konseyi tarafından yerküre dinamikleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi için Uluslararası Jeosfer-Biyosfer Programı (IGBP) oluşturuldu. Ancak IGBP insan-çevre ilişkisinden ziyade daha çok yerkürenin fiziki dinamiklerine odaklanmayı tercih etmiştir (Turner vd., 2012). Daha sonra 1990’da Uluslararası Sosyal Bilimler Konseyi (ISSC), 1992’de ise Küresel Değişim Araştırma Komitesi ve Ulusal Araştırma Konseyi’nin Küresel Çevresel Değişimin İnsani Boyutları Komitesi gibi bazı bilim camiaları küresel çevrede insanın rolünün önemini ortaya koymaya çalışmışlardır. Bu çabalar daha sonra “Küresel Çevresel Değişim: İnsan Boyutlarını Anlamak” (Stern vd., 1992) başlıklı bir kitap olarak derlenmiştir. Bunun üzerine IGBP ve ISSC, insan faktörünün küresel çevre üzerinde kritik fakat eksik bir değişken olduğunu fark etmiş ve arazi kullanımı ve arazi örtüsü (AKAÖ) değişikliği konularında insan faktörünü geliştirmeye karar vermişlerdir (Turner vd., 1990). Bu karar, NASA’nın araştırmaları da dahil olmak üzere birçok insan-çevre araştırmasını etkilemiş ve bu yönde yeni çalışmaların önünü açmıştır. Böylece 1997’de başlatılan NASA’nın Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanım Değişikliği (LCLUC) programı gibi kuruluşlar arazi değişim bilimi’nin temellerini oluşturmuşlardır (Justice vd., 2015).

Bu alandaki bazı araştırmacılar arazi değişim bilimini “temel teorileri, problemleri, metodolojileri ve model uygulamalarını anlamak için AKAÖ dinamiklerinin incelenmesi” şeklinde tanımlamaktadır (Meyfroidt vd., 2022). Arazi değişim biliminin temel amaçları Rindfuss vd. (2004) tarafından: (I) Küresel anlamda süreklilik arz eden arazi değişimlerinin devamlı olarak gözlemlenmesi ve izlenmesi, (II) bu değişikliklerin bütünlük olarak bir insan-çevre sistemi olarak anlaşılması, (III) arazi değişiminin mekânsal olarak farklı şekillerde ve farklı yöntemlerle modellenebilmesi ve (IV) kırılganlık, dirençlilik ve sürdürülebilirlik gibi arazi yönetimi ve politikası sonuçlarının araştırılıp değerlendirilmesi şeklinde ifade edilmiştir. Bu kapsamda değerlendirildiğinde arazi değişim bilimi; iklim değişikliği, sosyal ve çevresel faktörlerle birlikte AKAÖ üzerindeki insan etkinliklerini inceleyerek modelleyen disiplinlerarası bir bilim dalı olarak da tanımlanabilir. Arazi değişim bilimi, veri analizi ve modellemesi için Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) gibi bilgisayar teknolojilerine ağırlık verirken, arazi gözleme, direnç ve uyum stratejilerini de araştırmaktadır. Arazi değişim bilimi çalışmaları hem çevre bilimlerinin hem de beşerî bilimlerin konularını barındırdığı ve bu nedenle çok yönlü olarak incelenmesi gerektiği için ayrı bir disiplinlerarası bilim dalı olarak değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir (Şekil 1).

*Arazi kullanımı ve arazi örtüsü* kavramları zaman zaman birbirleri ile karıştırılabilmekte, eş anlamlı kelimeler olarak addedilmekte veya sehven birbirinin yerine kullanılabilmektedir. Ancak bu terimler temelde farklı olguları ifade etmektedir. Burada, *arazi kullanımı* terimi insanların çevre üzerindeki etkisini ve dolayısıyla doğal çevreyi insan yararına değiştirme biçimini ifade eder (De Chazal ve Rounsevell, 2009). Örneğin, bir alanda hangi arazi yönetim stratejisi iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik olabileceği konusu *arazi kullanımı* kapsamında değerlendirilir. Buna, tarımsal alanlar, yerleşim alanları, korunan alanlar gibi arazi kullanım şekilleri örnek verilebilir. *Arazi örtüsü* ise bir sahadaki arazi (bitki) örtüsünün durumunu ifade eden bir kavramdır. Ancak buna bitki örtüsünden yoksun alanlar ve su yüzeyleri de dahil olduğu bilinmelidir. *Arazi örtüsüne* örnek olarak ormanlık alanlar, çayır-mera alanları, tarımsal alanlar, sulak alanlar gibi arazi yüzey sınıfları verilebilir. Bu durumda, *arazi örtüsü* daha geniş bir anlam ifade ederken *arazi kullanımı* daha dar anlamlı bir terim olduğu ifade edilebilir.



Şekil 1. Arazi değişim biliminin etkileşim içinde olduğu temel faktörler ve kavramlar

21. yüzyılın başlarında ortaya çıkan ve gelişimine devam eden bir bilim dalı olarak arazi değişim bilimi, çevresel değişimler ve iklim değişikliği çerçevesinde AKAÖ değişikliklerinin türünü, oranını, neden ve sonuçlarını inceleyip anlamaya odaklanan disiplinlerarası bir bilim dalı olarak nitelendirilmektedir (Barber, 2019). Bu nedenle arazi değişim bilimi; UA ve CBS'nin yanında Coğrafi Bilgi Bilimleri (CBB), coğrafya, çevre bilimleri ve politikaları, ekoloji, doğal kaynak ekonomisi, peyzaj ekolojisi ve tarımsal araştırmalar dahil olmak üzere bir dizi ilgili araştırma alanını ilgilendiren bir etkiye sahiptir (Turner, 2009). Arazi değişim bilimi AKAÖ'nün dinamiklerini bütünleşik bir insan-çevre sistemi olarak anlamak için, öncelikle UA verisi ve araçları olmak üzere, insan ve çevre etkileşimini coğrafi bilgi ile birleştirerek ortaya koymaya çalışır. Bu bilim dalının temel çabası, çevresel, sosyo-

ekonomik problemler ve pratik metodolojilerle ilgili teori, kavram, model ve uygulamaları ele almaktır. Arazi değişimine ilişkin uzun vadeli bilimsel bir bakış açısı sağlamak için, sadece arazi yüzeyini belirli bir süre boyunca izlemek ve değerlendirmek yeterli değildir; aynı zamanda insan-çevre etkileşimlerini ve neden-sonuç ilişkilerini ortaya koymak da gereklidir. (Rindfuss vd., 2004). Günümüzde arazi değişim bilimi alanındaki en temel araştırma sorularını Turner ve Robbins (2008) şu şekilde sıralamıştır:

Yeryüzünde ne tür mekânsal değişimler meydana gelmektedir?

Bu değişimlerin mekân-zaman ilişkisi bakımından ne gibi uygulamaları mevcuttur?

Arazideki değişimler doğal çevreyi ve insanı, bölgesel ve küresel ölçekte ne kadar etkilemektedir?

İnsan-çevre arasındaki etkileşim kantitatif ve rasyonel bir şekilde ölçülebilir mi?

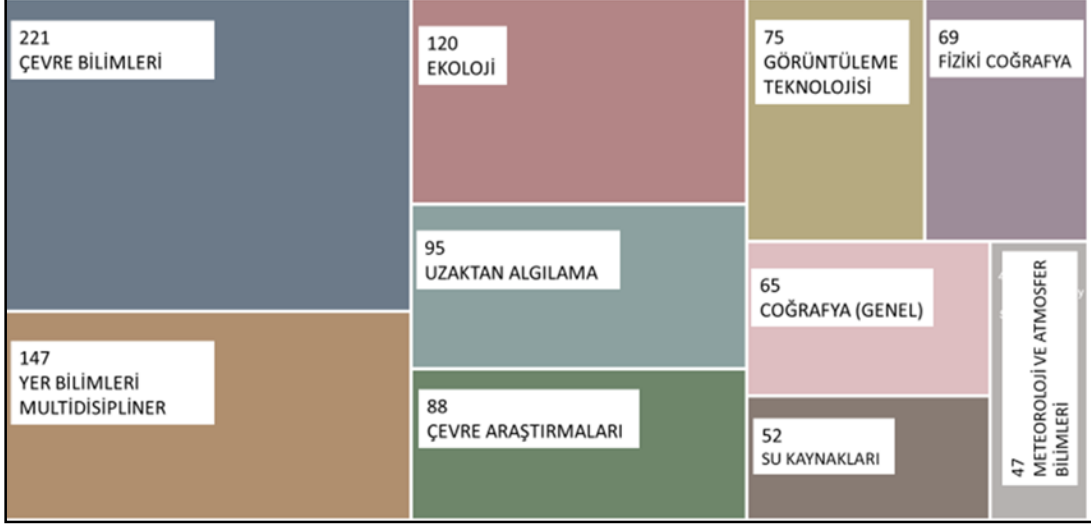
İnsan-çevre sistemlerinde denge analizi anlayışını arazi sistem değişimi teorisine nasıl entegre edebiliriz?

Arazi değişim bilimi kavramına bilimsel literatürde ilk olarak 10-13 Temmuz 2001’de düzenlenen Küresel Değişim Açık Bilim Konferansı’nda rastlanmaktadır. Söz konusu terim, Turner (2002) tarafından kaleme alınan “*Toward integrated land-change science: Advances in 1.5 decades of sustained international research on land-use and land-cover change*” ve 2002 yılında yayınlanmış olan bildiri kitapçığında kullanılmıştır. Bu bakımdan arazi değişim bilimi kavramının dünya çapında nispeten yeni sayılabilecek bir kavram olduğu söylenebilir.

Günümüzde uluslararası literatürde arazi değişim biliminin nitelikli çalışmaları disiplinlerarası ayrı bir bilim dalı kategorisinde yer almaktadır. Türkiye’de, ilgili literatürde AKAÖ değişimleri, tarımsal arazi değişimi, kentsel mekânsal değişimler, sürdürülebilir arazi kullanımı, turizm amaçlı arazi kullanımı, bitki ve toprak formasyonlarının coğrafi dağılışı gibi farklı türden birçok çalışmaya rastlanmıştır. Ancak bu çalışmalar farklı bilim dalları altında yürütülmekte olup birbirinden bağımsız çalışmalar olarak algılanmaktadır. Oysa, yöntemler ve konulardaki bazı farklılıklara rağmen, farklı disiplinlerdeki araştırmacılar tarafından yürütülen bu tür çalışmalar esasında birer arazi değişim bilimi çalışması olduğu aşikardır. Bu nedenle, birbirinden bağımsız çalışmalar olduğu düşünülen bu araştırmaların ortak paydaları ‘insan’, ‘mekân’ ve ‘değişim’ kavramları olan arazi değişim bilimidir.

Türkçe literatür taramasında, Google Akademik platformu, YÖK Tez Merkezi, DergiPark ve Web of Science platformları kullanılarak “arazi değişim bilimi”, “arazi değişimi bilimi”, “arazi sistem bilimi” veya “arazi değişikliği bilimi” şeklinde farklı sözcük öbekleri ile literatür taraması yapılmış, ancak bu kavramların kullanıldığı herhangi bir araştırma bulunamamıştır (URL1, 2022). Aynı kelime öbeğinin İngilizce karşılığı olan “Land Change Science” şeklinde yapılan Google Akademik platformu aramasında 31.10.2022 tarihi itibarı ile, içinde söz konusu sözcük öbeklerinin geçtiği 6,730 adet sonuç bulunmuştur. Bu sonuçların %97,7’si (6,280’i) 2002 yılı ve sonrası tarihliliken yalnızca %2,3’ü 2002 öncesine ait olduğu görülmüştür. Bunun üzerine, yapılan detaylı inceleme neticesinde 2002 öncesi gibi görünen bu sonuçların da hatalı olarak tarihlendirildiği saptanmış, dolayısıyla 2002 öncesi bu kavramın literatüre girmemiş olduğu belirlenmiştir. Aynı sözcük öbeği Web of Science üzerinden ‘bütün filtreler açık’ şeklinde tarandığında 2002 – 2022 arasında “Land Change Science” sözcük öbeğini kullanmış

olan toplam 595 adet sonuç bulunmuştur (Şekil 2). Söz konusu ifade, 2002-2012 yılları arasında yalnızca birkaç sayı ile sınırlı kalırken özellikle 2013 yılından itibaren bu ifadenin geçtiği çalışma sayısında önemli bir artış olduğu saptanmıştır.



Şekil 2. Web of Science platformundan 'Land Change Science' öbeği aramasının disiplinlere göre dağılışı grafiği (Kasım 2022 tarihinde tarandı). Sayılar her disiplinde kaç adet makale yazıldığını göstermektedir.

Türkiye'nin arazi yüzeyinin önemli bir bölümünü kaplayan yarı kurak ve bozkır ekosistemi, biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir kaynak yönetimi açısından hayati önem taşımaktadır. Ancak bu ekosistem aynı zamanda en fazla çölleşme, ormansızlaşma ve kentleşme gibi çeşitli arazi değişim sorunlarına da maruz kalan ekosistemlerdendir. Bu nedenle, Türkiye ile birlikte diğer benzer bölgelerde bu yarı kurak ekosistemlerin daha fazla araştırılması, izlenmesi ve korunması sürdürülebilir bir insan-çevre sistemi için son derece önem arz etmektedir. Bu derleme çalışması ile dünyada farklı bölgelerden ve perspektiflerinden arazi değişim bilimine ilişkin mevcut bilgi ve araştırma durumuna kapsamlı bir genel bakış sağlayarak bu boşluğun doldurulması amaçlanmaktadır. Bu çalışmanın temel hedefleri sırasıyla: (1) Arazi kullanımı ve arazi örtüsü izleme, değerlendirme, risk ve kırılganlık analizi ile arazi kullanım modellemesi gibi arazi değişim biliminin ana unsurları üzerine yapılan mevcut çalışmaları sentezlemek; (2) Afrika, Asya, Avrupa, Güney Amerika, Kuzey Amerika ve Okyanusya dahil dünyanın farklı bölgelerinde arazi değişim bilimi üzerine mevcut güncel çalışmaları derlemek ve karşılaştırmak; (3) arazi değişim bilimi kavramını ve kapsamını Türkçe literatürde tanıtmak ve tartışmak ve (4) küresel iklim değişikliği ve çevre değişimleri sorunlarını ele alarak uyum stratejilerini değerlendirmek ve geliştirmek şeklinde ifade edilebilir.

## 2. Arazi Değişim Bilimi ile İklim Değişikliği Etkileşimi

21. yüzyıl boyunca küresel çapta iklim değişikliğinin, ekolojik, sosyal, ekonomik ve politik alanlar üzerinde etkilerinin artması beklenmektedir (Dale, 1997). Söz konusu artış, biyolojik çeşitlilik, üretim, göç ve sürdürülebilir ekosistemlerdeki değişiklikler gibi unsurlar üzerinde etkili olacaktır. Çevresel değişimler ve iklim değişikliği yakın gelecekte öngörülen iki büyük küresel sorun olarak kabul edilmektedir (Ford vd., 2012). Buna bağlı olarak ilgili literatürde arazi kullanım faaliyetleri ve insan kaynaklı iklim değişikliği konuları oldukça detaylı bir şekilde incelenmiş ve incelenmeye devam

edilmektedir. Bununla birlikte, bu iki unsur birbirleri ile sıkı bir etkileşim içindedirler. İklim değişikliğinin arazi kullanımı üzerindeki etkileri, arazilerin iklim nedeniyle değişikliğe uğramasını ifade eder. Bu değişikliğe örnek olarak, bir bölgede sıcaklığın aşırı derecede artması sonucu kuraklık meydana gelmesi ve neticede o bölgedeki endemik bir türün yok olması verilebilir. Bu bakımdan çevresel değişimler, iklim değişikliği etkilerini ortaya koymanın bir yolu olarak kabul edilebilir.

İklim değişikliği, ekolojik sistemleri farklı mekânsal ve zamansal ölçeklerde etkileyebilmektedir (Mendelsohn ve Dinar, 2009). İklim değişikliğinin yerel bazda etkilerinin tam anlamıyla anlaşılabilmesi için, o bölgenin sıcaklık, yağış, nemlilik, hâkim rüzgâr yönü ve etkileri gibi iklim etmenlerinin özelliklerinin uzun süreli gözlem verileri gereklidir. Bununla birlikte, bölgesel iklim farklılıkları iklim değişikliği nedeniyle zamansal olarak da değişkenlik gösterebilmektedir. Öte yandan, iklim değişikliği gelecek tahminlerinde kullanılan Genel Sirkülasyon Modelleri (GCMs) sıcaklık ve yağış miktarları tahminlerinde büyük oranda farklılık arz ettiğini de ifade etmek gerekir (Robinson, 2020). Bu nedenle, iklim değişikliğinin bölgesel bazda kesin sonuçlarını tahmin etmek oldukça güçtür. Buna rağmen, iklim değişikliğine duyarlı biyomların muhtemel sonuçlarını tespit etmek mümkündür. İklim değişikliğine duyarlı bitki türleri, karbon, enerji ve su ihtiyacına göre bölgesel farklılık arz edebilir. Bu alandaki ilk çalışmalardan biri sayılan Holdridge (1967)'nin Yaşam Alanı Sınıflandırması, iklim değişikliği ile küresel ekosistemlerdeki potansiyel değişimleri incelemek için kullanılmaktadır (Derguy vd., 2019; Tekin, vd., 2021). Holdridge sınıflandırma şeması, ana ekosistemlerin dağılımı, yıllık ortalama sıcaklık, yağış ve potansiyel buharlaşmanın yağışa oranı ile ölçülmektedir.

## 2.1. İklim Değişikliğinin Bitki ve Besin Zinciri Üzerindeki Etkileri

Doğal bitki örtüsünün iklim değişikliğine tepki vermesi yıllar ve hatta yüzyıllar alabilen yavaş bir süreçtir. Söz konusu değişim doğrudan bölgenin sıcaklık değerlerindeki değişim kaynaklı olabileceği gibi hava sirkülasyonlarındaki değişimler, mevsimlerin kayması, su kaynaklarındaki değişimler, günlük veya yıllık sıcaklık farklarındaki değişimler veya başka biyomların artması-azalması gibi farklı nedenlerden kaynaklanabilir. Ayrıca bu olayların sonucu olarak bitki besin zincirinde önemli rol oynayan toprak ayrışma oranlarındaki değişiklikler de bitkilerin besin döngüsünü değiştirebilir. Bu gibi nedenler bazı bitkilerin yetiştirme alanlarının mekânsal değişimi anlamına gelen *tür kaymaları* ile sonuçlanabilir (Jantsch vd., 2013). İklim değişikliğiyle ilişkili *tür kaymaları* besin döngüsü modellerini de değiştirebilir (Metcalf vd., 2014). Sıcaklık ve yağış değerlerindeki değişimlere bağlı olarak bitki verimliliğinin bazı bölgelerde düşmesi ve bazı bölgelerde ise artması beklenmektedir. Hayvanların iklim değişikliğine uyum stratejileri ise genetik çeşitliliğe bağlı olmakla birlikte genellikle göç etmek şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Ancak, yine de farklı bitki ve hayvan türlerinin iklim değişikliğine, su ve besin değerlerindeki değişimlere nasıl tepki vereceğine dair kesin bir yargıya varmak oldukça güçtür. Buna rağmen iklim değişikliğinin türler arasında rekabetçi etkileşimleri arttıracağı öngörülmektedir.

İklim değişikliği, arazi kullanımını doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyebilir. İklim değişikliğinin en iyi tahmin edilebilen etkilerinden biri tarımsal üretim üzerindeki etkileridir (Malhi vd., 2021). Tarımsal arazi uygunluk çalışmalarında iklim değişikliğinin tarımsal verim üzerindeki etkisini değerlendirirken, iklim değişikliğinin insanların en yoğun biçimde tükettikleri tahıl ürünleri üzerindeki etkilerine dikkat çekmektedir (Ozsahin ve Ozdes, 2022a). İklim değişikliğinin tahıl verimi üzerindeki

etkileri, bölgesel çevresel farklılıklara ve geleneksel tahıl yetiştiriciliğinin farklılıklarına bağlı olarak değişebilmektedir. Bu nedenle, iklim değişikliğinin arazi uygunluğu üzerindeki etkilerine odaklanan araştırmalar; Hindistan (Singh vd., 2017), Nepal (Khanal vd., 2018), Çin (Wang ve Hijmans, 2019) ve Tayland (Arunrat vd., 2020) gibi yüksek tahıl üreten ülkelerde artmaktadır.

Tarımsal ürün verimindeki değişimleri ve tarımsal uygunluk alanlarının mekânsal değişimleri (Ozsahin ve Ozdes, 2022b) iklim değişikliğinin doğrudan etkilerindedirler. Örneğin bölgesel yağışların azalması sulama ihtiyacının artmasına neden olurken yağışların artması ise sulama ihtiyacını azaltabilir veya ortadan kaldırabilir. Dolayısıyla, değişen sıcaklık ve yağış değerleri, ürünlerin mekânsal uygunluk kriterleri üzerinde son derece önemli role sahiptir. Bu etkilerin olumsuz sonuçları olarak, gıda üretim miktarının azalması, üretim maliyetlerinin artması, yoksulluk ve açlık riski altındaki insan sayısının artması gibi sonuçlar sayılabilir (Özşahin vd., 2019). Bu konuda arazi sahibi veya yerel yönetimler araziye en uygun tarım ürünlerinin ekilmesini sağlamalı ve mahsul veriminin, çevre ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı korumaya almalıdırlar. Sonuç olarak, iklim değişikliğine bağlı tarımsal arazi değişimlerinin neden ve sonuçlarını kavramak, arazi değişim bilimi çalışmaları ile insan-çevre arasındaki bu etkileşimin daha iyi anlaşılması ile mümkündür.

İnsan nüfusunun önemli bir kısmı kıyı bölgelerindeki arazilerde yoğunlaşmıştır (Uddin vd., 2019). Buna bağlı olarak kıyı bölgeleri, sosyo-ekonomik faaliyetlerin yoğunluğu nedeniyle dikkatleri üzerine çeken bölgelerdir. Kıyı bölgelerinde, iklim değişikliği nedeniyle deniz seviyesinin yükselmesi ve tuzlu su oranını artması gibi çeşitli şekillerde su miktarı ve kalitesi üzerindeki etkileri olacağı tahmin edilmektedir. Aynı zamanda yeraltı su seviyesinin yükselmesi nedeniyle kıyıların kritik bölgeler olduğu bilinmektedir (Moser ve Davidson, 2015). Küresel iklim modelleri, ekstrem iklim olaylarının, dünyanın birçok kıyı bölgesinde tarım sektörünün daha yüksek emisyon senaryoları altında ciddi şekilde etkilendiğini ortaya koymaktadır (Ruane vd., 2013). Bu nedenle, kıyı bölgelerindeki değişimlerin sosyal ve ekonomik sistemler üzerinde öngörülebilir ve modellenabilir önemli etkileri olacağı konusunda somut bulgular ve ibareler mevcuttur.

## 2.2. Arazi Kullanımında İklim Değişikliği Senaryoları ve Modellemeler

Belirli aralıklarla toplanan Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), iklim değişikliğinin etkilerinin tartışıldığı en önemli panellerden biridir (Pörtner vd., 2022). IPCC raporuna göre artan sera gazlarının yakın gelecekte yeryüzünde çeşitli sorunlara neden olacağı öngörülmektedir. İklim değişikliğinin temel etkileri; deniz seviyesinin yükselmesi, fırtına ve kasırgaların şiddetinde artışlar, şiddetli yağış olayları, kuraklık sıklığının artması gibi olaylarla ortaya çıkacaktır (Chokkavarapu ve Mandla, 2019). Bu alandaki araştırmacılar çalışmalarında hidrolojik döngünün gelecekteki değişimini ölçmek için küresel iklim modelleri, bölgesel iklim modelleri ve hidrolojik modeller gibi farklı modelleme yaklaşımlarını kullanmaktadırlar. Söz konusu çalışmalarda, farklı değişkenler ve senaryolar kullanılarak modeller oluşturulmaktadır. Bu çalışmaların ortak kaygısı olarak, su kaynaklarının korunmasının hem kara hem de deniz/okyanus ekosisteminin biyolojik çeşitliliği korumak için vazgeçilmez bir unsur olduğu vurgulanmıştır (Karaman ve Gökalp, 2010). Ayrıca insan ihtiyaçları sıralamasında en önde gelen gıda üretimi için tarımsal ve endüstriyel sektörlerin sürdürülebilirliği için de su kaynaklarının korunmasının oldukça önemli olduğu vurgulanmıştır (Aküzüm vd., 2010). Ancak,

yeryüzündeki flora ve fauna türlerinin tamamen korunması, arazilerin bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmesi ve bu ekosistemler arasındaki ilişkinin mekânsal istatistikle ortaya konmasını gerekli kılmaktadır. Böylece, biyom düzeyinde türlerin iklim değişikliği sürecine adaptasyonu ve uyum sağlamaları mümkündür (Dale, 1997).

Çeşitli iklim değişikliği senaryoları yirminci yüzyılın son çeyreğinden itibaren var olsa da iklime bağlı arazi kullanım değişikliği senaryoları nispeten yeni araştırmalarda ortaya çıkmaya başlamıştır (Akpoti vd., 2019; Marhaento vd., 2018). Antropojenik bir aktivite olarak AKAÖ değişiklikleri, albedo ve buharlaşma gibi arazi örtüsünün fiziksel özelliklerini değiştirerek ekosistemleri etkileyebilmektedir (Cui vd., 2021). Örneğin, karbon tutma oranları bakımından farklılık arz eden bitkiler hem çiftlik hayvanları hem de yaban hayatı türlerinin beslenmesinde oldukça önemli etkileri vardır. Çiftlik hayvanları için yağmur suyu ile yetişen yemlerin sağlanması, biyolojik çeşitliliğin korunmasına katkı sağlayacağı gibi değişen iklime adaptasyonlarını da kolaylaştıracaktır. Dolayısıyla, mevcut ekosistemlerin iklimsel gereksinimlerinin iyi anlaşılması ve iklim değişikliği senaryolarına göre değişim olasılıklarının analiz edilmesi ancak arazi değişim bilimi çalışmalarının entegrasyonu ile mümkündür (Reeves vd., 2018; Wu vd., 2019).

IPCC 6. değerlendirme raporunda farklı iklim değişikliği senaryoları altında gelecekteki etkileri ve riskleri tanımlanan bir bölüm mevcuttur. Söz konusu bölümde, bölgeler ve sektörler arasında 127 kilit risk faktörünün bulunduğu tespiti yapılmıştır (Pörtner vd., 2022). Bu faktörler, alçak kıyı sistemleriyle ilgili sekiz kapsayıcı risk kategorisi altında ele alınmıştır: (1) kara ve deniz/okyanus ekosistemleri, (2), kritik fiziksel altyapı, (3), ağlar ve hizmetler, (4) yaşam standartları ve eşitlik, (5) insan sağlığı, (6) gıda güvenliği, (7) su güvenliği ve (8) barış ve göç şeklindedir. Küresel ısınmanın artması ile, yüksek kırılabilirlik içeren ekolojik ve toplumsal koşullar altında risklerin dramatik şekilde artması beklenmektedir. Özellikle gelişmekte olan düşük gelirli ülkelerdeki hızlı nüfus artışları ve yüksek gelirli gelişmiş ülkelerde göçlere bağlı nüfus artışları şeklinde sorunlarla karşılaşılması kaçınılmaz olacaktır. Hızlı kentleşme, biyoçeşitlilik kaybı ve iklim değişikliği arasındaki yakın bağlantıyı kavramak ve risk dağılımını buna göre belirlemek, bu bağlamda son derece önemlidir.

Türkiye için ise öngörülen iklimsel değerler bölgesel farklılık gösterse de genellikle yarı kurak iklim kuşağında yer alan diğer bölgelerle paralellik göstermektedir. Türkiye’de yapılan çalışmalarda günümüz ve gelecek için NASA-Sonlu Hacim Genel Dolaşım Modeli (fvGCM) tarafından üretilen projeksiyonların kullanılması ile Bölgesel İklim Modeli (RegCM3) kullanılarak dinamik ölçek küçültülmesi ile modellemeler yapılmıştır (Önol vd., 2011). Bu modellerde günümüzde ve 2071-2100 arasındaki tarihlerin simülasyonları için IPCC tarafından belirlenen sera gazları emisyon senaryoları kullanılmıştır. Yapılan bölgesel değerlendirmeler neticesinde özellikle Ege Bölgesi’nde yaz dönemi sıcaklık artışlarının oldukça yüksek olması öngörüldüğü sonucuna varılmıştır. Bu bölgede 2071-2100 periyodunda sıcaklık değerlerinde 5 dereceye kadar artış olabileceği öngörülmüştür. Yine aynı çalışma sonucunda, Fırat ve Dicle nehir havzalarındaki yağış değerlerinde önemli oranda düşüş yaşanacağı ve bu da iklimin su kaynakları üzerinde ciddi olumsuz sonuçları olacağı şeklinde değerlendirilmiştir.



### 2.3. Kırılganlık, Direnç, Zarar Azaltma ve Uyum Süreçleri

Berkes (2007), küresel iklim değişikliği ile bağlantılı kırılganlığın (vulnerability) yalnızca doğrudan iklimsel tehlikelere maruz kalarak yaşanmadığını, aynı zamanda tehlikeye maruz kalan doğal ve beşerî sistemin direncinin (resilience) de önemli bir faktör olduğunu vurgulamıştır. Arazi değişim biliminde direnç kavramı bir sistemin temel yapısal karakteristiğini korumada doğal afetler gibi süreç içinde tekrarlayan olayları absorbe etme kapasitesi olarak tanımlanabilir. Direnç, kırılganlık için üç nedenden dolayı önemlidir: (1) Entegre bir insan-çevre sisteminde tehlikeleri bütüncül olarak değerlendirmeye yardımcı olur, (2) bir sistemin bir tehlikeye başa çıkma, tehlikeyi absorbe etme veya ona uyum sağlama yeteneğine vurgu yapar ve (3) gelecekte meydana gelebilecek değişimlerde belirsizliklerle başa çıkmak için uygun yönetim ve politika araştırmalarında yardımcı olur (Berkes vd., 2000). Bütünleşik insan-çevre sistemlerine direnç kazandırmak, bilinmeyen riskler barındıran değişimlerle başa çıkmanın etkili bir yoludur. Berkes (2007), direnç oluşturmak için dört faktörün öneminden bahseder: değişim ve belirsizlikle yaşamayı öğrenmek; riskleri azaltmak için ekolojik, sosyal ve politik çeşitliliği artırmak; öğrenme ve problem çözme becerisi için bilgi yelpazesini genişletmek ve son olarak, yerel otoritelerin güçlendirilmesi de dahil olmak üzere örgütlenmeye yardımcı fırsatlar yaratmak şeklindedir.

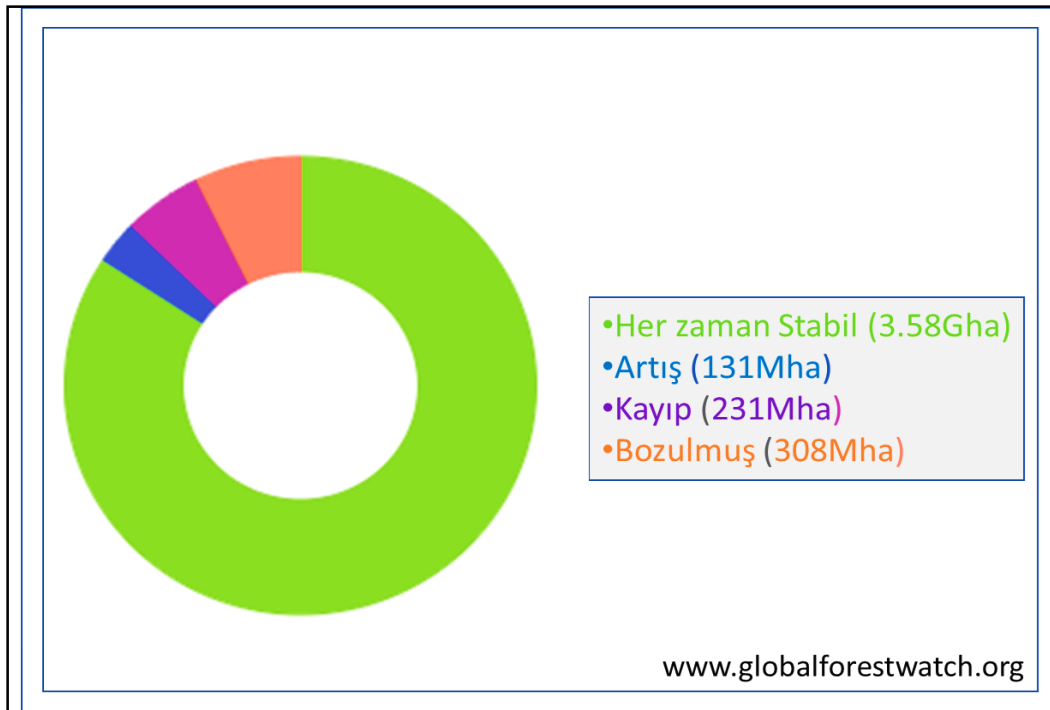
Yeryüzü sistem modelleri, iklim unsurlarının altında yatan en karmaşık fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçleri araştıran kompleks modellerdir. Bunlar, aynı zamanda yerkürenin etkileşimli atmosfer-kara-okyanus-buzul sistemlerini bir model hiyerarşisinde simüle ederler (Bonan ve Doney, 2018). Söz konusu modeller hem karasal hem de denizel ekosistemleri içinde barındırırlar. Neticede, kara ve deniz ekosistemlerini etkileyen aynı küresel değişim etmenleri, iklim değişikliğinin süreçlerini de etkilemektedirler (Bunting vd., 2016). Ancak bununla birlikte, antropojenik iklim değişikliği etkilerini azaltabilecek müdahalelerin önemli bir kısmı biyosferde gerçekleşir. Biyosferin temel elemanları olan ormanlar, su kaynakları, karasal ve denizel ekosistemler, sosyal ve ekonomik kaynakların korunması ise sürdürülebilir insan-çevre ilişkileri için son derece önemli ve gereklidir (Walker vd., 1999).

Çevre ve insan kaynaklarının değişen iklim koşullarının etkilerine karşı kırılganlığını azaltmak ve sistemleri buna uyarlamak oldukça elzemdir. Bu nedenle, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini hafifletmeyi ve zarar azaltmayı amaçlayan uygun iklim politikaları geliştirmek kaçınılmaz bir gerekliliktir (Bonan ve Doney, 2018). Uzun ömürlü sera gazlarının kaynak çıkışını azaltarak yutaklarını artırmak antropojenik iklim değişikliğini azaltmanın en doğal ve direk yollarından biri olarak kabul görmektedir. Ancak, sera gazlarını azaltmak için yapılan müdahalelerin ekosistemler üzerinde farklı olumsuz etkileri de olabilmektedir. Örneğin, yeniden ağaçlandırma çalışması karasal karbon yutağını artırmakta ancak, aynı zamanda yüzey albedosunu düşürmektedir. Bu da bölgesel yıllık ortalama sıcaklığın artışına neden olabilir (Betts vd., 2004). Aynı zamanda yoğun bitki örtüsü, buharlaşma-terleme yoluyla karasal nemliliğe katkıda bulunur.

### 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Tekniklerindeki Gelişmeler

Yaklaşık olarak son altmış yılda CBS ve UA teknolojilerindeki gelişmeler, çevre ve ekolojik gözlem aşamalarında önemli gelişmeleri de beraberinde getirmişlerdir. 20. yüzyıla kadar küresel çapta ormanların kapsamlı bir şekilde haritalanabileceği öngörülemezken, günümüzde küresel arazi

sınıflandırma alanlarındaki değişimleri, artış ve azalışlarını gözlemleme imkânı veren çalışmalar mevcuttur. Bir arazi gözlem görevi olarak orman alanlarındaki kantitatif değişim hem ekolojik hem de beşerî anlamda oldukça önem arz etmektedir. Son yıllarda buna imkân sağlayan bir çalışma olarak Potapov vd., (2022) idari alandaki tüm küresel arazilerde (Antarktika ve Kuzey Kutbu adaları hariç) net orman örtüsü değişimini kantitatif olarak hesaplamıştır. Söz konusu çalışmaya göre 2000'den 2020'ye kadar dünya orman örtüsünde -101 Milyon ha'lık (%-2,4) net bir değişim yaşanmıştır (Şekil 3). Bu alanda çalışmalar henüz erken safhalarında olmasına ve önemli geliştirmelere ihtiyaç duymasına rağmen günümüzde yıllık ve on yıllık olarak orman alanlarının artış ve kayıpları gözlemlenebilmektedir (Hansen vd., 2013).



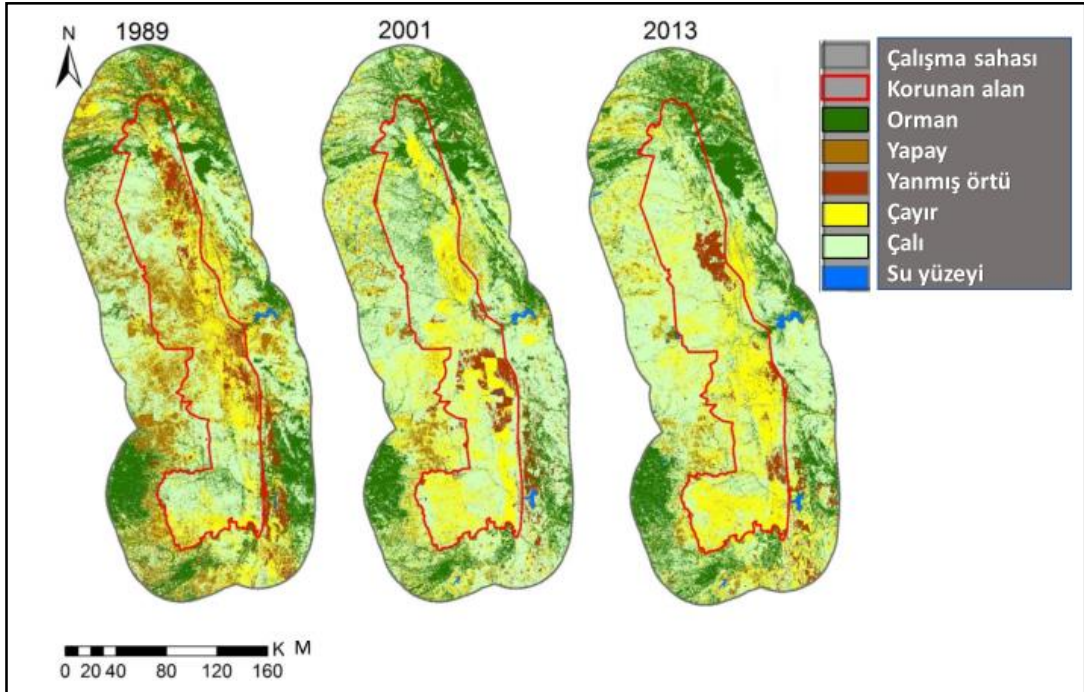
Şekil 3. 2000 ile 2020 yılları arasında küresel orman örtüsündeki net değişim

Kaynak: globalforestwatch.org'dan değiştirilerek hazırlanmıştır.

CBS ve UA teknolojisi, yalnızca ekolojik perspektiflerdeki bilgimizi geliştirmekle kalmamış aynı zamanda ilgili bilim dalları arasında yeni bağlantı fırsatları yaratmıştır (Southworth ve Gibbes, 2010). Özellikle son elli yılda sayıları oldukça artan, buna karşın maliyetleri düşen küresel çapta orta ve yüksek çözünürlüklü uydu verileri, analizlerin kapsamını küçük arazi parçalarından küresel ve geniş bölgesel alanlara çıkarmıştır. Henüz birçok sınırlamanın varlığına rağmen, UA teknolojisi, şu anda mevcut hava ve uzay kaynaklı sensörlerden gözlem kapasitesi açısından oldukça umut vericidir. Bununla ilgili olarak, sadece ekolojik anlamda mekânsal araştırmaların değil, aynı zamanda beşerî faktörlerin ekonomik ve sosyal yapısını birbirine bağlayan UA ve Arazi Değişim Bilimi bağlantısının geliştirilmesi gerektiği de aşıkardır (Chambers vd., 2007). Öte yandan, yaklaşık son yirmi yıllık süreçte CBB alanındaki gelişmeler ve özellikle makine öğrenimli sınıflandırma yöntemleri gibi teknikler sayesinde büyük miktarda UA verisini kısa sürede işleyerek arazi değişim bilimine hem hız kazandırmış hem de yüksek doğrulukta analiz imkânı sağlamıştır (Özdeş ve Southworth, 2023).

### 3.1. Arazi Değişim Bilimi'nde Yer Gözlemleri

Küresel arazi değişiminin temel nedenleri arasında başta antropojenik iklim değişikliği ve küresel çevre değişimleri görülmektedir (Turner vd., 2007). Özellikle sanayi devrimi sonrasında yeryüzünde meydana gelen beşerî aktivitelerin sonucu olarak atmosferde de çeşitli fiziksel ve kimyasal değişimler meydana gelmiştir. Bu değişimler de döngüsel olarak arazi değişimlerinin hızlanmasına katkıda bulunmaktadır. Ancak, küresel anlamda arazi değişimlerinin kantitatif olarak hesaplanmasında çeşitli güçlükler mevcuttur (Southworth ve Gibbes, 2010). Gezegemimizin uydu görüntüleri aracılığı ile gözlemlenmeye başlanması özellikle Landsat gibi yer gözlem uydularının küresel çapta veri toplamaya başladığı yaklaşık son kırk yıllık süreçten ibarettir. Özellikle 21. Yüzyıldan itibaren ise MODIS ve Sentinel gibi yeni küresel gözlem uyduları devreye girmiştir. Ancak bu süreçte de gözlem uydularının çeşitli nedenlerle eksik veya yer yer hatalı veri topladığı bilinmektedir. Bu nedenle bütün yeryüzünün uzun süre kesintisiz bir gözlemi ve buna bağlı verisi mevcut değildir. 1982'den beri Landsat 4 ve 5 uydularının nispeten uzun bir periyot kapsayan verisi yer gözleminde önemli katkılar sağlamıştır. Örneğin son çeyrek asırda yeryüzü doğal orman örtüsünün önemli bir kısmının tahrip edildiği varsayılırken yer gözlem uydularının sağladığı veri sayesinde bilinenin aksine, küresel orman alanlarının kapladığı alan 1982'den 2016'ya kadarki süreçte %7,1'lik bir artış kaydettiği gözlemlenmiştir (Song vd., 2018). Bunun gibi birçok çalışma ile küresel uydu görüntüleri bize mekânsal olarak detaylı bir bilgi zenginliği sunmaktadır. Ayrıca, yalnızca orman ve bitki örtüsü değil, yerleşim ve tarımsal alanlar gibi yapay alanlar ile yakılmış bitki örtüsü gibi farklı arazi örtüleri ile ilgili de detaylı kantitatif mekânsal bilgi sunmaktadır (Şekil 4).



**Şekil 4.** Kruger Ulusal Parkı ve 40 km'lik tampon bölgesinin farklı yıllarına ait arazi örtüsü değişimi  
**Kaynak:** Özdeş, 2017'den değiştirilerek hazırlanmıştır.

Küresel arazi değişiminin temel nedenleri doğrudan veya dolaylı olarak insan faaliyetleri ile ilişkilendirilmektedir. Yapılan çalışmalarda, arazilerin yaklaşık %60'ı doğrudan insan faaliyetleri ile ilişkilendirilirken %40'ı ise iklim değişikliği gibi dolaylı insan faaliyetlerinin sonucu olarak görülmektedir (Dale, 1997; De Chazal ve Rounsevell, 2009). Arazi kullanım çeşitliliği, bölgesel farklılıklar göstermekle birlikte, doğrudan arazi müdahaleleri temelde ormansızlaştırma, tarımsal arazi genişletme, kentleşme, ağaçlandırma, gibi insan faaliyetleri şeklinde gerçekleşmektedir. Global ölçekte gözlemlendiğinde son yıllarda dağ sistemlerinin orman örtüsünde artış görülürken kurak ve yarı kurak alanlarda genellikle bitki örtüsü zayıflaması ve kaybı şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda, genel bir ifade ile belirtmek gerekirse, 21. Yüzyılda gerçekleşen bütün arazi değişimlerinde kaçınılmaz olarak insan-egemen bir arazi değişimi ile karşı karşıyayız.

Genel olarak kontrol mekanizması bağlamında değerlendirildiğinde, uydu görüntülerinin sınıflandırılması kontrollü yöntemler ve kontrolsüz yöntemler olmak üzere iki temel yöntemle yapılmaktadır (Hagenauer vd., 2019). Kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri aynı zamanda makine öğrenmesinde kullanılan iki temel algoritmadır. Kontrollü yöntemlerde algoritma, çıktılarının hatalarını azaltmak için kendi parametrelerini optimize eder. Bu yöntemlerde kullanıcının arazi sınıflarını belirleme üzerinde temel kontrolü söz konusudur. Bu yöntemde kullanıcı önceden çalışma alanında bilinen örnek sınıfları belirlemelidir. Belirlenen örnek sınıflara eğitim noktası veya eğitim örnekleme adı verilir. Böylece bu bölgede spektral olarak ayırt edilebilir veri seti oluşturulur. Kontrolsüz yöntemler ise yalnızca eldeki verileri yazılım aracılığı ile mekanik olarak ayırt ederek çıktılarını sunmaktadır. Bu yöntemde veriler sınıflandırılmamıştır ve kullanıcı tarafından önceden belirlenen sınıflar/kategoriler bulunmaz. Burada temel amaç, insan müdahalesi olmadan verilerdeki kalıpları ve veriler arasındaki benzer bağlantıları ortaya koymaktır. Kontrolsüz yöntemler aynı zamanda iklim modellemesinde veriler arasında farklı bağlantıları ve telebağlantıları (teleconnections) keşfetmede yardımcı olan yöntemlerdir. Bu yöntemde algoritma verilerin belli özelliklerini baz alarak veya verilerin (ör. uydu görüntülerindeki piksellerin) benzerliklerini temel alıp otomatik olarak sınıflandırır (Olaode vd., 2014). Huntingford vd., (2019)'a göre iklim ve arazi sistemleri ile ilgili araştırmacılar için en büyük zorluklardan biri de kontrolsüz makine öğrenmesi yöntemleri ile yapılan ve mekanik anlayış gerektiren modellemelerde patern ve bağlantıların ortaya çıkarılması sorunsalıdır (Pontius vd., 2004).

### 3.2. Mekânsal Arazi Sınıflandırmasında Makine Öğrenmesi Yöntemlerinin Kullanılması

Mekânsal arazi sınıflandırması, arazi değişim biliminin vazgeçilmez unsurlarından biridir. Yer gözlem uyduları ve uzaktan algılama teknolojilerindeki gelişmeler, muazzam miktarlarda küresel uydu verisi elde edilmesini sağlamıştır. Ancak bu büyük miktardaki verileri geleneksel yöntemlerle makul bir doğruluk seviyesinde işlemek ve analiz etmek oldukça güçtür. Öte yandan, 21. yüzyılda hızla gelişen makine öğrenmesi yöntemlerinin sınıflandırma çalışmalarına dahil edilmesi, bu büyük miktardaki uzaktan algılama verilerini yüksek doğrulukla işlemek için uygun bir yöntem olduğu anlaşılmıştır. Uydu verilerinin kullanılabilirliğinin ve çözünürlüğünün artmasıyla birlikte, makine öğrenmesi modelleri büyük miktarlardaki UA verilerinin işlenmesi ve analiz edilmesi için gerekli hale gelmiştir (Ozdes, 2023). Makine öğrenmesi yöntemleri, düşük oranda varsayım barındıran veya hiç varsayım barındırmayan veri çıkarımına yönelik otomatik veya yarı otomatik yöntemlerdir. Birçok araştırmacı, arazi sistemlerinin bileşenlerinin daha iyi anlaşılmasını sağlamak için sınıflandırma çalışmalarında

makine öğrenmesi yöntemlerini benimsemişlerdir. Karmaşık arazi sistemlerinin bileşenleri arasındaki bağlantıların ve bunların iklimle tepkimelerinin sonuçlarını kavramak için makine öğrenmesi yaklaşımlarını kullanmak oldukça önemli avantajlar sağlamaktadır.

AKAÖ sınıflandırmasında kullanılan çok çeşitli makine öğrenmesi algoritması bulunmaktadır. Bunların başında; Destek Vektör Makineleri (Support Vector Machines - SVMs), Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Networks - ANN), Karar Ağaçları (Decision trees -DT), ve Rastgele Orman (Random Forest - RF) gibi sınıflandırma algoritmaları gelmektedir. Her algoritmanın kendine özgü avantaj ve dezavantajlı yönleri bulunmaktadır. Bu nedenle, algoritma seçimi projenin özel ihtiyaçlarına, mevcut verilerin boyutu ve özelliklerine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir (Kıraç, 2021; Tırmanoğlu vd., 2023). UA uydu görüntülerini sınıflandırmak için en yaygın kullanılan makine öğrenmesi (Abdi, 2020; Chaturvedi ve Vries, 2021) yöntemlerinden dört tanesi şu şekilde sıralanabilir:

1. (Support Vector Machines - SVMs) Destek Vektör Makinesi (DVM): Uzaktan algılamada arazi sınıflandırması için en yaygın kullanılan makine öğrenmesi yöntemlerinden biri DVM algoritmasıdır. DVM, verileri sınıflara ayırmak için yüksek boyutlu uzayda bir hiper düzlem veya bir dizi hiper düzlem oluşturan denetimli bir öğrenme algoritmasıdır. DVM, arazi örtüsü sınıflandırması, bitki örtüsü haritalama ve uydu görüntülerinden kentsel alan tespiti gibi mecralarda başarıyla kullanılmaktadır.

2. (Artificial Neural Networks - ANN) Yapay Sinir Ağları (YSA): Bu algoritma da UA uydu görüntüsü sınıflandırması için yaygın olarak kullanılmaktadır. YSA, insan beyninin davranışını simüle ederek bilgiyi işleyen ve ileten, birbirine bağlı düğümlerden veya nöronlardan oluşan hesaplama modelleridir. Bir YSA türü olan Evrimsel Sinir Ağları (Convolutional Neural Networks - CNN's), arazi örtüsü haritalama ve tarımsal verimlilik çalışmaları gibi UA uygulamalarında uydu görüntülerinin sınıflandırılmasında önemli bir potansiyel göstermiştir.

3. (Decision Trees - DT) Karar Ağaçları (KA): UA görüntü sınıflandırması için basit ama etkili bir algoritmadır. KA, kararları ve bunların olası sonuçlarını modellemek için ağaç benzeri bir grafik kullanan bir karar destek aracıdır. KA, orman sınıflandırması, arazi kullanımı haritalaması ve kentsel alan tespiti gibi UA uygulamalarına uygulanmaktadır.

4. (Random Forests - RF) Rastgele Ormanlar (RO): Son olarak, uydu verilerinin sınıflandırılması için yaygın olarak kullanılan en son ortaya çıkan makine öğrenmesi modeli ise RO algoritmasıdır. RO, sınıflandırma sonuçlarının doğruluğunu ve güvenilirliğini artırmak için birden fazla karar ağacını birleştiren bir toplu öğrenme yöntemidir (Breiman, 2001). RO, verim haritalama, arazi sınıflandırması ve su kütlesi tespiti gibi çeşitli UA uygulamalarında yüksek başarı ile uygulanmıştır. RO algoritması, önceki yöntemlere kıyasla daha kapsamlı özelliklere sahip olması nedeniyle özellikle dikkat çeken, görece yeni bir yaklaşımdır. Uydu görüntüleri verisini kullanarak arazi desenlerini daha doğru bir şekilde karakterize etme ve yüksek bir hassasiyet seviyesine ulaşabilme yeteneği nedeniyle RO, arazi değişiklikleri çalışmalarında yoğun olarak kullanılan bir yöntemdir.

Yaklaşım temelli düşünüldüğünde ise Huntingford vd., (2019) temelde arazi değişimlerinde kullanılan dört farklı makine öğrenmesinden söz etmektedir. Bunlar Gauss Süreçleri (Gaussian

Processes), Gradyan İniş Yöntemi (The Gradient Descent Method), Doğrusal Olmayan Gauss Dışı Çıkarımlar (Nonlinear non-Gaussian Inferences) ve Derin Öğrenme (Deep Learning) yaklaşımlarıdır. Gauss Süreçleri, geçmiş durumun özelliklerini kullanarak sürekli veri setleri oluşturmak için yeterli veri miktarına sahip olmayan bölgeler için verilerin ekstrapolasyonuna izin vermektedir. Gradyan İniş Yöntemi, ekosistemin sıcaklığa verdiği tepkiler gibi işlevsel konularda belirleyici olabilmektedir. Doğrusal Olmayan Gauss Dışı Çıkarımlar, daha fazla veri elde edildikçe aşamalı olarak güncellenen temel yer sistemi model parametrelerini iyileştirir. Derin Öğrenme yaklaşımları, hesaplama açısından zorlu bileşenlerini taklit ederek varsayımsal veriler üretir ve genellikle doğrusal olmayan verilerdeki ilişkileri ortaya çıkarmak için derin sinir ağlarının (Deep Neural Network) ve grafik yapıların kullanımına odaklanır (Ardabili vd., 2019).

#### 4. Kurak ve Yarı Kurak Ekosistemlerdeki Arazi Yapısı ve Arazi Değişimleri

Son yıllarda uluslararası literatürde birçok farklı disiplinden araştırmacılar insan kaynaklı arazi değişimi araştırmalarına daha fazla yoğunlaştığı görülmektedir (DeFries vd., 2010; Wittemyer vd., 2008). Ancak, kurak ve yarı kurak alanlardaki dinamik, kırılğan ve karmaşık arazi örtüsünün varlığı nedeniyle sürekli yeni ve güncel sınıflandırma çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bununla birlikte, son iki asırda atmosferde küresel karbon değerlerinin artışı ile meydana gelen küresel iklim değişikliği (Mendelsohn ve Dinar, 2009) de sorunu daha da derinleştirmektedir (Southworth vd., 2004). Kurak ve yarı kurak alanlardaki bitki örtüsü, karmaşık yapısı nedeniyle diğer ekosistemlerin çoğundan çok daha az dirençlidir (Biggs, 2003; Wessels vd., 2006, 2011). Bu nedenle yakın gelecekte özellikle orta kuşak iklim bölgelerinde kuraklık sorununda artış görülmesi muhtemeldir (Foto 1).

Kurak ve yarı kurak ekosistemleri yapısı itibari ile temelde iki farklı arazi örtüsü olarak sınıflandırabiliriz: Bunların birincisi otsu bitkiler, ikincisi ise odunsu bitkilerin oluşturduğu örtüdür (Sankaran vd., 2005). Bununla birlikte, birçok araştırmacı ise odunsu bitkilerin yaygın olduğu arazi türünü çalı ve ağaç örtüsü olarak iki alt kategoriye ayırmayı tercih etmektedir (Kiker vd., 2014; Venter, 1991; Wessels vd., 2011).

Odunsu bitkilerin kurak ve yarı kurak arazi sistemlerindeki flora ve faunanın düzgün işleyişi üzerinde; yağışma oranları, üretkenlik, hidrolojik denge, besin döngüsü ve toprak erozyonu üzerindeki etkileri de dahil olmak üzere birçok etkisi söz konusudur (Sankaran vd., 2008).



**Foto 1.** Yarı kurak ekosistemi temsilen bir görüntü.

**Kaynak:** www.creativefabrica.com platformunda yapay zekâ teknolojisi kullanılarak üretilmiştir.

Kurak ve yarı kurak bölgelerin iklim değişikliği ve arazi kullanımındaki değişikliklere oldukça duyarlı olduğu bilinmektedir. Bu nedenle araştırmacılar, başlıca çevresel değişkenler ile söz konusu bölgeler arasında, özellikle odunsu bitkilerle ilişkilerin nicelleştirilmesine ve somut bir özellik kazandırmasına yoğunlaşmışlardır (Bucini ve Hanan, 2007). Yapılan çalışmalar, yıllık ortalama yağışların odunsu örtünün gelişimi üzerindeki etkisinde bir üst sınırın varlığını işaret etmektedir (Sankaran vd., 2005). Araştırma sonuçları genellikle yıllık ortalama yağışın 200 ile 700 mm arasında olan bölgelerde yağışın bitki örtüsü oranıyla güçlü bir pozitif korelasyon olduğunu göstermiştir (Gibbes vd., 2014). Ancak, otçullar, besin değerleri, yangınlar ve diğer faktörlerle birlikte değerlendirildiğinde yıllık 700 mm üzerinde yağış durumunda istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. Bu durum göz önüne alındığında, diğer tüm faktörler nötr ise yağıştaki değişiklik istilacı bitkilerin yayılmasında etkili olabileceği sonucuna varılmıştır (Sankaran ve Anderson, 2009).

Kurak ve yarı kurak arazilerin yapısının yanında, bazı araştırmalar kritik çevresel faktörlerin rolünün fizyografik gradyanlar boyunca bitki örtüsü büyümesini nasıl etkilediğini de araştırmışlardır (Campo-Bescós vd., 2013). Bu tür araştırmalarda özellikle kurak ve yarı kurak arazilerde bitki örtüsü yeşilliğinin ve dolayısıyla sağlığının bir ölçüsü olarak Normalleştirilmiş Bitki Örtüsü Fark İndeksi (NDVI) yaygın olarak kullanılmaktadır (Wessels vd., 2006). Bununla birlikte, bu arazilerdeki bitki örtüsünün devingen yapısı bölgeler arasında büyük farklılıklar oluşmasına neden olabilmektedir. Ayrıca, her ülke sınırında farklı arazi politikalarının uygulanması ve arazi sahiplerinin arazi kullanımları arasındaki farklılıklar nedeniyle, fiziki özelliklerin önemi ikinci plana düşmektedir. Bu da arazi örtüsünün sayısallaştırılmasını oldukça zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, odunsu bitkiler ve otsu bitkilerin dağılışı gösterdiği bölgelerde bu iki yaşam formu arasındaki nispi oranları belirleyen faktörler hala belirsizliğini korumaktadır (Blaser vd., 2014).

Belirsizliklere rağmen doğal süreçlerin bölgesel farklılıklarını beşerî yönleri ile anlamak ve arazi kullanım koşullarını ortaya koymak hem araştırmacılar için hem de yerel yönetimler ve arazi paydaşları için oldukça elzem bir konu olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, arazi değişimi üzerinde etkili olan faktörleri kavramak iklim değişikliğinin ve insan kaynaklı arazi örtüsü değişikliğinin gelecekte arazileri nasıl etkileyeceğini tahmin etmenin anahtarı olarak görülmektedir.

Bucini ve Hanna (2007), atmosferdeki karbon miktarını kontrol altında tutarak odunsu-otsu örtü dengesinin korunması için korunan alanlarda kontrollü yangınların rolünün oldukça kritik öneme sahip olduğunu belirtmiştir. Kurak ve yarı kurak alanlardaki ekosistemlerin, özellikle odunsu-otsu bitkilerin ortaklaşa yayılış gösterdiği bölgelerde kontrollü yangınların atmosferik CO<sub>2</sub> emisyonlarının %40'ına neden olduğu göz önüne alındığında, söz konusu ekosistemlerin küresel karbon döngüsündeki önemi daha belirgin hale gelmektedir (Sankaran vd., 2008; Smit ve Asner, 2012).

Tropikal alanlar ve çöller arasındaki geçiş iklimi olarak da kabul gören yarı kurak alanlar hem insan hayatı için hem de doğal yaşam döngüsü için son derece önemli bir ekosistem konumundadırlar. Ayrıca bu bölgeler küresel gıda üretimi ve gıda güvenliğinde de önemli bir rol oynamaktadırlar. Dünya nüfusunun %40'ından fazlası kurak ve yarı kurak alanlarda yaşamaktadır (Sankaran vd., 2008). Özellikle çevresel ve ekonomik yönden oldukça önemli bölgeler olarak kabul gören yarı kurak alanlar tarımsal faaliyetlerin yanı sıra doğal ortam ve yaban hayatı açısından da önemli bir konuma sahiptirler.

Özellikle 20. yüzyılın sonlarından itibaren tarımsal faaliyetler, orman ürünleri, mera hayvancılığı ve kontrolsüz yangınlar gibi nedenlerle insan tarafından artan çevresel baskı, bazı bölgelerde arazi örtüsünü geri dönülemez bir biçimde değişime zorlamıştır. Bunun sonucunda bazı bölgelerde ormanlık alanlarda bitki örtüsü kaybı yaşanırken daha önce bitki örtüsünden yoksun olan bazı bölgelerde ise yeraltı suyu kullanılarak tarımsal faaliyetler ve ağaçlandırma yapıldığı görülmektedir (Moser ve Davidson, 2015). Bu şekilde süregelen bir değişimin sonucu olarak insan, arazi örtüsünü tür ve dağılışını kademeli olarak etkilemeye devam etmektedir. Öte yandan, dünyanın bazı kurak ve yarı kurak bölgelerinde ise bitki örtüsünün tamamen ortadan kaldırılması nedeniyle çölleşmeye neden olmuştur. Bu fenomenler göz önüne alındığında, yerel yönetimler ve paydaşların arazilerden maksimum düzeyde yararlanabilmeleri için kurak ve yarı kurak alanlardaki AKAÖ değişimlerinin nicel olarak değerlendirilmesi oldukça önemlidir.

Kurak ve yarı kurak bir alanda ekolojik dengeyi korumak için en yaygın sürdürülebilirlik yöntemlerinden biri söz konusu bölgeyi Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (IUCN)'ne göre milli parklar ve korunan alanlar kategorilerine alıp korumaktır. Korunan alanlar, bazı bölgelerde oldukça kırılğan bir yapıya sahip olan kurak ve yarı kurak alanların flora ve fauna özelliklerinin efektif bir biçimde korunması için tek çözüm olabilir (Child vd., 2004; Hansen ve DeFries, 2007; Ozsahin vd., 2022c). Korunan alanlar içindeki ekolojik dengenin makul seviyede korunması için akarsu, dağ sırtı, ekolojik sınır gibi doğal sınırların dikkate alınması elzemdir (DeFries vd., 2007).

Son zamanlarda yapılan araştırmalarda üstünde durulan bir diğer konu da korunan alanları çevreleyen arazilerin de AKAÖ değişikliklerinin korunan alanlar üzerinde önemli bir etkisi olduğu düşüncesidir. Çünkü korunan alanlar sadece doğal çevre ve yaban hayatını değil, aynı zamanda bu ekosistemde yaşamını sürdüren insanları ve bu insanların sosyo-ekonomik faaliyetlerini de önemli



ölçüde etkiler niteliktedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde, zaten oldukça karmaşık bir yapıya sahip olan yarı kurak alanlara insan faktörü ve sosyo-ekonomik faaliyetler de dahil olunca daha da karmaşık bir yapıya dönüşmektedir. Bu nedenle, yarı kurak ekosistemlerin karmaşıklığını ve bu tür ekosistemlerde arazi örtüsü değişim dinamiklerini kavramak hala önemli bir sorun olarak kalmaya devam etmektedir (Cui vd., 2013).

#### 4.1. Kurak ve Yarı Kurak Ekosistemlerde Çalı İstilasası

Kurak ve yarı kurak bölgelerde en yaygın sorunlardan biri de çalı istilasasıdır (Sankaran ve Anderson, 2009). Çalı istilasası hem doğal nedenlerden hem de antropojenik faaliyetlerden kaynaklı olabilmektedir. Bu konuda yapılan bazı çalışmalar sorunun kurak ve yarı kurak araziler için risk teşkil eder nitelikte olduğunu göstermiştir (Maestre ve Cortina, 2009).

Çalı istilasası zaman serileri ölçeklerinde bazen daimî bir süreç niteliğinde bazen de belli zaman aralıklarında periyodik olarak meydana geldiği gözlemlenmiştir (Eldridge vd., 2011). Van Auken (2009) çalı istilasasını "ekosistemde çalı bitkilerinin yoğunluğu, arazi örtüsü oranı ve biyokütlesindeki artış" olarak tanımlar. Çalı istilasası terimi aynı zamanda çalı işgali, odunsu bitki yoğunluğunun artması ve çalı kaplaması gibi diğer farklı ifadelerle eş anlamlı olarak da kullanılmaktadır. Çalı istilasası kavramı ilk olarak Walter (1954) tarafından ortaya atılmış ve Walker ve Noy-Meir (1982) tarafından genişletilmiştir. Söz konusu çalışmada araştırmacılar çalı istilasası yarı kurak biyomların aşırı otlatılmasına bağlamışlardır. Ancak farklı araştırmalarda çalı istilasası, aşırı otlatmanın yanında yangın ve antropojenik nedenler gibi faaliyetlere de atfedilmiştir (Archer vd., 1995).

Çalı istilasası, dünyanın kurak ve yarı kurak bölgelerinin çoğunda, özellikle de savan ekosistemlerde (Foto 2) oldukça yaygın bir olgudur (Eldridge vd., 2011). Otlatma ve ormansızlaştırma gibi faaliyetlerin bir kombinasyonu nedeniyle vejetasyon yapısındaki bu tür değişiklik 1900'lerin başından beri süregelmiştir (Archer, 2009). Halihazırda, çalı istilasası görülen orman dışı arazilerin Amerika Birleşik Devletleri'nde çoğunlukla yarı kurak batı eyaletlerinde 330 milyon hektarı kapladığı tahmin edilmektedir (Knapp vd., 2008; Pacala vd., 2001). Son yıllarda, Güney Afrika Cumhuriyeti, Zambia, Zimbabve, Mozambik, Bostvana, Angola gibi Afrika kıtasının güneyindeki ülkelerde çalı benzeri bitkiler, çayır ve uzun ağaç örtüsü üzerinde daha baskın hale geldiği tespit edilmiştir. Bu durum, bitki örtüsü dinamiklerinde bir değişiklik meydana getirmekte ve bitki örtüsünün doğal dengesini bozmaktadır (Blaser vd., 2014). Bu şekilde Afrika'nın güneyinde yaklaşık 13 milyon hektar alan çalı istilasına maruz kaldığı sanılmaktadır. Türkiye'de de özellikle Akdeniz iklim bölgesinde maki bitki örtüsünün görüldüğü yarı kurak alanlara karşılık gelen bölgelerin de çalı istilasından etkilendiği bilinmektedir (Baştürk ve Aladağ, 2009). Yarı kurak ekosistemlerde bitki örtüsünün kaybı sonucu çölleşmenin neden olduğu arazi değişiklikleri nedeniyle Türkiye de dahil olmak üzere dünya genelinde iki milyardan fazla insanı etkilediği düşünülmektedir. (Adeel, 2008; Bayar, 2018).



**Foto 2.** Yarı kurak savan ekosistemi temsilen bir görüntü

**Kaynak:** www.creativefabrica.com platformunda yapay zekâ teknolojisi kullanılarak üretilmiştir.

Yeryüzünde özellikle yarı kurak savan ekosistemlerde çeşitli akasya türleri de dahil olmak üzere işgalci olarak kabul edilen çok sayıda çalı türü mevcuttur: karaçalı (*Senegalia Mellifera*), akasya (*Vachellia Tortilis*), mavi diken (*Senegalia Erubescens*), brendi (*Grewia Flava*) orak çalısı (*Dichrostachys Cinerea*) salkım yaprağı (*Terminalia Sericea*) ve mopane (*Colophospermum Mopane*) bunlardan başlıcalarıdır (Moleele vd., 2002).

### 5. Türkiye’de Arazi Değişim Bilimi ve Uygulamaları

Türkiye, coğrafi ve iklim koşulları nedeniyle tarım ve hayvancılık açısından oldukça zengin bir ülkedir. Ancak, son yıllarda artan nüfus, endüstriyel gelişme ve kentleşme gibi faktörler nedeniyle arazi değişikliği sorunları ile karşı karşıya kalınmaktadır. Hızla artan nüfus ve yoğun ekonomik faaliyetlerin sonucu olarak plansız kentleşme ve yetersiz arazi yönetimi uygulamaları görülmektedir. Özellikle büyük şehirlerdeki hızlı kentleşme tarım alanlarının ve yeşil alanların kaybedilmesine neden olmaktadır. Bunun sonucunda, toprak verimliliği düşmekte ve çevre sorunları artmaktadır. Her ne kadar Türkiye’de arazi kullanımı (Ayten, 2007; Özdeş vd., 2019; Sönmez, 2011; Turan vd., 2021; Uzun ve Somuncu, 2013), arazi örtüsü değişikliği (Türkeş, 2012), tarımsal alanlarda arazi değişimleri (Bayar, 2018; Ozsahin vd., 2022b) tarımsal alanlarda bozuk drenaj sorunları (Ozsahin vd., 2022a), şehirsal alanlarda mekânsal değişimler (Özdeş, 2019), sürdürülebilir arazi kullanımı (Gümüş ve Durduran, 2020), turizm amaçlı arazi kullanımı (Turoğlu ve Özdemir, 2005), bitki formasyonlarının dağılımları (Avcı, 2004) gibi farklı türden arazi değişimleri ile ilgili pek çok çalışma yapılmış olsa da bu çalışmalar genellikle farklı bilim dalları adı altında yapılmakta ve birbirinden bağımsız çalışmalar gibi algılanmaktadır. Oysa metod ve temalarda yer yer farklılıklar arz etse bile farklı bilim dalları altında arazi örtüsü ve arazi kullanım değişiklikleri olarak yapılan bu çalışmalar, temel itibarı ile arazi değişim bilimi çalışmalarıdır. Çünkü

temelde disiplinlerarası bir bilim olan arazi değişim biliminin özünde ‘insan’, ‘mekân’ ve ‘değişim’ kavramları yer almaktadır. Bu nedenle arazi değişim biliminin farklı gibi algılanan bütün bu çalışmaların ortak noktasını oluşturduğunu ifade etmek yerinde olacaktır.

Türkiye’de 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi kullanım Planlaması Yasası ile arazi kullanımı hukuki düzeyde belli kriterlere bağlanmıştır. Söz konusu kanunun 10. Maddesinde, tarım arazilerinin, arazi kullanım plânlarında belirtilen amaçları dışında kullanılmayacağı, 11. Maddesinde, arazi paydaşları ve arazi kullanıcılarının hazırlanan plân ve projelere uymakla yükümlü olduğu bildirilmiştir (Erkan vd., 2011). Aynı kanunun diğer maddelerinde de tarımsal arazi kullanımlarında tarımsal amaçlı arazi kullanım plân ve projelerine uyulması gerektiği, tarım dışı arazi kullanımlarında ise toprak koruma projeleri kapsamında değerlendirilmesinin zorunlu olduğu belirtilmiştir.

Arazi kullanım plânlarında tarım amaçlı ayrılmış olan arazilerde izinsiz olarak yapılmış/yapılacak bütün yapıların tasviye edileceği hükmü yer almaktadır. 1998 yılında 4340 sayılı yasa ile kabul edilmiş Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Planlaması Kanunu 2005 yılında yürürlüğe konulmuştur. Ancak, akabinde güçlü bir denetim mekanizması olmaması nedeniyle hatalı arazi kullanımından kaynaklanan sorunların önüne geçilememiş ve günümüze kadar sürdürülebilir arazi yönetimi konusunda ciddi tedbirler ve denetimler yapılamamıştır. Böylece, her ne kadar yanlış arazi kullanımı nedeniyle arazi değişimi kanunla regüle edilmiş olsa da pratikte hatalı arazi kullanımı nedeniyle arazi değişimleri ve verimli arazilerin kaybı süregelmektedir.

Türkiye'deki doğal ekosistemler üzerinde tehdit oluşturan en önemli faktörlerden birinin habitat ve arazi kullanım değişiklikleri olduğu söylenebilir. Bu değişiklikler, doğal orman alanlarının azalmasına ve tahribatına neden olmaktadır. Bu da türlerin yaşam alanlarının kaybına ve endemik nesillerinin tehlikeye girmesine yol açabilmektedir (Tolunay, 2021).

Orman Genel Müdürlüğü'nün verilerine göre (Çizelge 1), ülkemizdeki orman alanları son 40 yılda artış eğilimindedir (OGM, 2020). Ancak orman alanlarında orman dışı faaliyetler için verilen izinler de sürekli olarak çeşitlenmeye ve artmaya devam etmektedir (Foto 3). İzinler, en fazla 49 yıl "kamu yararı" adına verilmekte ve daha sonra yeniden ağaçlandırılacağı kabul edilmektedir. OGM tarafından yayınlanan orman verileri, sadece gerçek orman verilerini değil, yasal olarak orman olarak kabul edilen alanları da içermektedir (Tolunay, 2021).

Öte yandan, Orman alanı değerleri, Ulusal Sera Gazı Envanterinde ve Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından CORINE arazi sınıflandırmasına göre uydu görüntüleri kullanılarak yapılan çalışmalardan farklılık arz etmektedir. OGM verilerinde orman alanlarında sürekli bir artış gözlemlenirken CORINE sistemine göre (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021) toplam orman alanında bir azalma görülmektedir (Çizelge 2). Ancak, karşılaştırma yapılırken bu iki değer arasında, kapsama süresi bakımından farklılıklar olduğu da göz önünde bulundurulmalıdır. Söz gelimi, OGM verisi 1973-2020 yıllarını kapsarken CORINE Verisi 1990-2018 yıllarını kapsamaktadır.

**Çizelge 1.** OGM (2020)'ye göre Türkiye toplam orman örtüsü

Yıllar	Verimli orman alanı (ha)	Boşluklu orman (ha)	Toplam orman alanı (ha)
1973	8.856.457	11.342.839	20.199.296
1999	10.027.568	10.735.680	20.763.248
2005	10.621.221	10.567.526	21.188.747
2010	11.202.837	10.334.254	21.537.091
2015	12.704.148	9.638.787	22.342.935
2020	13.264.429	9.668.571	22.933.000
2020-1973 fark	4.407.972	-1.674.268	2.733.704

**Kaynak:** Tolunay, 2021'den değiştirilerek hazırlanmıştır.

**Çizelge 2.** CORINE sistemine göre Türkiye toplam orman örtüsü

Yıllar	Verimli orman alanı (ha)	Boşluklu orman (ha)	Toplam orman alanı (ha)
1990	11.713.054	8.718.381	20.431.435
2000	12.200.373	8.387.132	20.587.505
2006	11.638.447	8.645.094	20.283.540
2012	11.621.447	8.756.889	20.378.336
2018	11.525.788	8.829.149	20.354.937
2018-1990 fark	-187.266	110.768	-76.498

**Kaynak:** Tolunay, 2021'den değiştirilerek hazırlanmıştır.

Türkiye'de özellikle son yıllarda inşaat odaklı kalkınma politikaları, taş, mıdır, beton gibi hammadde üretimini arttırmış ve doğal alanların tahribatına neden olmuştur. Ayrıca enerji üretimi için yapılan kömür, Hidroelektrik Santralleri (HES) Rüzgâr Enerjisi Santralleri (RES) Güneş Enerjisi Santralleri (GES), nükleer santrallerin ve bunların iletim hatlarının ormanlar başta olmak üzere doğal alanlara inşa edilmesi de çevre tahribatı sorunlarına yol açmaktadır (Tolunay, 2021).

Binyıl Ekosistem Değerlendirme raporu (Millennium Ecosystem Assessment, 2005)'na göre bu santrallerin kurulum alanlarının ön hazırlıkları uygun bir şekilde yapılmadığında doğal arazilerin ve biyolojik çeşitliliğin geri dönülemez şekilde kaybına neden olan önemli faktörler olarak karşımıza çıkmaktadırlar (Albayrak, 2012). Raporda, habitat değişimi, iklim değişikliği, istilacı yabancı türler, aşırı kullanım ve kirlilik gibi faktörlerin doğrudan; demografik, ekonomik, sosyo-politik, kültürel ve dini, bilimsel ve teknolojik faktörlerin de dolaylı olarak bu konuda etkili olduğu belirtilmektedir. Ayrıca raporda Türkiye'deki doğal alanların çeşitli yatırım projeleri ve kentleşme baskısı altında olduğu da vurgulanmaktadır.



**Foto 3.** Trakya'da bir kömür madeni sahası (Nisan 2019). Ülkemizde maden çıkarılan sahalarda genellikle kederine terk edilmekte ve yeniden ağaçlandırma çalışmaları ihmal edilmektedir.

Kuşkusuz, Türkiye'de arazi kullanımı ve arazi değişimi sorunlarının çözümü için birtakım önlemler alınması gerekmektedir. Bunların arasında, arazi kullanım planlarının oluşturulması, arazi kullanımı ve arazi değişimi konusunda kamuoyu bilincinin artırılması, çevre koruma çalışmalarının sıklaştırılması ve tarım arazilerinin korunması gibi tedbirler yer almaktadır. Bunların yanı sıra, en elzem tedbirler arasında yerel yönetimlerin etkin bir şekilde arazi yönetim ve denetim uygulamalarını yapması gerekmektedir. Neticede, Türkiye'de arazi değişimi ve arazi kullanımı sorunlarına kişi veya kurumların münferit çabaları ile kısa sürede çözüm üretmeleri pek mümkün değildir. Bu sorunların çözümü için tüm paydaşların iş birliği yapması ve uzun vadeli planlanmış çözümler üretmesi gerekmektedir.

### 6. Arazi Değişim Biliminin Zorlukları ve Limitasyonları

Arazi değişim bilminde gerek teknolojik ve sosyo-kültürel farklılıklar açısından ve gerekse bu süreçleri entegre etmede farklı disiplinlerin farklı yöntemler kullanmasından ötürü verilerin entegrasyonu, metodolojisi ve analitiği bakımından çeşitli zorluklarla karşı karşıya kalınmaktadır (Rindfuss vd., 2004). Arazi örtüsündeki değişimlerin yalnızca *neden* ve *nasıl* değiştiği değil aynı zamanda bu değişimin *ne zaman* ve *nerede* gerçekleştiği sorularının da cevaplanması gerekmektedir. Bu zaman-mekân dinamiği ise dinamik insan faktörü ile birleşince ölçeklendirme sorunları ile karşılaşılması kaçınılmazdır (Song vd., 2018). Ölçeklendirmede kullanılacak yöntemin tutarlı ve güvenilir sayılabilmesi için veride belirli bir standart ölçek veya çözünürlük (hücre-piksel, hane, parsel, yerel yönetim sınırı vb.) kullanılması gerekmektedir (Rindfuss vd., 2012). Arazi parsellerinin değişimi, mülkiyet haklarının değişimi, icar, imar değişikliği gibi faktörler ölçeklendirmede başlıca dinamik faktörlerdendir.

Arazi kullanımında sıkça karşılaşılan problemlerden biri de aynı arazilerin zaman içerisinde tarım, mera, rekreasyon, gibi farklı şekillerde kullanımınıdır (Brown vd., 2000). Bununla birlikte, bazı arazi birimleri aynı anda farklı amaçlar için de kullanılmaktadır. Örneğin, yeryüzünde birçok bölgede arazi sahipleri arazilerini aynı anda hem geçimleri için hem de ticari amaçla kullanmaktadırlar. Ek olarak,

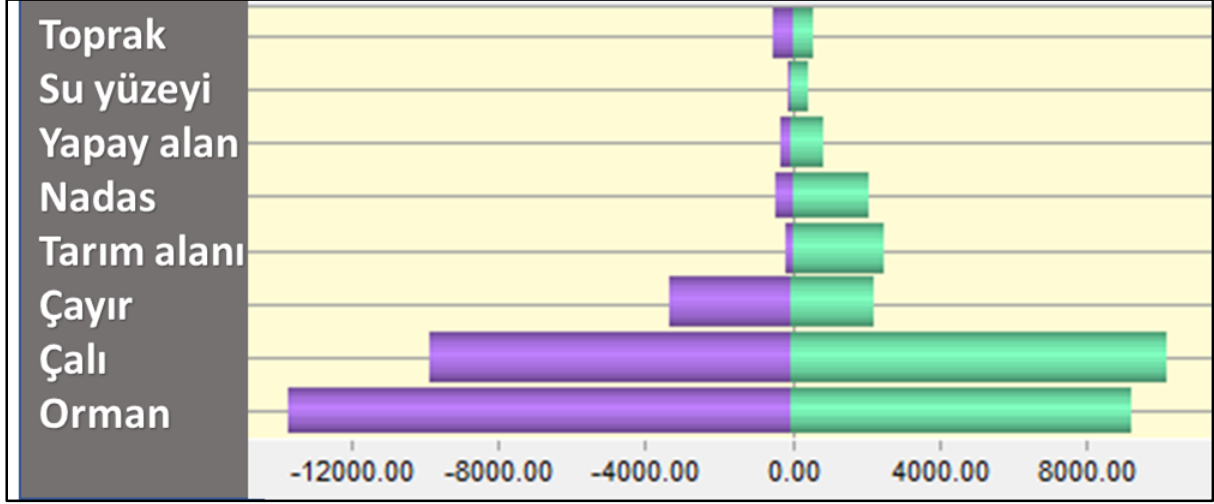
bazı araziler zaman zaman icara verilmekte veya bazı çok hisseli arazi parçaları yılın belli mevsimlerinde farklı kullanıcılar tarafından işletilmektedir. Bu durum ise zaman-mekân ilişkilerinin ötesinde daha karmaşık bir ölçeklendirme ve yorumlama sorunsalına neden olmaktadır. Ayrıca, UA verileri piksel tabanlı mekânsal veri sağlarken, arazi parselleri tipik olarak hane bazlıdır. Bu nedenle, arazi parsellerinin sınırları genellikle UA verilerinin pikselleriyle eşleşmemektedir. Bunların dışında, arazinin bazı bölümlerine ulaşamadığı durumlarda çalışma alanı küçültülebilmekte veya veri elde edilemeyen alanlar çalışma alanı dışında tutularak yanlış sonuçlara yol açabilmektedir (Rounsevell vd., 2012). Arazi sınıf verileri, yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinden çıkarımla elde edilebilir, ancak yalnızca bu verilere dayanan çalışmalar hataya düşebilmektedir. Bunun tipik sebepleri arasında, arazinin uydu görüntülerinin zaman zaman yanlış yorumlanabilmesi ve görüntü verilerinin eksiklikler içermesi veya güncel olmaması olabilir (Foto 4).



**Foto 4.** Kafue Ulusal Parkı (Zambiya)'nda yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsünden ne tür bir arazi örtüsü olduğu kestirilemeyen bir volkanik kayaya (solda) ve mevsim farkından dolayı rengi sarardığından cinsi anlaşılamayan bitki örtüsünün arazi çalışması esnasındaki tasnifi (Mayıs – Temmuz 2015).

Arazi parsel kontrolü, yerel yönetim ve parsel düzeyinde karmaşık olsa da UA verileri ile piksel bazlı kontrol ve sınıflandırma kolaylıkla yapılabilmektedir. Bu da araziye girmeden arazi ölçümlerinin uzaktan yapılmasına olanak tanımaktadır. Ayrıca, piksel bazlı sınıflandırmada bir pikselin zaman içinde bir arazi sınıfından diğerine dönüşümünü de sayısal olarak belirlemek mümkündür (Şekil 5). Yerel düzeyde yapılan sosyo-kültürel çalışmalarda parsel-piksel bağlantısı genellikle belirsiz bir alan olarak

görülmektedir (Brown vd., 2000). Ancak, arazi değişim biliminde meta-analizler yapılmaya başlanmış olsa da bu tür çalışmalarda hangi yöntemlerin daha etkili olduğu veya hangi yöntemlerin fayda sağladığı konusunda kesin bir yargıya varmak için bu alanda henüz yeterli çalışma olmadığını belirtmek gerekmektedir.



Şekil 5. Bir korunan alanda 1987 ile 2015 yılları arasında arazi sınıflarındaki km<sup>2</sup> bazında kazanım ve kayıplar

Kaynak: Ozdes, 2017'den değiştirilerek hazırlanmıştır.

AKAÖ değişikliklerinin karşılaştığı problemlerin çok boyutlu olarak irdelenerek metodolojik, analitik ve veri sorunlarının bir bütün halinde ele alınması gereklidir. Yukarıda bahsedilen bütün bu sorunlar arazi değişim bilimi ile ilişkilendirilen farklı disiplinlerde farklı metotlarla ele alınmış olmakla birlikte bunları arazi değişim bilimi çatısı altında bütüncül bir yaklaşımla ele alıp inceleyen çalışmaların sayısı oldukça azdır. Oysa temelde insan- (sosyo-ekonomik) -mekân (fiziki çevre) -değişim (zaman) üçgeninde arazi değişimlerinin UA ve CBS teknikleri ile analiz edilip incelenmesi gerekmektedir. Hangi disiplin ile bağlantılı olursa olsun, Arazi Değişim Bilimi çalışmaları temelde arazi kullanım sorunları, veri ve ölçek sorunları ile arazileri birbirine bağlayan piksel bağlantıları gibi temel problemlere çözüm arayan çalışmalardır (Rindfuss vd., 2004). Bu sorunlardan bazılarının çözümü yerel ölçekte yapılan çalışmalarla mümkün olurken bazıları ise global ölçekte kapsamlı araştırmalar ve çok yönlü analitik çalışmalar gerektirmektedir. Bu şekilde bütüncül bir yaklaşımla AKAÖ değişimlerinin anlaşılmasını hedefleyen bir disiplinlerarası alan olarak arazi değişim bilimi kapsayıcı bir kaynak olarak değerlendirmelidir (Rounsevell vd., 2012).

## 7. Sonuç

Kurak ve nemli tropikal ekosistemler arasında kalan yarı kurak geçiş bölgeleri, çok çeşitli faunayı desteklemekte ve dolayısıyla hem doğal habitatlar hem de insan popülasyonları için önemli ekonomik ve ekolojik değer sağlamaktadır. Ancak bu bölgelerdeki habitatlar, çevresel ve sosyo-ekonomik değerleri açısından yeterince önemsenmemektedir. Son yüzyılda, yer gözlem sistemlerindeki gelişmeler kurak ve yarı kurak arazi sistemleri üzerine yapılan araştırmaların artmasına yol açmış, ancak bu ekosistemlerin temel yapısal ve işlevsel özellikleri üzerine yapılan çalışmalar sınırlı kalmıştır.

Arazi sistemlerinde yeni oluşum ve değişimleri gözlemlemek ve niceliksel olarak sınıflandırmak için kullanılan geleneksel tekniklerin yüksek maliyetleri nedeniyle sınırlayıcı olduğu bilinmektedir. Ayrıca UA verisinde yetersiz spektral, radyometrik, zamansal ve mekânsal çözünürlükler, bulutluluk, sensör hataları ve verileri doğrulamak için gereken kapsamlı saha çalışmasının da sınırlamaları mevcuttur. Öte yandan, MODIS, Sentinel ve Landsat gibi küresel ölçekte yer gözlemi yapan uydu teknolojileri, dünya genelinde çeşitli çözünürlüklerde sürekli olarak nitelikli veri toplamaya devam etmektedirler. Günümüzde minimum maliyetle elde edilebilen düşük, orta ve yüksek çözünürlüklü uydu verileri, analizlerin kapsamını küçük ölçekli yerel araştırmalardan bölgesel ve küresel çalışmalara doğru genişletmiştir. Özellikle küresel ölçekte diğer klasik mekânsal istatistik yöntemlerinin sınırlı kaldığı durumlarda son zamanlarda araştırmacıların güvenini kazanan yöntemler bu verileri sınıflandırarak bilgiye dönüştürmek için devreye girmektedir. Makine öğrenmesi tabanlı arazi sınıflandırma teknikleri de dahil olmak üzere sofistike analitik metotlar bu alanda oldukça önemli gelişmeler sağlamıştır. Makine öğrenmesi ile yüksek miktarda bölgesel ve küresel çapta veriyi daha kısa sürelerde işleyerek zaman ve iş gücünden tasarruf sağlanmaktadır. Aynı zamanda, bu yöntemlerle daha yüksek hassasiyet oranları ile arazi sınıflandırmaları yapılabilmektedir.

Halen birçok kısıtlama mevcut olsa da UA tabanlı sensörlerin arazi gözlem kapasitesi oldukça umut vericidir. Ayrıca, sürekli artarak devam eden çalışmalar, mevcut uydu verisini kullanarak küresel çevresel değişim ve iklim değişikliği bağlamında gelecekteki AKAÖ değişikliklerini daha hassas bir şekilde tahmin etmeye odaklanmışlardır. Bu alanda dünya çapında AKAÖ değişikliklerini daha iyi tahmin etmek ve değerlendirmek için araştırmacılar, sensör çeşitliliğini ve görüntü kalitesini iyileştirmek için de uydu ve donanımsal araştırmalara devam etmektedirler. UA teknolojisi kuşkusuz mekânsal ve ekolojik bilgimizi geliştirmiş ve coğrafya, biyoloji, çevre bilimleri gibi ilgili disiplinler arası bağlantılar için yeni fırsatlar yaratmıştır.

Arazi değişim bilimi uluslararası literatürde artık yerini almış bir disiplin olmasına rağmen Türkçe literatüre henüz yerleşmemiş olduğu görülmektedir. Bu bağlamda, çoğunlukla kurak ve yarı kurak bir iklime ve dirençsiz, kırılabilir bir bitki örtüsüne sahip olan Anadolu coğrafyasını böylesine ilgilendiren bir bilimsel alanda, Türkçe literatürün oluşturulması ve geliştirilmesi oldukça önemlidir. Sonuç olarak, bu çalışmasının, arazi değişim bilimi alanında yapılacak yeni çalışmalara rehberlik etmesi, 'arazi değişim bilimi' kavramının Türkiye'de de yaygınlaşmasına katkı sağlaması ve eğitim kurumlarında disiplinlerarası bir bilim dalı olarak kabul görmesine yardımcı olması beklenmektedir.

### **Teşekkür ve Bilgilendirme**

Değerli geri bildirimleri ve yorumları ile bu çalışmanın kalitesinin artmasında önemli bir rol oynayan editör ve hakemlere en içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, bu araştırma boyunca desteğini esirgemeyen değerli doktora danışmanım Jane Southworth'a minnettarım. Onun 'arazi değişim bilimi' konusundaki rehberliği, bu çalışmanın yönünü şekillendirmede çok değerli olmuştur. Meslektaşlarım ve aile üyelerimin sağladığı destek için de ayrıca teşekkür etmek isterim. Onların sabır, teşvik ve anlayışlarının yeri doldurulamaz. Ülkemizde arazi değişim bilimi alanında bir ilki temsil eden bu araştırmamın başarıya ulaşmasında emeği geçen herkese yürekten şükranlarımı sunuyorum.





# The Emergence of Land Change Science in the Context of Global Climate Change and Environmental Transformations: Land Change in Arid and Semi-Arid Ecosystems

Mehmet Özdeş\*<sup>a</sup>

Submitted: 03.11.2022

Accepted: 23.06.2023

## EXTENDED ABSTRACT

### 1. Land Change Science: Definitions, Scope, and Objectives

Due to the global population increase, the growing consumption demands are causing irreversible changes in the Earth's natural environment, affecting the hydrosphere, biosphere, and atmosphere (Cleland, 2013). Land Change Science, also known as land system science, studies the conflict between human and environmental systems, investigating whether land-use activities harm ecosystem services, human well-being, and long-term sustainability (Turner et al., 2007, 2016).

Initially, Land Change Science emerged as an integrated human-environment system science. Efforts to emphasize the importance of human involvement in the global environment led to a focus on land use and land cover change studies (Turner et al., 1990). NASA's Land Cover and Land Use Change (LCLUC) program played a significant role in shaping the field (Justice et al., 2015).

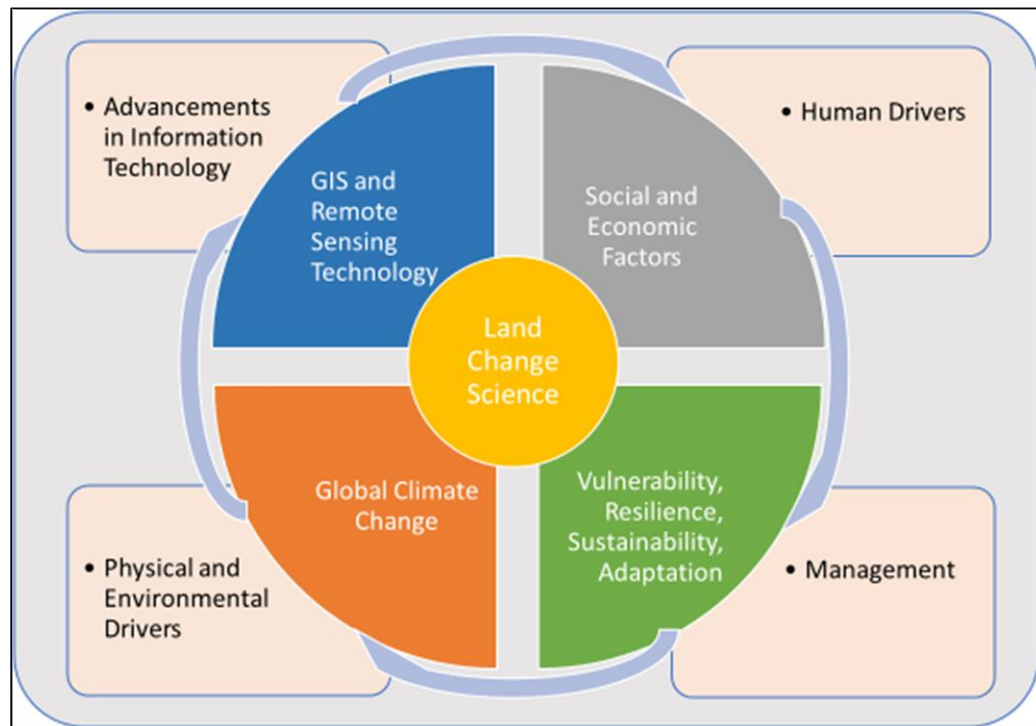
Land Change Science aims to continuously observe and understand global land changes, model them in different ways, and evaluate their implications for land management and policies, including vulnerability, resilience, and sustainability (Rindfuss et al., 2004). It utilizes Remote Sensing (RS) and Geographic Information Systems (GIS) technologies for data analysis while studying land observation, resistance, and adaptation strategies (Meyfroidt et al., 2022). Due to its interdisciplinary nature, Land Change Science requires evaluation as a distinguishing interdisciplinary branch of science (Figure 1).

Land use refers to how humans alter the environment for their benefit, while land cover represents the state of land (vegetated and non-vegetated) in a given area (De Chazal and Rounsevell, 2009). Understanding these concepts is essential for effective land management and policy decisions.

\* Corresponding Author: mozdes@nku.edu.tr

<sup>a</sup> Tekirdag Namik Kemal University, Environmental Engineering, Tekirdag/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0003-3538-8861>

Land Change Science is an interdisciplinary field that emerged in the early 21st century, focusing on studying land-cover and land-use changes in the context of environmental and climate changes. It integrates human-environment interactions using geographic information, remote sensing, and GIS. Its main objective is to address environmental and socio-economic problems and practical methodologies related to land change. However, In Turkiye, research in this area is scarce. This study aims to provide a comprehensive overview of current knowledge and research status of Land Change Science in the Turkiye and other parts of the word where arid and semi-arid climate conditions are present.



**Figure 1.** The fundamental factors and concepts interacting with Land Change Science  
**Resource:** Adapted from Ozdes and Southworth, 2023.

## **2. Interaction between Land Change Science and Climate Change**

Increasing impacts of climate change on ecology, society, economy, and politics in the 21st century (Dale, 1997) raises concerns about biodiversity, agriculture, migration, and ecosystems. Environmental and climate changes intertwine as global challenges (Ford et al., 2012). Extensive research examines land-use activities and human-induced climate change and their complex interplay. Climate change affects land use through altered landscapes due to climate influences. Understanding these environmental changes sheds light on multidimensional effects of climate change on natural systems. Regional climate variations pose challenges in predicting precise outcomes. Nonetheless, identifying climate-sensitive biomes remains plausible through classification schemes such as Holdridge (1967).

Climate change triggers gradual shifts in natural vegetation over extended periods, influencing factors such as temperature, air circulation, and water resources, which ultimately impact plant growth and nutrient cycling (Malhi et al., 2021). Furthermore, altered species distributions can disrupt food chains, leading to variable plant productivity across regions. Although animals adapt through genetic diversity and migration, predicting responses to changing conditions remains challenging, potentially intensifying species competition.

The impact of climate change on agriculture is substantial, with cereal crops, vital for human consumption, particularly susceptible. Research on climate effects is burgeoning in major cereal-producing countries such as India, Nepal, China, and Thailand (Arunrat et al., 2020; Khanal et al., 2018; Singh et al., 2017; Wang and Hijmans, 2019). Coastal regions, home to dense populations, confront rising sea levels and salinity, impacting water resources (Uddin et al., 2019).

IPCC projections warn of rising greenhouse gases causing sea-level rise, intensified storms, and droughts (Chokkavarapu and Mandla, 2019). Hydrological changes are evaluated using climate models, stressing water resource preservation for biodiversity and agriculture (Aküzüm et al., 2010). Anthropogenic land cover changes disrupt ecosystems as a whole (Cui et al., 2021).

Climate projections of Türkiye signal temperature spikes in the Aegean region and reduced rainfall in the Fırat and Dicle river basins (Önol et al., 2011). Vulnerability to climate change depends on both direct hazards and system resilience (Berkes, 2007). Earth system models investigate complex processes underlying climate elements.

Effective climate policies and mitigation strategies are pivotal to ensure human-environment sustainability in near future (Bonan and Doney, 2018). While mitigating greenhouse gas emissions is essential, interventions must consider diverse ecosystem effects as well (Betts et al., 2004). Maintaining human-environment relationships requires resource preservation and sustainable use of natural resources (Walker et al., 1999).

### **3. Developments in Geographic Information Systems and Remote Sensing Techniques**

GIS and RS have revolutionized environmental monitoring since the second half of the 20<sup>th</sup> century. Over the past sixty years, they enabled quantitative assessment of global forest cover changes, revealing a net loss of -101 million hectares (-2.4%) from 2000 to 2020 (Potapov et al., 2022). RS technology, despite limitations, shows potential with increasing high-resolution satellite data availability (Hansen et al., 2013). Strengthening the link between RS, GIS, and Land Change Science is essential to integrate spatial ecological research with human factors (Chambers et al., 2007).

Land Change Science explores drivers such as anthropogenic changes in climate and environmental shifts (Turner et al., 2007). Since the industrial revolution, human activities have

accelerated land change, mainly deforestation, agricultural expansion, urbanization, and afforestation as well (Dale, 1997; De Chazal and Rounsevell, 2009). Earth observation satellites such as Landsat have provided insights into forest cover changes globally, revealing a surprising 7.1% increase in global forest area from 1982 to 2016 (Song et al., 2018).

Advances in GIS, particularly machine learning, have expedited Land Change Science, facilitating rapid and accurate analysis of RS data (Özdeş and Southworth, 2023). Machine learning algorithms such as Support Vector Machines, Artificial Neural Networks, Decision Trees, and Random Forests play vital roles in satellite image classification and land cover mapping (Abdi, 2020; Chaturvedi and Vries, 2021). These methods enhance accurate urban area detection and comprehensive land cover mapping from satellite imagery. Integrating these techniques fosters deeper understanding of landscape systems, their interactions, and climate responses, crucial for supervised decision-making in land change studies.

#### **4. Land Structure and Land Changes in Arid and Semi-Arid Ecosystems**

Arid and semi-arid regions (Figure 2), acting as transitional zones between deserts and tropical areas, are crucial for global food production and human habitation (Sankaran et al., 2008). Climate change impacts and shifting land use in these regions are evident (Sankaran et al., 2005). Researchers have analyzed the intricate relationships of woody plants with environmental factors (Bucini and Hanan, 2007). It is indicated that precipitation influences vegetation dynamics, with noted upper limits on woody vegetation development (Gibbes et al., 2014; Sankaran et al., 2005).

Conservation efforts in protected areas not only preserve habitats but also affect socio-economic aspects. Shrub invasion is a common issue caused by natural and anthropogenic factors, posing significant risks in semi-arid regions (Maestre and Cortina, 2009). This phenomenon occurs continuously or periodically (Eldridge et al., 2011), impacting ecosystems worldwide (Blaser et al., 2014). Mediterranean regions also experience shrub invasion (Baştürk and Aladağ, 2009). This phenomenon, driven by invasive species (Moleele et al., 2002), has far-reaching consequences, affecting over two billion people globally (Archer, 2009).



**Figure 2.** An image representing semi-arid ecosystems.

**Resource:** Generated using artificial intelligence technology on the [www.creativefabrica.com](http://www.creativefabrica.com) platform

### **5. Land Change Science and its Applications in Turkiye**

Turkiye's favorable geography and climate yield rich agricultural and livestock potential. However, increasing population, industrialization, and urbanization are causing land use change challenges. Unplanned urbanization, driven by rapid population growth and economic activities, particularly in major cities, results in agricultural and green space loss and environmental issues (Ayten, 2007; Özdeş et al., 2019). Despite diverse studies exploring various land use change aspects in Turkiye, they are often perceived as isolated efforts across disciplines. Yet, they fundamentally align with Land Change Science focus on "human," "space," and "change" interactions (Turan et al., 2021). Enforcement challenges impede effective sustainable land management despite regulations such as the Land Conservation and Land Use Planning Law (Erkan et al., 2011; Law No. 5403). Land and habitat use changes endanger Turkiye's ecosystems, causing deforestation and species decline (Tolunay, 2021). While the Forest General Directorate reports forest area growth, permissions for non-forest activities rise in Turkiye (OGM, 2020). Thus, adopting comprehensive interdisciplinary approaches is vital to address these challenges and ensure sustainable land use practices (Turan et al., 2021).

### **6. Challenges and Limitations of Land Change Science**

In Land Change Science, the integration of data, methodology, and analysis faces challenges due to technological and socio-cultural diversity, as well as varied methods employed by different disciplines (Rindfuss et al., 2004). Understanding changes in land cover requires answering 'why', 'how', 'when', and 'where' changes occur. The temporal-spatial dynamics, coupled with the human factor, lead to scaling issues and complexity in land use (Song et al., 2018). To ensure consistent scaling, standardized scales or resolutions are essential (Rindfuss et al., 2012). Land parcel changes, property

rights shifts, and land-use variations are scaling determinants. Additionally, the simultaneous use of lands for different purposes over time is problematic in terms of scaling (Brown et al., 2000). While high-resolution satellite images provide pixel-based spatial information, land parcels are household-based, leading to boundary misalignments (Rounsevell et al., 2012). A comprehensive approach is needed for Land Change Science which addresses land use issues, data problems, and pixel connections across disciplines (Rindfuss et al., 2004). It is crucial to assess methodologies for effective solutions (Brown et al., 2000) and to recognize the role of Land Change Science in understanding land-use challenges (Rounsevell et al., 2012).

## 7. Conclusion

Semi-arid transition zones, located between arid and humid tropical ecosystems, hold ecological and economic significance for diverse fauna and human populations. Despite recent advancements in Earth observation, studies on the fundamental characteristics of these regions remain limited. Traditional techniques for observing and classifying land changes are cost-prohibitive. Spectral, temporal, and spatial resolution limitations, sensor errors, and validation requirements hinder the quality of remote sensing data. However, satellite technologies such as MODIS, Sentinel, and Landsat continue to provide data at various temporal, spatial resolutions, and scales. Machine learning-based land classification techniques have shown promise, enabling efficient processing of large datasets and increased accuracy. Despite challenges, UA-based sensors show potential for land observation in arid and semi-arid ecosystems like those in Turkey. Ongoing efforts aim to enhance sensor diversity and image quality for better predictions of future land changes. Despite Turkey mostly having a vulnerable semi-arid climate, literature in this research area is limited. Establishing Turkish literature in this field is a crucial endeavor, as UA technology creates interdisciplinary opportunities in geography, biology, and environmental sciences worldwide.

## Referanslar/References

- Abdi, A. M. (2020). Land cover and land use classification performance of machine learning algorithms in a boreal landscape using Sentinel-2 data. *GIScience & Remote Sensing*, 57 (1), 1-20. doi: 10.1080/15481603.2019.1650447
- Adeel, Z. (2008). Findings of the Global Desertification Assessment by the Millennium Ecosystem Assessment – A Perspective for Better Managing Scientific Knowledge. In C. Lee, T. Schaaf (Eds.), *The Future of Drylands*. International Scientific Conference on Desertification and Drylands Research Tunis, Tunisia, 19-21 June 2006 (pp. 677–685). *Dordrecht: Springer* Netherlands. doi:10.1007/978-1-4020-6970-3\_57
- Aküzüm, T., Çakmak, B., Gökalp, Z. (2010). Türkiye’de su kaynakları yönetiminin değerlendirilmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, (1), 67-74. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tabad/issue/34782/385073> adresinden edinilmiştir.
- Akpoti, K., Kabo-bah, A. T., Zwart, S. J. (2019). Agricultural land suitability analysis: State-of-the-art and outlooks for integration of climate change analysis. *Agricultural systems*, 173, 172-208. doi: 10.1016/j.agsy.2019.02.013
- Archer, S. (2009). Rangeland Conservation and Shrub Encroachment: New Perspectives on an Old Problem. In *Wild Rangelands* (pp. 53–97). *John Wiley & Sons*. doi:10.1002/9781444317091.ch4
- Archer, S., Schimel, D. S., Holland, E. A. (1995). Mechanisms of shrubland expansion: land use, climate or CO<sub>2</sub>? *Climatic Change*, 29 (1), 91–99. doi:10.1007/BF01091640
- Ardabili, S., Mosavi, A., Dehghani, M., Várkonyi-Kóczy, A. R. (2019). Deep learning and machine learning in hydrological processes climate change and earth systems a systematic review. *International Conference On Global Research And Education* (pp. 52-62). Springer, Cham.
- Arunrat N, Pumijumngong N, Sereenonchai S, Chareonwong U, Wang C (2020) Assessment of climate change impact on rice yield and water footprint of large-scale and individual farming in Thailand. *Science of The Total Environ* 726:137864.

doi:10.1016/j.scitotenv.2020.137864

- Avcı, M. (2004). Ormangülleri (Rhododendron L.) ve Türkiye'deki doğal yayılışları. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi*, 12, 13-29. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/iucografya/issue/25061/264573> adresinden edinilmiştir.
- Ayten, E. (2007). Türkiye'de arazi kullanımı ve havza yaklaşımı. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2 (1), 21-25. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sduzfd/issue/50298/317612> adresinden edinilmiştir.
- Barber, C. (2019). Monitoring Land Change with USGS LCMAP Science Products. *AGU Fall Meeting Abstracts* (pp. B24A-07). <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019AGUFM.B24A..07B/abstract> adresinden edinilmiştir.
- Baştürk, K., Aladağ, C. (2009). Maki ve Garig topluluklarının Türkiye'deki yayılış alanları ve ekolojik özelliklerinin incelenmesi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (22), 67-80. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/susbed/issue/61799/924419> adresinden edinilmiştir.
- Bayar, R. (2018). Arazi kullanımı açısından Türkiye'de tarım alanlarının değişimi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 16 (2), 187-200. doi: 10.1501/Cogbil\_0000000197
- Berkes, F. (2007). Understanding uncertainty and reducing vulnerability: lessons from resilience thinking. *Natural Hazards*, 41 (2), 283-295. doi: 10.1007/s11069-006-9036-7
- Berkes, F., Folke, C., Colding, J. (Eds.). (2000). *Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience*. New York: Cambridge University Press.
- Betts, R. A., Cox, P. M., Collins, M., Harris, P. P., Huntingford, C., Jones, C. D. (2004). The role of ecosystem-atmosphere interactions in simulated Amazonian precipitation decrease and forest dieback under global climate warming. *Theoretical and Applied Climatology*, 78 (1), 157-175. doi: 10.1007/s00704-004-0050-y
- Biggs, H. C. (2003). *The Kruger Experience: Ecology and Management of Savanna Heterogeneity*. Island Press.
- Blaser, W. J., Shanungu, G. K., Edwards, P. J., Olde Venterink, H. (2014). Woody encroachment reduces nutrient limitation and promotes soil carbon sequestration. *Ecology and Evolution*, 4 (8), 1423-1438. doi:10.1002/ece3.1024 187
- Bonan, G. B., Doney, S. C. (2018). Climate, ecosystems, and planetary futures: The challenge to predict life in Earth system models. *Science*, 359 (6375), doi: 10.1126/science.aam8328
- Breiman, L. E. O. (2001). Random Forests. *Machine Learning*, (45), 5-32. doi: 10.1023/A:1010933404324
- Brown, D., Pijanowski, B., Duh, J. (2000). Modeling the relationships between land use and land cover on private lands in the Upper Midwest, USA. *Journal of Environmental Management*, 59 (4), 247-263. doi:10.1006/jema.2000.0369
- Bucini, G., Hanan, N. P. (2007). A continental-scale analysis of tree cover in African savannas. *Global Ecology and Biogeography*, 16 (5), 593-605. doi:10.1111/j.1466-8238.2007.00325.x
- Bunting, E. L., Fullman, T., Kiker, G., Southworth, J. (2016). Utilization of the SAVANNA model to analyze future patterns of vegetation cover in Kruger National Park under changing climate. *Ecological Modelling*, 342, 147-160. doi:10.1016/j.ecolmodel.2016.09.012
- Campo-Bescós, A. M., Muñoz-Carpena, R., Southworth, J., Zhu, L., Waylen, R. P., Bunting, E. (2013). Combined spatial and temporal effects of environmental controls on long-term monthly NDVI in the Southern Africa Savanna. *Remote Sensing*, 5 (12), 6513-6538. doi:10.3390/rs5126513
- Chambers, J. Q., Asner, G. P., Morton, D. C., Anderson, L. O., Saatchi, S. S., Espirito-Santo, F. D. B., ...Souza, C. (2007). Regional ecosystem structure and function: ecological insights from remote sensing of tropical forests. *Trends in Ecology & Evolution*, 22 (8), 414-23. doi:10.1016/j.tree.2007.05.001
- Chaturvedi, V., de Vries, W. T. (2021). Machine learning algorithms for urban land use planning: A review. *Urban Science*, 5 (3), 68. doi: 10.3390/urbansci5030068
- Child, B., Castley, G., Michael, K., Jill, G., Daitz, D., Jonhson, S., ... Holden, P. (2004). Innovations in park management. In *Parks in Transition: Biodiversity, Rural Development, and the Bottom Line* Innovation in park management (pp. 165-88).
- Chokkavarapu, N., Mandla, V. R. (2019). Comparative study of GCMs, RCMs, downscaling and hydrological models: A review toward future climate change impact estimation. *SN Applied Sciences*, 1 (12), 1-15. doi: 10.1007/s42452-019-1764-x
- Cleland, J. (2013). World population growth; past, present and future. *Environmental and Resource Economics*, 55 (4), 543-554. doi: 10.1007/s10640-013-9675-6

- Cui, F., Wang, B., Zhang, Q., Tang, H., De Maeyer, P., Hamdi, R., Dai, L. (2021). Climate change versus land-use change—What affects the ecosystem services more in the forest-steppe ecotone? *Science of the Total Environment*, 759, 143525. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.143525
- Cui, X., Gibbes, C., Southworth, J., Waylen, P. (2013). Using remote sensing to quantify vegetation change and ecological resilience in a semi-arid system. *Land*, 2 (2), 108-13. doi:10.3390/land2020108 189
- Dale, V. H. (1997). The relationship between land-use changes and climate change. *Ecological applications*, 7 (3), 753-769. doi: 10.2307/2269433
- De Chazal, J., Rounsevell, M. D. (2009). Land-use and climate change within assessments of biodiversity change: a review. *Global Environmental Change*, 19 (2), 306-315. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2008.09.007
- DeFries, R., Hansen, A., Turner, B. L., Reid, R., Liu, J. (2007). Land use change around protected areas: management to balance human needs and ecological function. *Ecological Applications: A Publication of the Ecological Society of America*, 17 (4), 1031–8. doi:10.1890/05-1111
- DeFries, R., Karanth, K. K., Pareeth, S. (2010). Interactions between protected areas and their surroundings in human-dominated tropical landscapes. *Biological Conservation*, 143 (12), 2870–2880. doi:10.1016/j.biocon.2010.02.010
- Derguy, M. R., Frangi, J. L., Drozd, A. A., Arturi, M. F., Martinuzzi, S. (2019). Holdridge life zone map: Republic of Argentina. *General Technical Report*, 51. <https://naldc.nal.usda.gov/catalog/7510306> adresinden edinilmiştir.
- Eldridge, D. J., Bowker, M. A., Maestre, F. T., Roger, E., Reynolds, J. F., Whitford, W. G. (2011). Impacts of shrub encroachment on ecosystem structure and functioning: towards a global synthesis. *Ecology Letters*, 14 (7), 709–722. doi:10.1111/j.1461-0248.2011.01630.x
- Erkan, H., Seylam, S. G., Yaşayan, A. (2011). Arazi Yönetimi Kavramı ve Türkiye Gereksinimi. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. *Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı* 18--22 Nisan 2011, Ankara
- Ford, J. D., Vanderbilt, W., Berrang-Ford, L. (2012). Authorship in IPCC AR5 and its implications for content: climate change and Indigenous populations in WGII. *Climatic change*, 113 (2), 201-213. doi: 10.1007/s10584-011-0350-z
- Gibbes, C., Southworth, J., Waylen, P., Child, B. (2014). Climate variability as a dominant driver of post-disturbance savanna dynamics. *Applied Geography*, 53, 389–401. doi:10.1016/j.apgeog.2014.06.024
- Gümüş, M. G., Durduran, S. S. (2020). Sürdürülebilir arazi yönetiminde optimal tarım arazilerinin belirlenebilmesi için çok kriterli karar destek sistemlerinin kullanımı: Beyşehir-Kazaklı alt havzası örneği. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9 (2), 883-897. doi: 10.28948/ngumuh.719391
- Hagenauer, J., Omrani, H., Helbich, M. (2019). Assessing the performance of 38 machine learning models: the case of land consumption rates in Bavaria, Germany. *International Journal of Geographical Information Science*, 33 (7), 1399-1419. doi: 10.1080/13658816.2019.1579333
- Hansen, A.J., DeFries, R. (2007). Ecological mechanisms linking protected areas to the surrounding lands. *Ecological Applications*, 17 (4), 974–988. doi: 10.1890/05-1098
- Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S., A, Tyukavina, A., ...Townshend, J. R. G. (2013). High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science*, 342 (6160), 850–3. doi:10.1126/science.1244693
- Holdridge, L. R. (1967). *Life zone ecology*, (rev. ed.), pp.206 pp. ref:94
- Huntingford, C., Jeffers, E. S., Bonsall, M. B., Christensen, H. M., Lees, T., Yang, H. (2019). Machine learning and artificial intelligence to aid climate change research and preparedness. *Environmental Research Letters*, 14 (12), 124007. doi: 10.1088/1748-9326/ab4e55
- Jantsch, M. C., Fischer, A., Fischer, H. S., Winter, S. (2013). Shift in plant species composition reveals environmental changes during the last decades: a long-term study in beech (*Fagus sylvatica*) forests in Bavaria, Germany. *Folia Geobotanica*, 48, 467-491. <https://www.jstor.org/stable/24571981> adresinden edinilmiştir.
- Justice, C., Gutman, G., Vadrevu, K. P. (2015). NASA land cover and land use change (LCLUC): An interdisciplinary research program. *Journal of Environmental Management*, 148, 4-9. doi: 10.1016/j.jenvman.2014.12.004
- Karaman, S., Gökalp, Z. (2010). küresel ısınma ve iklim değişikliğinin su kaynakları üzerine etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, (1), 59-66. [https://dergipark.org.tr/tr/pub/tabad/issue/34782/385074#article\\_cite](https://dergipark.org.tr/tr/pub/tabad/issue/34782/385074#article_cite) adresinden edinilmiştir.
- Khanal U, Wilson C, Hoang VN, Lee B (2018) Farmers' adaptation to climate change, its determinants, and impacts on rice yield in Nepal. *Ecol Econ* 144:139–147. doi: 10.1016/j.ecolecon.2017.08.006
- Kiker, G., Scholtz, R., Smith, I., Venter, F. J. (2014). Exploring an extensive dataset to establish woody vegetation cover and



- composition in Kruger National Park for the late 1980s. *Koedoe*, 56 (1), 10. doi:10.4102/koedoe.v56i1.1200
- Kıraç, F. (2021). *Arazi Örtüsü Sınıflandırması İçin Makine Öğrenmesi Yaklaşımı* (İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul. <https://openaccess.izu.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12436/3478> adresinden edinilmiştir.
- Knapp, A. K., Briggs, J. M., Collins, S. L., Archer, S. R., Bret-Harte, M. S., Ewers, B. E., ...Clealy, M. B. (2008). Shrub encroachment in North American grasslands: shifts in growth form dominance rapidly alters control of ecosystem carbon inputs. *Global Change Biology*, 14 (3), 615–623. doi:10.1111/j.1365-2486.2007.01512.x
- Maes, J., Teller, A., Erhard, M., Liqueste, C., Braat, L., Berry, P., ...Bidoglio, G. (2013). Mapping and assessment of ecosystems and their services. *An Analytical Framework for Ecosystem Assessments Under Action*, (5), 1-58. doi: 10.2779/12398
- Maestre, F. T., Cortina, J. (2009). Remnant shrubs in Mediterranean semi-arid steppes: effects of shrub size, abiotic factors and species identity on understorey richness and occurrence. *Acta Oecologica*, 27 (3), 161–169. doi:10.1016/j.actao.2004.11.003 192
- Malhi, G. S., Kaur, M., Kaushik, P. (2021). Impact of climate change on agriculture and its mitigation strategies: A review. *Sustainability*, 13 (3), 1318. doi: 10.3390/su13031318
- Marhaento, H., Booij, M. J., Hoekstra, A. Y. (2018). Hydrological response to future land-use change and climate change in a tropical catchment. *Hydrological Sciences Journal*, 63 (9), 1368-1385. doi: 10.1080/02626667.2018.1511054
- Mendelsohn, R., Dinar, A. (2009). Land use and climate change interactions. *Annu. Rev. Resour. Econ.*, 1 (1), 309-332. <https://ideas.repec.org/a/anr/reseco/v1y2009p309-332.html> adresinden edinilmiştir.
- Metcalf, D. B., Asner, G. P., Martin, R. E., Silva Espejo, J. E., Huasco, W. H., Farfán Amézquita, F. F., ...Malhi, Y. (2014). Herbivory makes major contributions to ecosystem carbon and nutrient cycling in tropical forests. *Ecology Letters*, 17 (3), 324-332. doi: 10.1111/ele.12233
- Meyfroidt, P., de Bremond, A., Ryan, C. M., Archer, E., Aspinall, R., Chhabra, A., ...Zu Ermgassen, E. K. (2022). Ten facts about land systems for sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119 (7). doi: 10.1073/pnas.2109217118.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis, *World Resources Institute*, (Washington: Island Press. <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf> adresinden edinilmiştir.
- Moleele, N. M., Ringrose, S., Matheson, W., Vanderpost, C. (2002). More woody plants? The status of bush encroachment in Botswana's grazing areas. *Journal of Environmental Management*, 64 (1), 3–11. doi:10.1006/jema.2001.0486
- Moser S.C., Davidson, M.A. (2015) The third national climate assessment's coastal chapter: *The making of an integrated assessment Climatic Change*, 135 (1), 1-15. doi: 10.1007/s10584-015-1512-1
- OGM (2020). Orman Genel Müdürlüğü Resmi İstatistikleri, *Ormanlık İstatistikleri 2019*. <https://www.ogm.gov.tr> adresinden edinilmiştir.
- Olaode, A., Naghdy, G., Todd, C. (2014). Unsupervised classification of images: A review. *International Journal of Image Processing*, 8 (5), 325-342.
- Ozdes, M. (2023). The Good, the Bad and the Ugly side of artificial intelligence: Assessing the potential, capabilities, Limitations, and Ethical Concerns for the use of AI in Land Change Science. (*Preprint*). DOI: 10.13140/RG.2.2.28923.69926
- Ozsahin, E., Alturk, B., Ozdes, M., Sari, H., Eroglu, I. (2022a). GIS-based spatial prediction of poor-drainage areas using frequency ratio: a case study of Tekirdag Province, Turkey. *Applied Geomatics*, 14 (2), 369-386. doi: 10.1007/s12518-022-00439-x
- Ozsahin, E., Ozdes, M. (2022a). Determining the impact of climate change on land suitability for rice paddy cultivation using GIS and RS on FAO maximum limitation approach. *Theoretical and Applied Climatology*, 1-16. DOI: 10.1007/s00704-022-04033-4
- Ozsahin, E., Ozdes, M. (2022b). Agricultural land suitability assessment for agricultural productivity based on GIS modeling and multi-criteria decision analysis: the case of Tekirdağ province. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194 (1), 1-19. doi: 10.1007/s10661-021-09663-1
- Ozsahin, E., Ozdes, M., Smith, A. C., Yang, D. (2022c). Remote Sensing and GIS-Based Suitability Mapping of Termite Habitat in the African Savanna: A Case Study of the Lowveld in Kruger National Park. *Land*, 11(6), 803. DOI:10.3390/land11060803
- Ozsahin, E., Sari, H., Ozdes, M., Eroglu, I., Yuksel, O. (2022b). Determination of suitable lands for rice cultivation in Edirne plain: GIS supported FAO limitation method. *Paddy and Water Environment*, 1-14. DOI: 10.1007/s10333-022-00895-

- bons, and ethical concerns for the use of AI in land change science. doi: 10.13140/RG.2.2.28923.69926
- Önol, B., Ünal, Y. S., Dalfes, H. N. (2011). İklim değişimi senaryosunun Türkiye üzerindeki etkilerinin modellenmesi. *İTÜ Dergisi/d*, 8 (5), 169-177. [http://itudergi.itu.edu.tr/index.php/itudergisi\\_d/article/view/306](http://itudergi.itu.edu.tr/index.php/itudergisi_d/article/view/306) adresinden edinilmiştir.
- Özdeş, M. (2017). *Savanna Vegetation Change in Protected Areas of Southern Africa*, University of Florida, Dissertation. <http://www.secheresse.info/spip.php?article115233> adresinden edinilmiştir.
- Özdeş, M. (2019). Geçmişten Günümüze Tekirdağ Şehirsel Alanının Tarihsel Gelişimi. *II. Uluslararası Coğrafya Eğitimi Kongresi*, Eskişehir, 794-801.
- Özdeş, M., Özşahin, E., Eroğlu, E. (2019). Corine arazi sınıflandırmasına göre Trakya Yarımadası arazi örtüsü/kullanımı özelliklerinin yeniden değerlendirilmesi. *İstanbul Uluslararası Coğrafya Sempozyumu Bildiriler Kitabı* içinde, (s.679, 686). İstanbul.
- Özdeş, M., Southworth, J. (2023). Challenges and Implications of Global Environmental Land Change in the 21st Century: Past, Present, and Future of the Environmental Monitoring on Protected Areas in Savanna Ecosystems, doi: 10.13140/RG.2.2.23051.67363
- Özşahin, E., Özdeş, M., Eroğlu İ. (2019) TR21 Trakya Bölgesi'nde İklim Değişikliğinin Ekonomik Sektörler Üzerine Olası Etkileri. (Editörler) Konukçu F, Albut S, Altürk B. *TR21 Trakya Bölgesinde İklim Değişikliğinin Etkileri ve Uyum Stratejileri*, içinde (169–177). Tekirdağ: Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Yayınları.
- Pacala, S. W., Hurtt, G. C., Baker, D., Peylin, P., Houghton, R. A., Birdsey, R. A., ...Field, C. B. (2001). Consistent land- and atmosphere-based U.S. carbon sink estimates. *Science*, 292 (5525), 2316–2320. doi:10.1126/science.1057320
- Pontius Jr, R. G., Huffaker, D., Denman, K. (2004). Useful techniques of validation for spatially explicit land-change models. *Ecological modelling*, 179 (4), 445-461. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2004.05.010
- Potapov, P., Hansen, M.C., Pickens, A., Hernandez-Serna, A., Tyukavina, A., Turubanova, S., Zalles, V., Li, X., Khan, A., Stolle, F., Harris, N., Song, X-P., Baggett, A., Kommareddy, I., Kommareddy, A. (2022). The Global 2000-2020 Land Cover and Land Use Change Dataset Derived From the Landsat Archive: First Results. *Frontiers in Remote Sensing*, 13, April 2022. doi:10.3389/frsen.2022.856903
- Pörtner, H.O., Roberts, D.C., Adams, H., Adler, C., Aldunce, P., Ali, E., Begum, R.A., Betts, R., Kerr, R.B., Biesbroek, R., Birkmann, J., (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. *IPCC Sixth Assessment Report*. [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_Citation.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_Citation.pdf) adresinden edinilmiştir.
- Reeves, M.C., Manning, M.E., Di Benedetto, J. P., Palmquist, K.A., Lauenroth, W.K., Bradford, J. B., Schlaepfer, D. R. (2018) Effects of climate change on rangeland vegetation in the Northern Rockies, in *Climate Change and Rocky Mountain Ecosystems* (pp.97-114), Springer.
- Rindfuss, R. R., Walsh, S. J., Turner, B. L., Fox, J., Mishra, V. (2004). Developing a science of land change: challenges and methodological issues. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101 (39), 13976–81. doi:10.1073/pnas.0401545101
- Rindfuss, R. R., Walsh, S. J., Turner, B. L., Moran, E. F., Entwisle, B. (2012). Linking pixels and people. *Land Change Science*, (6), 379-394. doi: 10.1007/978-1-4020-2562-4\_22
- Robinson, S. A. (2020). Climate change adaptation in SIDS: A systematic review of the literature pre and post the IPCC Fifth Assessment Report. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 11 (4), 1-21. doi: 10.1002/wcc.653
- Rounsevell, M. D., Pedrolı, B., Erb, K. H., Gramberger, M., Busck, A. G., Haberl, H., ...Wolfslehner, B. (2012). Challenges for land system science. *Land Use Policy*, 29 (4), 899-910. doi: 10.1016/j.landusepol.2012.01.007
- Ruane, D.C. Major, H.Y. Winston, M. Alam, S.G. Hussain, A.S. Khan, ...,C. (2013). Rosenzweig Multi-factor impact analysis of agricultural production in Bangladesh with climate change. *Global Environmental Change*, 23 (1), 338-350. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2012.09.001
- Sankaran, M., Anderson, T. M. (2009). Management and restoration in African Savannas: Interactions and feedbacks, Kate Suding (eds). In *New Models for Ecosystem Dynamics and Restoration* (pp. 136–155). Island Press.
- Sankaran, M., Hanan, N. P., Scholes, R. J., Ratnam, J., Augustine, D. J., Cade, B. S., ... Zambatis, N. (2005). Determinants of woody cover in African savannas. *Nature*, 438 (7069), 846–9. doi:10.1038/nature04070
- Sankaran, M., Ratnam, J., Hanan, N. (2008). Woody cover in African savannas: the role of resources, fire and herbivory. *Global Ecology and Biogeography*, 17 (2), 236–245. doi:10.1111/j.1466-8238.2007.00360.x
- Singh K, McClean C. J, Bükler, P., Hartley, S.E., Hill, J. K. (2017). Mapping regional risks from climate change for rainfed rice cultivation in India. *Agric Syst* 156:76–84. doi:10.1016/j.agry.2017.05.009

- Smit, I. P. J., Asner, G. P. (2012). Roads increase woody cover under varying geological, rainfall and fire regimes in African savanna. *Journal of Arid Environments*, 80, 74–80. doi:10.1016/j.jaridenv.2011.11.026
- Song, X. P., Hansen, M. C., Stehman, S. V., Potapov, P. V., Tyukavina, A., Vermote, E. F., Townshend, J. R. (2018). Global land change from 1982 to 2016. *Nature*, 560 (7720), 639-643. doi:10.1038/s41586-018-0411-9
- Sönmez, M. (2011). Adana şehrinin alansal gelişimi ve yakın çevresinin arazi kullanımında meydana gelen değişimler. *Türk Coğrafya Dergisi*, (57), 55-69. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/198434> adresinden edinilmiştir.
- Southworth, J., Gibbes, C. (2010). Digital remote sensing within the field of land change science: Past, present and future directions. *Geography Compass*, 4 (12), 1695–1712. doi:10.1111/j.1749-8198.2010.00401.x
- Southworth, J., Munroe, D., Nagendra, H. (2004). Land cover change and landscape fragmentation—comparing the utility of continuous and discrete analyses for a western Honduras region. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 101 (2–3), 185–205. doi:10.1016/j.agee.2003.09.011
- Stern, P. C., Young, O. R., Druckman, D. E. (1992). Global environmental change: Understanding the human dimensions. *National Academy Press*.
- Tarım ve Orman Bakanlığı (2021), CORINE Arazi Sınıflandırması, 15.03.2023 tarihinde <http://corinecbs.tarimorman.gov.tr/corine> adresinden edinilmiştir.
- Tekin, M. K., Tatlı, H., Koç, T. (2021). Climate classification in Turkey: a case study evaluating Holdridge life zones. *Theoretical and Applied Climatology*, 144 (1), 661-674. doi: 10.1007/s00704-021-03565-5
- Tırmanoğlu, B., İsmailoğlu, İ., Kokal, A. T., Musaoğlu, N. (2023). Yeni nesil multispektral ve hiperspektral uydu görüntülerinin arazi örtüsü/arazi kullanımı sınıflandırma performanslarının karşılaştırılması: Sentinel-2 ve PRISMA Uydusu. *Geomatik*, 8 (1), 79-90. doi:10.29128/geomatik.1126685
- Tolunay, D. (2021). Türkiye’de ekosistem tahribat faktörü olarak habitat ve arazi kullanım değişiklikleri. *Memleket Siyaset Yönetim*, 16 (36), 279-304. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/msydergi/issue/68237/1063451> adresinden edinilmiştir.
- Turan, İ. D., Dengiz, O., Kaya, N. S. (2021). Arazi örtüsü/arazi kullanım değişimlerinin farklı zamanlı landsat uydu görüntüleri ile belirlenmesi: Çarşamba delta ovası örneği. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (1), 141-152. doi: 10.33202/comuagri.857787
- Türkeş, M. (2012). Türkiye’de gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4 (2), 1-32. doi: 10.1501/Csaum\_0000000063
- Turner II, B. L., Kasperson, R. E., Meyer, W. B., Dow, K. M., Golding, D., Kasperson, J. X., ...Ratick, S. J. (1990). Two types of global environmental change: definitional and spatial-scale issues in their human dimensions. *Global Environmental Change*, 1 (1), 14-22. doi:10.1016/0959-3780(90)90004-S
- Turner, B. L. (2002). Toward integrated land-change science: Advances in 1.5 decades of sustained international research on land-use and land-cover change. In *Challenges of a changing earth* (pp. 21-26). *Springer*, Berlin, Heidelberg.
- Turner, B. L. (2009). Land Change Science. In R. Kitchin, N. Thrift (Eds.), *International Encyclopedia of Human Geography* (pp. 107–111). Elsevier. doi:10.1016/B978-008044910-4.00931-7.
- Turner, B. L. (2016). Land change science. *International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment and Technology*: 1-6.
- Turner, B. L., Robbins, P. (2008). Land-Change science and political ecology: Similarities, differences, and implications for sustainability science. *Annual Review of Environment and Resources*, 33 (1), 295–316. doi: 10.1146/annurev.enviro.33.022207.104943 195
- Turner, B. L., Lambin, E. F., Reenberg, A. (2007). The emergence of land change science for global environmental change and sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104 (52), 20666-20671.
- Turner, B. L., Moran, E., Rindfuss, R. (2012). Integrated land-change science and its relevance to the human sciences. In *Land change science* (pp. 431-447). *Springer*, Dordrecht.
- Turoğlu, H., Özdemir, H. (2005). Bartın İlinin Ekoturizm Potansiyelinin Belirlenmesi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 10 (13), 97-116. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ataunidcd/issue/2434/30923> adresinden edinilmiştir.
- Uddin, M. N., Islam, A. S., Bala, S. K., Islam, G. T., Adhikary, S., Saha, D., ...Akter, R. (2019). Mapping of climate vulnerability of the coastal region of Bangladesh using principal component analysis. *Applied geography*, 102, 47-57. doi: 10.1016/j.apgeog.2018.12.011
- URL1. (2022) Google Akademik Rehberi. 02.11.2022 tarihinde <https://paperpile.com/g/google-scholar-guide/> adresinden edinilmiştir.

- Uzun, A., Somuncu, M. (2013). Madra Dağı ve çevresinin arazi örtüsü/kullanımındaki zamansal değişimin Uzaktan Algılama yöntemi ile değerlendirilmesi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16-30, 1-21. <https://dergipark.org.tr/pub/baunsobed/issue/50175/645682> adresinden edinilmiştir.
- Van Auken, O. W. (2009). Causes and consequences of woody plant encroachment into western North American grasslands. *Journal of Environmental Management*, 90 (10), 2931–2942. doi:10.1016/j.jenvman.2009.04.023
- Venter, F. J. (1991). A Classification of Land for Management Planning in the Kruger National Park, U University of South Africa, Unpublished Doctoral Thesis.
- Verburg, P. H., Crossman, N., Ellis, E. C., Heinimann, A., Hostert, P., Mertz, O., ...Zhen, L. (2015). Land system science and sustainable development of the earth system: A global land project perspective. *Anthropocene*, 12, 29-41. doi: 10.1016/j.ancene.2015.09.004
- Walker, B. H., Noy-Meir, I. (1982). Aspects of the Stability and Resilience of Savanna Ecosystems. In B. J. Huntley, B. H. Walker (Eds.), *Ecology of Tropical Savannas* (pp. 556–590). Berlin, Heidelberg: *Springer Berlin Heidelberg*. doi:10.1007/978-3-642-68786-0\_26
- Walker, B., Steffen, W., Canadell, J., Ingram, J. (Eds.). (1999). *The terrestrial biosphere and global change: implications for natural and managed ecosystems* (Vol. 4). Cambridge University Press.
- Walter, H., 1954. Die Verbuschung: eine Erscheinung der subtropischen Savannengebiete und ihre ökologische Ursachen. *Vegetatio* 5/6: 6–10.
- Wang H., Hijmans R.J. (2019) Climate change and geographic shifts in rice production in China. *Environ Res Commun* 1:011008. doi:10.1088/2515-7620/ab0856
- Wessels, K. J., Mathieu, R., Erasmus, B. F. N., Asner, G. P., Smit, I. P. J., van Aardt, J. a. N., ... Jacobson, J. (2011). Impact of communal land use and conservation on woody vegetation structure in the Lowveld savannas of South Africa. *Forest Ecology and Management*, 261 (1), 19–29. doi:10.1016/j.foreco.2010.09.012
- Wessels, K. J., Prince, S. D., Zambatis, N., MacFadyen, S., Frost, P. E., Van Zyl, D. (2006). Relationship between herbaceous biomass and 1-km<sup>2</sup> Advanced Very High-Resolution Radiometer (AVHRR) NDVI in Kruger National Park, South Africa. *International Journal of Remote Sensing*, 27 (5), 951–973. doi:10.1080/01431160500169098
- Wittemyer, G., Elsen, P., Bean, W. T., Burton, A. C. O., Brashares, J. S. (2008). Accelerated human population growth at protected area edges. *Science*, 321 (5885), 123–126. doi:10.1126/science.1158900
- Wu, X., Liu, S., Zhao, S., Hou, X., Xu, J., Dong, S., Liu, G. (2019). Quantification and driving force analysis of ecosystem services supply, demand, and balance in China. *Science of the Total Environment*, 652, 1375-1386. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.10.329



# Mekân Tabanlı Toprak Erozyonu Tahmin Modelleri: Bildiklerimiz Değişiyor Mu?

*Spatial based soil erosion forecasting models: Is what we know changing?*

Çağan Alevkayalı\*<sup>a</sup>, Bedran Abi<sup>b</sup>

## Makale Bilgisi

Derleme

DOI:

10.33688/aucbd.1265625

Makale Geçmişi:

Geliş: 15.03.2023

Kabul:

12.09.2023

Anahtar Kelimeler:

Toprak erozyonu

Mekânsal modelleme

Fiziksel modeller

Makine öğrenmesi

Mekânsal veri

## Öz

Toprak erozyonu, toprağın üst katmanının aşınarak başka bir yere taşınmasını ifade eden doğal bir süreçtir. Bu oluşum beşeri faaliyetlerin arazi örtüsünde değişimlere neden olmasıyla artan mekânsal bir probleme dönüşmüştür. Toprak erozyonundaki artış toprak verimliliğini olumsuz etkilediği gibi gıda güvenliğini de tehdit etmektedir. Toprak erozyonu kapsamındaki çalışmalar, sürecin işleyişini anlamak ve ortaya çıkan olumsuz etkileri en aza indirmek için sediman taşınımı ve erozyona duyarlı alanların belirlenmesi konularına yoğunlaşmıştır. Son 30 yılda bu konudaki modelleme uygulamalarının artması toprak erozyonu sorunu üzerine ilginin arttığını göstermektedir. Bu çalışmanın amacı toprak erozyonu konusunda en çok başvurulan modellerin geçirdiği değişimin literatür kapsamında değerlendirilmesidir. Bunun için modellerin veri özellikleri ve algoritma yapıları detaylı bir biçimde incelenmiş ve onlarca model arasında USLE/RUSLE, SWAT ve WEPP modelleri ile makine öğrenmesi yaklaşımlarının uygulama sayıları bakımından ön plana çıktığı belirlenmiştir. Bazı modellerin daha çok tercih edilme nedenlerinin farklı ortam koşullarına uyumlu olmaları ve ortamı yüksek doğrulukta benzetim yapabildiklerinden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

## Article Info

Review

DOI:

10.33688/aucbd.1265625

Article History:

Received: 15.03.2023

Accepted: 12.09.2023

Keywords:

Soil erosion

Spatial modelling

Physical models

Machine learning

Spatial data

## Abstract

Soil erosion is a natural process that refers to the wearing top of the soil layer and transport to another place. This process has turned into an increasing spatial problem as human activities cause changes in the land cover. The increase in soil erosion not only affects soil fertility, but also threatens food security. Studies within the scope of soil erosion focus on sediment transport and modeling of erosion-sensitive areas in order to understand the dynamics of the process and to minimize the negative effects. The increase in modeling applications on this subject in the last 30 years shows that the interest on the soil erosion problem has increased. The aim of this study is to examine the changes in the most used models in soil erosion studies within the scope of the literature. For this, the data properties and algorithm structures of the models were examined in detail and it was determined that among dozens of models, USLE/RUSLE, SWAT and WEPP models and machine learning approaches came to the fore in terms of the number of applications. In conclusion, some models are more preferred since they are compatible with different environmental conditions and simulate process with high accuracy.

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: cagan\_alevkayali@hotmail.com

<sup>a</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Isparta/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0001-7044-8183>

<sup>b</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0001-8790-6232>

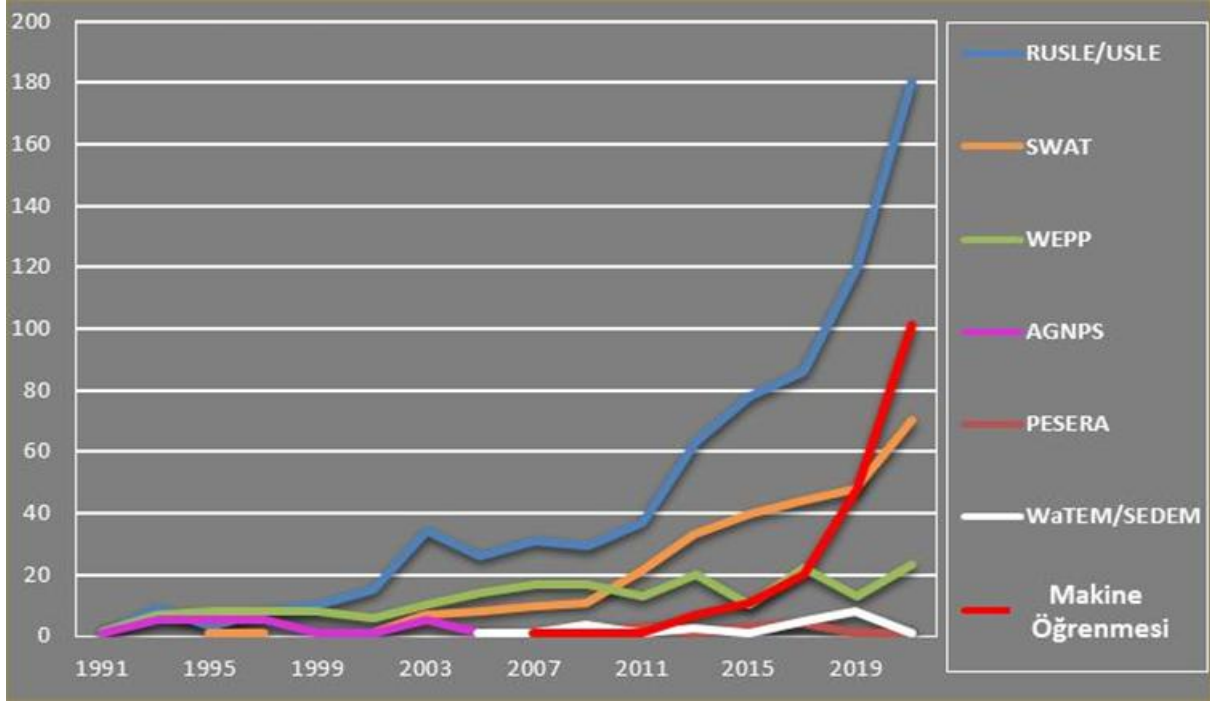
## 1. Giriş

Toprak erozyonu, en kısa tanımı ile toprağın üst katmanının bulunduğu yerden başka bir yere taşınmasıdır (Karabulut ve Küçükönder, 2008). Bir çevre problemi olarak toprak erozyonu, sediman taşınımı sonucunda doğal bir kaynak olan toprak katmanının aşınarak tarımsal üretimin zarar görmesi yani toprak verimliliğinin azalması olarak tanımlanmaktadır (Zhuang vd., 2015). İklim, anakaya, bitki örtüsü, topoğrafya, eğim ve drenaj yoğunluğu gibi doğal süreçlerle meydana gelen toprak erozyonu; aşırı otlatma, hatalı tarımsal işlemler, aşırı gübreleme, ormansızlaştırma ve yanlış arazi kullanımı gibi faaliyetler sonucunda artış eğilimi göstermektedir (Tağıl, 2009). Bu konuda Zhuang ve arkadaşları (2008) tarafından yapılan çalışmada kara yüzeyinin yaklaşık %11'nin yüksek toprak erozyonuna maruz kaldığı ileri sürülmektedir. Türkiye için Erpul ve diğerleri tarafından (2018) yapılan çalışmada ise ülkenin toplam yüzölçümünün %7'sinin şiddetli erozyona maruz kaldığı ve yılda yaklaşık 642 milyon ton toprağın su kaynaklı toprak erozyonu ile taşındığı ifade edilmektedir.

Toprak erozyonu yeryüzünün farklı bölgelerinde etkili olan bir çevre sorunu olmasından dolayı arazi bozulmasının en temel nedeni olarak kabul edilmektedir (Valentin vd., 2005). Toprak erozyonunun ölçülmesi ve su erozyonuna duyarlı alanların belirlenmesi gerekli önlemlerin alınarak arazi sağlığı ve gıda güvenliğinin korunması açısından önem taşımaktadır (Zhuang vd., 2015). Toprak erozyonunun çevre ile ilgili birçok kuruluş tarafından küresel bir problem olarak kabul edilmesiyle toprak erozyon miktarının tahmin edilmesine yönelik model oluşturma (benzetim) çalışmalarının artmasına neden olmuştur (Dengiz vd., 2014). Bu konudaki modelleme süreçlerinin temel amacı toprak erozyon miktarını ve duyarlı alanları belirlenmesi ile sürecin olumsuz etkilerinin olabildiğince azaltılmasıdır.

Özellikle verimli arazilerde toprak erozyonundan kaynaklanan baskıların denetim altına alınması için öncelikle sediman taşınımının nerede ve ne kadar gerçekleştiğinin yüksek doğrulukta tahmin edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Igwe vd., 2017). Sediman verimi ve hareketliliğine yönelik tahmin çalışmaları; (1) regresyon denklemleri, (2) fiziksel tabanlı benzetim modelleri ve (3) doğrusal olmayan regresyon modelleri (örneğin yapay zekâ) şeklinde sıralanmaktadır (Cambazoğlu ve Göğüş, 2004). Başka bir deyişle toprak erozyonu konusundaki modelleme çalışmalarının temeli matematiksel ifadelerle dayanmaktadır. Bu konudaki matematiksel uygulamalar tarihsel süreçte teknolojik gelişmeler ve farklı yaklaşımların ortaya çıkması ile değişim geçirmiştir. Toprak erozyon miktarı ve duyarlı alanları tahmin edilmesine yönelik çalışmalarının tarihi oldukça geçmiş dönemlere dayansa da modelleme sürecindeki değişimi tetikleyen uygulamanın 1965 yılında Wischmeier ile Smith tarafından geliştirilen Evrensel Toprak Kaybı Denklemi (USLE) olduğu kabul edilebilir (Laflen ve Flanagan, 2013). Bu yöntemi diğerlerinden farklı kılan özelliği yağış, vejetasyon, toprak parametreleri ile topoğrafya özelliklerini bütüncül bir biçimde ele alarak toprak erozyon miktarının belirlenmesidir (Wischmeier ve Smith, 1978). Son yıllarda toprak erozyonu kapsamında sürekli yüzey verileri ile yapılan tahmin çalışmaları yüzeysel akış kaynaklı sediman taşınımı sürecinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı fiziksel benzetim (simülasyon) modelleri ile görselleştirilmesi üzerine yoğunlaşmıştır (Akdoğan vd., 2015). Kısaca bu yöntemlerle toprak erozyon miktarının tahmin edilmesi ve duyarlı alanları belirlenmesi için algoritmalarla yararlanılarak mekânsal benzetimler yapılmaktadır (Zhuang vd., 2015).

Toprak erozyonu modelleri ile canlandırılmak (benzeştirmek) istenen durum, değişime uğrayan arazide etkili olan fiziksel süreçlerin algoritmalarla tanımlanması yani sayısal olarak ifade edilmesidir (Igwe vd., 2017). Kısaca bu süreçlerin açıklanması deneysel ve fiziksel ölçümlerle fiziksel ortama ait parametrelerin çeşitli prosedürlerle ilişki düzeylerinin belirlenmesine dayandırılmaktadır (Akgün ve Türk, 2011). Son yıllarda erozyona duyarlı alanların belirlenmesi konusunda CBS ve makine öğrenmesi (yapay zekâ algoritmaları) gibi yenilikçi yöntemlerin kullanımı ile daha doğru ve başarılı sonuçlar ortaya çıkmaktadır (Chakraborty vd., 2020). Bu gelişmelere paralel olarak 1990'lı yıllardan günümüze çok sayıda CBS tabanlı toprak erozyonu modeli geliştirilmiştir (Avcıoğlu vd., 2020; Danacıoğlu ve Tağıl, 2017). Bu modellerin sayısı oldukça fazla olup en çok bilinen ve tercih edilenleri ACTMO, AGNPS, AnnAGNPS, ANSWERS, APEX, CREAMS, DWSM, EGEM, EPIC, EUROSEM, GAMES, GLEAMS, GSSHA, GUEST, HYPE, IDEAL, IQQM, KINEROS, LASCAM, LISEM, MEDALUS, MEFIDIS, MIKE 11, OPUS, PALMS, PEPP-HILLFLOW, PERFECT, PESERA, PRMS, RHEM, RUNOFF, SEDIMOT, SHE/SHESED, SHETRAN, SWAT, SWIM, SWM, SWRRB, TOPMODEL, TOPOG, WaTEM/SEDEM, WEPP ve WESP şeklinde sıralanmaktadır (Pandey vd., 2016). Bu modellerin çoğu deneysel ve fiziksel tabanlı olmakla birlikte yersel ölçümlere dayalı doğrusal ve doğrusal olmayan ilişkilere göre tasarlanmıştır. En yüksek etki derecesine sahip akademik yayınların tarandığı ortam olan Web of Science (WoS) platformunda son 20 yılda toprak erozyonu modelleme yaklaşımlarına yönelik çalışmalarda hızlı bir artış görülmektedir (Şekil 1). Bazı araştırmacılar toprak erozyonu konusunda deneysel ve fiziksel modellerin sadece saha kaynaklı standart parametrelere bağlı kalmasının toprak erozyonunun çok değişkenli doğasını açıklayamadığı gibi düşük doğrulukta tahminler ürettiklerini ileri sürmektedir (Vu vd., 2021). Toprak erozyonu ile ilgili çalışmalarda ister doğrusal isterse doğrusal olmayan ilişkileri gözeterek çalışılsın ortaya çıkan hata payının mekânsal uygulamalara dayalı makine öğrenmesi yaklaşımları ile oldukça azaltıldığı görülmektedir (Sahour vd., 2021). Bu durum makine öğrenmesi ile yapılan toprak erozyonu çalışmalarının son yıllarda Web of Science platformunda hızlı bir artış eğilimi göstermesi ile desteklenmektedir (Şekil 1). Mosavi ve diğerleri tarafından (2020) yapılan incelemede bu konudaki çalışma sayılarındaki artışın makine öğrenmesi yöntemlerinin fiziksel, deneysel ve kavramsal modellerden daha yüksek doğrulukta sonuçlar elde edilmesinden kaynaklandığını ileri sürmektedir.



**Şekil 1.** 1991-2021 yılları arasında Web of Science Platformunda taranan dergilerde RUSLE/USLE, SWAT, AGNPS, WEPP, WaTEM/SEDEM ve Makine Öğrenmesi yöntemlerinin kullanıldığı toprak erozyonu tahmin modellerinin yayın sayıları

**Kaynak:** <https://mjl.clarivate.com/home> (son erişim: 15/01/2023)

Toprak erozyonu konusunda uygulanan modelleme çalışmaları çeşitli indeksler ve makine öğrenmesi yöntemlerinden oluşsalar da tümünün temelinde matematiksel formüller yer almaktadır (Akgün ve Türk, 2011). Bundan dolayı modelleme yaklaşımı değişse de ortamın canlandırılması sürecinde bileşenlerin birbirleri ile olan ilişkileri matematiksel formüller ve algoritmalarla açıklanmaktadır. Doğal etkenler ve beşeri müdahalelerle değişime uğrayan arazilerde toprak erozyon koşullarını daha yüksek doğrulukta tahminlere taşımak için bu yaklaşımların ne kadar kullanışlı? ne kadar güvenilir? ve ne kadar başarılı olduğu? sorularına yanıt aranmalıdır (Batista vd., 2019; Borrelli vd., 2021). Bu soruların cevaplanması için modellerin temel özellikleri, tasarımları, bileşenleri, girdileri, görselleştirme yetenekleri ve hangi yaklaşıma dayanarak süreci canlandırdıkları açıklığa kavuşturulmalıdır (Borrelli vd., 2021; Pandey vd., 2016; Raza vd., 2021). Böylece bu çalışmanın ortaya çıkmasında iki temel motivasyon bulunmaktadır. Bunlardan ilki gelişen mekânsal teknolojiler ile toprak erozyonu konusunda en çok tercih edilen matematiksel modeller ve yapay zekâ ile ortaya çıkan makine öğrenmesi uygulamalarının bir arada değerlendirildiği bir çalışmaya literatürde rastlanamamasıdır. Diğer motivasyon kaynağı ise toprak erozyonu konusunda yeni başlayan araştırmacıların çalışma alanlarının özelliğine göre veya ulaşmak istedikleri amaca yönelik en doğru modeli seçmelerinde yardımcı olacak bir çalışma ortaya konulmasıdır. Toprak erozyonu kapsamında kullanılan modellerin genel olarak iki amacı bulunmaktadır. Bu amaçlardan ilki toprak erozyon miktarının tahmin edilmesi ötekisi toprak erozyonuna duyarlı alanların sınıflandırılmasıdır.

Toprak erozyon modellerinin temel özelliklerinin değerlendirilmesinin yanında gelişen mekânsal veri üretimi, modelleme sürecinin girdi kaynaklarına uyumlu yapıya dönüşmesine neden



olmuştur. Toprak erozyonu konusunda modellerin mekân düzeyinde çalışması ile bu sürecin açıklanmasında girdi olarak kullanılan veri kaynaklarında sürekli yüzey özelliği kazanması kaliteli mekânsal veriye olan ihtiyacın artmasına neden olmuştur. Toprak erozyonu gibi birçok bileşenin farklı düzeyde etki ettiği karmaşık sürecin mekân düzeyinde modellenmesindeki sorunlardan biri elde edilen bazı verilerin noktasal düzeyde olmasıdır. Noktasal verilerin tüm çalışma alanında sürekli bir yüzey şeklinde kullanılması için noktasal ölçümler mekânsal enterpolasyon yöntemleri ile mekânsal desenlere dönüştürülmektedir (Aşkın, 2016). Kısaca sürekli yüzey niteliğinde olmayan toprak örneklemeleri, meteorolojik gözlemler (yağış, sıcaklık) gibi veriler alansal yapıya dönüştürülmektedir. Bu desen ve örüntülerin üretilmesinde sürekli yüzeylerin yeterli sayıda gözleme dayandırılarak yanlış tahmin edilmesi başarı oranını etkileyen önemli bir durumdur. Tüm bu uygulamalar modelleme sürecinin en başından verinin modellenmeye başladığını ifade etmektedir. Kısaca toprak erozyon sürecinin modellenmesinde verinin gerçeği temsil etmesi için mekânsal enterpolasyon yöntemi ile sürekli yüzey haline getirilen parametrelerde yüksek doğruluk oranlarına ulaşması gerekmektedir (Celilov ve Dengiz, 2019; İmamoğlu vd., 2016).

Toprak erozyonu konusunda yapılan modelleme çalışmalarında ele alınan süreçler arasındaki ilişkiler verilerin mekânsal olarak sürekli birer yüzey olarak sisteme aktarılması ile gerçekleştirilmektedir. Bu kapsamda modellerin doğru çalışması için gerçeğe en yakın yüksek kalitedeki veriye ulaşılması gerekmektedir. Böylece bu çalışmanın amacı su kaynaklı toprak erozyonu konusunda kullanılan modellerin temel özelliklerinin (canlandırma performanslarının) ve veri kaynaklarındaki belirsizlik ile sınırlılıkların ilgili literatür kapsamında değerlendirilmesidir. Bu çalışmada literatürde toprak erozyonu uygulamaları arasından en çok başvurulan model ve yaklaşımların 1-temel özellikleri, 2-veri ve algoritma tasarımları, 3- avantaj ve dezavantajlı yanları değerlendirilmiştir. Ayrıca çalışmanın devamında toprak erozyonu konusunda girdi olarak kullanılan veri kaynaklarındaki bazı sorunlar ele alınmıştır.

## **2. Toprak Erozyon Miktarı ve Toprak Erozyonuna Duyarlı Alanların Belirlenmesinde Yararlanılan Temel Yöntemler**

Çalışmanın bu kısmında sediman veriminin tahmini ve toprak erozyonuna duyarlı alanların sınıflandırılması için geliştirilen farklı yaklaşımların özellikleri açıklanmıştır. Bu yaklaşımlara ait özellikler literatürde yer alan yöntemsel yenilikler ve algoritma tasarımları (algoritma alt yapısı) çerçevesinde gerçekleştirilmiştir.

### **2.1. Toprak Erozyonu Modelleme Yaklaşımları**

Toprak erozyonu konusundaki çalışmalar 20. yüzyılın başlarından bu yana bilim dünyasının ilgisini çekmektedir (Pandey vd., 2016). 2000’li yıllara kadar toprak erozyonu kapsamında gerçekleştirilen çalışmalarda, dikkate alınan temel parametreler akışa geçen su miktarının tahmin edilmesi ve hareket eden toplam sediman miktarının öngörülebilmesi üzerine yoğunlaşmaktadır (Jetten vd., 2003). Bu dönemi takiben son 20 yılda bilgisayar tabanlı modellerinin yaygınlaşması ile toprak erozyonuna hassas alanların belirlenmesi ve yüzeysel sediman taşınımı (toprak aşınması) odaklı çalışmalara olan ilgi artmıştır (Borrelli vd., 2021). Toprak Erozyonu Modeli olarak adlandırılan bu

çalışmalar arazi yönetimi, akarsu dinamikleri ve yağış-akış ilişkisi gibi farklı süreçler ele alınmaktadır (Merrit vd., 2003). Bu konudaki temel matematiksel modeller genel olarak *deneysel* (ampirik), *kavramsal* ve *fiziksel* (mekânsal) olmak üzere 3 ana başlık altında toplanmaktadır (Igwe vd., 2017; Merrit vd., 2003; Pandey vd., 2016; Renschler ve Harbor, 2002).

*Deneysel modeller*, taşınan sediman miktarının ve tekstür özelliklerinin tahmin edilmesine yönelik matematiksel formüllerden oluşur (Eisazadeh vd., 2012). Başka bir deyişle deneysel modeller bir veya birkaç noktada yapılan yersel ölçümlere ait sonuçların formüle dönüştürülmesidir. *Kavramsal modeller*, havzada etkili olan dış süreçlerin genel durumunu dikkate alarak havzadaki süreçlerin gruplara ayırmasını sağlayan matematiksel tahminlerdir (Dutta, 2016). Böylece kavramsal modeller bir havzanın genel özelliklerini ayrıntıya girmeden pratik ve basit matematiksel ilişkilerle açıklamaya çalışmaktadır (Parsons vd., 2004). Bu uygulamalar içerisinde son grup olan *fiziksel modeller*; sediman taşınımı ve birikim süreçlerinin mekânsal-zamansal ölçekte topoğrafya, jeoloji, arazi kullanımı, iklim, vejetasyon örtüsü ve akım karakteristiklerinin bir arada değerlendirilmesine dayandırılmaktadır (Chandramohan vd., 2015). Bu modeller ile tasarlanan uygulamalar mekânsal teknolojilerin gelişmesi ile fiziksel bileşenlerin CBS ortamında sürekli bir yüzey olarak değerlendirilebilmesini mümkün kılmaktadır. Dahası CBS ile bu bileşenlerin mekânsal boyutta ilişkilerinin değerlendirilmesi etkin bir hale gelmiştir. Mekânsal olarak sayısal ortama aktarılan bileşenlere dair ilişkilerin kullanımına örnek olarak “Toprak Su Değerlendirme Aracı” literatürdeki kısaltma adı ile SWAT modeli iyi bir örnektir. Bu model yağış-akış ilişkisi üzerinden su kaynaklı toprak erozyonu miktarının tahmin edilmesinde arazi kullanımı, eğim, iklim parametreleri ve toprak özelliklerini bir arada kullanmaktadır (de Vente vd., 2013). Bu modelin çalışma prensibi değişkenler arasındaki ilişkileri çalışma alanına özgü verilerden yararlanarak matematiksel eşitlikler üzerinden hesaplamasıdır. Böylece değişkenler arasındaki ilişkinin sabit bir formül geliştirilerek sadece verilerdeki farklılıktan kaynaklı sonuçlar elde edilmektedir. Kısaca modelin başarısı değişkenler arasındaki ilişkiyi en iyi açıklayacak eşitliğin deneme yoluyla bulunması veya çok örnek üzerinden geliştirilmesine bağlıdır.

Son yıllarda toprak erozyon çalışmalarında sürece etki eden değişkenlere ilişkin eşitliklerin (formüllerin) oluşturulmasında kullanılan model çalışmaları veri odaklı deneysel (ampirik) modellerden süreç odaklı fiziksel modellere kayma eğilimi göstermektedir (Pandey vd., 2016). Örneğin yağış-akış ilişkisinin yersel ölçümlerin deneyler yardımı ile matematiksel olarak formülleştirilmesine dayanan “Evrensel Toprak Kayıpları Denklemi” literatürdeki adı ile USLE modeli önceleri bir deneysel model iken daha sonra CBS yardımı ile zamansal-mekânsal örüntüleri ortaya koyan fiziksel (mekânsal) bir modele dönüşmüştür (Raza vd., 2021). Literatürde yaygın olarak kullanılan toprak erozyonu modelleme yaklaşımlarına bakıldığında mekânsal uygulamaların yaygınlaşması ile deneysel, kavramsal ve fiziksel modellerin iç içe geçtiği anlaşılmaktadır (de Vente vd., 2013).

Toprak erozyonuna duyarlı alanların modellenmesi çalışmalarında deneysel, kavramsal ve fiziksel modellerin dışında makine öğrenmesi yöntemlerinden de yararlanılmaktadır. Bu yöntemlere başvurulmasının nedeni deneysel ve fiziksel tabanlı modellerde tahmin yapmak için arazide önsel

verilerin toplanmasına ihtiyaç duyulurken makine öğrenmesi yaklaşımları ile yersel örneklem ihtiyacının daha az olmasıdır (Nguyen vd., 2021). Ayrıca deneysel yöntemlerde bazı modellerin çalışması için özel uygulamalara ve ölçümlere ihtiyaç duyulurken makine öğrenmesi yöntemleri ile kalibrasyona ihtiyaç duyulmadan yüksek doğrulukta tahminler yapılması mümkündür (Alawell vd., 2021). Makine öğrenmesi yöntemlerinde doğrusal ve rastlantısal yaklaşımların denetimli bir yaklaşım ile kullanılması toprak erozyonun öngörülmesi için yapılan tahminlerin yüksek doğruluk oranlarına ulaşmasını sağlamaktadır (Sahour vd., 2021). Bu yaklaşımların temelinde matematiksel uygulamalar olmasına karşın buradaki sürecin bir denetime yani eğitime dayanması algoritma yapısının başarısını arttırmaktadır. Makine öğrenmesi veya yapay zekâ süreçleri kendi doğrulamalarını gerçek sonuçlar üzerinden yaparak tahmin doğruluğunu arttırdığı gibi zaman ve enerjiden tasarruf sağlamaktadır (Atalay ve Çelik, 2017). Birbirinden farklı özelliklerde ve modelleme yaklaşımları dikkate alındığında literatürde matematiksel modellerden RUSLE/USLE, SWAT, AGNPS, PESERA, WEPP ve WaTEM/SEDEM ile makine öğrenmesi yöntemlerinden Destek Vektör Makineleri, Rastgele Ağaç, Lojistik Regresyon ve Karar Ağaç modellerinin literatürde ön plana çıkmaktadır.

## 2.2. Matematiksel ve Makine Öğrenmesi Tabanlı Toprak Erozyonu Modellerinin Temel Özellikleri

Toprak erozyonu, iklim ve toprak özellikleri gibi doğal ortam koşullarından kaynaklanmakla birlikte tarım, madencilik gibi beşeri faaliyetlerin aşınma sürecine olan etkileri ile güçlenmektedir (Yakupoğlu ve Demirci, 2013). Bundan dolayı bu konudaki ilk modelleme çalışmaları insan kaynaklı baraj, yapılaşma yani arazi örtüsü üzerindeki müdahaleler ve iklim özelliklerini dikkate alan fiziksel tabanlı uygulamalardan oluşmuştur (de Vente ve Poesen, 2005). Toprak erozyon tahminleri ve bu durum neticesinde ortaya çıkan duyarlı alanların belirlenmesinde beşeri süreçlerin modelleme sürecine entegre edilmesi için performans ölçümleri yapılmaktadır (Dengiz vd., 2014). Bu durum araştırmacıların toprak erozyonu modellerinde en iyi performansı arama eğilimine girmesine neden olsa da model başarısını belirlenmesi konusunda önemli bir gelişme sağlamıştır. Bu çalışmanın giriş kısmında da ifade edildiği gibi modellerin değişiminde gelişen bilgisayar teknolojileri ve veri üretimi konusunda yüksek kalitede yersel verilere ulaşılmasının kolaylaşması daha iyi modeli arama çabasının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Toprak erozyonu modellerinde gerçeği yansıtmaya performansı, meydana gelen sediman hareketinin en doğru miktarda belirlenmesi ve sediman hareketinin en çok gerçekleştiği bölgenin belirlenmesindeki başarıya bağlıdır. Bu çalışmada toprak erozyon sürecinin bahsi geçen durumlarda başarılı olduğu bilinen ve literatürde en yaygın kullanılan deneysel/fiziksel ve kavramsal modeller olan AGNPS, USLE-RUSLE, PESERA, SWAT, WEPP ve WaTEM/SEDEM modelleri ve makine öğrenmesi yaklaşımlarından Destek Vektör Makineleri, Karar Ağaç ile Rastgele Ağaç yapıları üzerinde incelemeler yapılmıştır. Bu modellerin incelenmesi kapsamında söz konusu yöntemlerin kullanım amaçları, toprak erozyonu sürecindeki hangi aşama üzerinde yoğunlaştıkları, en çok hangi alanlarda etkili sonuçlar ortaya koydukları ve bu sürecin açıklanmasındaki avantajlı-dezavantajlı yanları ortaya konulmuştur (Çizelge 1). Bu incelemelerin ardından her bir modelleme yaklaşımının çalışma sistemi kısaca değerlendirilmiştir:

Çizelge 1.Çalışmada incelenen toprak erozyonu modellerinin temel özellikleri

Model ve Ortaya Çıkış Tarihi	Amaç ve Kullanıldığı Alanlar	İhtiyaç Duyulan Veriler ve Alt Birimler	Çıktılar	Avantaj ve Dezavantaj
<b>AGNPS,</b> Noktasal Kaynaklı Olmayan Tarımsal Kirlilik Modeli 1989 yılında geliştirilmiştir (Young vd., 1989).	Bu model tarım alanlarında su yüzey akışı, sediman ve nitrat hareketini modellemeyi amaçlamaktadır. Büyüklüğü 0.4-16 hektar arasında değişen hücrelerle, en fazla 20 000 hektar alana sahip havzalarda kullanılmaktadır (Öztürk vd., 2003).	AGNPS modeli temelde hidroloji, erozyon ve sediman taşınımı, kimyasal taşınımı ve noktasal kaynaklı girdilerle çalışmaktadır (Apaydın ve Öztürk, 2003). Bunun için model 22 farklı veriye ihtiyaç duymaktadır.	AGNPS modelinde sonuçlar akım, sediman miktarı ve kimyasal elementler olmak üzere üç ana grupta aylık ve yıllık periyotlarda alınmaktadır (Perrone ve Madramootoo, 1999).	<b>Avantaj:</b> AGNPS karmaşık verileri modelleyebilme yeteneği yüksektir. Model tarım arazilerinde başarılı sonuçlar vermektedir. <b>Dezavantaj:</b> Modelde çok sayıda girdi kullanılmasından dolayı hesaplama süresi uzamaktadır. Model engebeli araziler için kullanışlı değildir (Aydın ve Yıldırım, 2002).
<b>PESERA,</b> Avrupa’da toprak erozyonunun detaylı belirlenmesi için Kirkby ve diğerleri (2003) tarafından kullanılmıştır.	Bu model iklim, vejetasyon, topografya ve toprak verilerini suyun akım değerlerini toprak erozyonu hesaplayabilmek için kullanılmaktadır. PESERA özellikle farklı arazi kullanımı türlerinde toprak ve peyzaj özelliklerini temel olarak toprak erozyonunu tahmin etmek için bölgesel bir araç olarak geliştirilmiştir (Berberoğlu ve Çilek, 2013).	PESERA modeli iklim, bitki örtüsü, topografya ve toprak faktörlerine bağlı olarak elde edilen dört bileşeni dikkate alarak erozyonu tahmin etmektedir (Çilek, 2013). Modeli çalıştırmak için; 128 farklı grid formatında katmana ihtiyaç duyulmaktadır. Bunların 96’sı iklim kaynaklı olmakla 25’i arazi örtüsü kaynaklıdır (Kirkby vd., 2008).	Bu model özellikle erozyon miktarını bir yağış dönemindeki toplam akışı dikkate alarak katman aşınım sürecini görüntülemektedir (Licciardello vd., 2009). PESERA su kaynaklı erozyon konusunda yıllara göre değişen koşullarının neden olduğu etkilerin ortaya koyabilmektedir (Panagos vd., 2014).	<b>Avantaj:</b> Model farklı dönemlerde tüm Avrupa ülkeleri için online toprak erozyonu tahminleri yayınlanmaktadır (Tsara vd., 2005). Günlük yağış verileri, sediman ve bitki örtüsü müdahale kapasitesini kullanarak günlük akış çıktısı sunmaktadır. <b>Dezavantaj:</b> Bu model çıktıları yalnızca Avrupa sahası için sınırlanmaktadır (Licciardello vd., 2009).
<b>SWAT,</b> Arnold vd. tarafından 1988 yılında toprak erozyon miktarını tahmin etmek için tasarlanmıştır.	SWAT modeli, havza sınırlarının belirlenmesi, sediman verimi, bitki besin elementleri ve kirliliğe neden olan pestisitler gibi elementlerin hareketini tahmin etmek için geliştirilmiştir (Özdemir ve Güngör, 2019). Bu modelin temel amacı su döngüsü ve toprak elementlerin hareketini hesaplamak ve toprak erozyon miktarı ile ilgili doğruluğu yüksek sonuçlar üretmektedir (Duru vd., 2018). SWAT modeli ile büyük akarsu havzaları ve alt havzalara ait hesaplamalar ayrı ayrı yapılabilmektedir (Abbaspour vd., 2007).	Sayısal yükseklik modeli (DEM), arazi kullanımı haritası, toprak haritası, eğim haritası, günlük iklim verisi, kalibrasyon ve doğrulama için akım gözlem verisi kullanılmaktadır (Dönmez ve Sarı, 2018). SWAT modelinde meteorolojik rasatlar, topografya, arazi kullanımı ve toprak türü verilerinden yararlanılmaktadır.	Farklı çevresel koşullardaki hidrolojik olayları detaylandırarak simüle edebilme yeteneğine sahip bir hidrolojik model olan bu yöntem arazi kullanımı, toprak ve toprak sınıfları, yüzey akışı, tortu birikimi ve nitrat konsantrasyonları gibi önemli havza bileşenlerinin zaman içerisindeki hareketini ve değişimleri ortaya koymaktadır (Neitsch vd., 2011). Yüzeysel akışa geçen su miktarı, yeraltına sızan (perkolasyon) su oranı ve evapotranspirasyon	<b>Avantaj:</b> SWAT fiziksel tabanlı bir model olup, giriş-çıkış değişkenleri arasındaki ilişkiyi açıklamak için regresyon denklemlerini kullanarak toprak erozyon ve element hareketlerini tahmin edebilmektedir (Özdemir ve Güngör, 2019). <b>Dezavantaj:</b> SWAT modelinin en önemli eksikliği toprak erozyonuna duyarlı alanları gösteren sürekli bir yüzeyi üretmemesidir (Neitsch vd., 2011).

			ile kaybedilen su miktarı hesaplamaktır (Cuceloglu vd., 2017).	
<p><b>WEPP,</b> Nearing ve diğerleri tarafından 1989 yılında geliştirilmiştir.</p>	<p>WEPP modelinin amacı bir havzada veya bir yamaçta meydana gelen toprak kayıplarının nerede ve ne zaman meydana geldiğini ve nerede depolanacağını ortaya konulmasıdır (Demir vd., 2017).</p> <p>Böylece uygulama açısından nerelerde hangi toprak koruma önlemlerin alınmasında ve en uygun yöntemlerin seçilmesinde etkili olmaktadır (Kırnak ve Gowda, 2001).</p>	<p>İnfiltrasyon teorisi, hidroloji, toprak fiziği, bitki besleme, hidrolik ve erozyon süreçleri modelin ana bileşenleridir. Böylece bu model iklim parametrelerinden kış yağışları, sıcaklıkları, sulama, bitki gelişimi, atıkların ayrışması, yüzey akış hidrolojisi olmak üzere dokuz parametreyi içermektedir (Demir vd., 2017). Modelde kullanılan hidrolojik parametreler, kinematik dalga denklemini kullanmak suretiyle yüzey akış ve zirve değerinin belirlenmesine dayanmaktadır (Pandey vd., 2016).</p>	<p>Bu model, zamansal değişimi ele alan bir simülasyon olduğundan, yağış havzasında ve yamaçlarda meydana gelen toprak kayıpları ve birikim noktalarının görselleştirmektedir (Kırnak ve Gowda, 2001). Ayrıca bu model ile toprak erozyon sürecindeki su-toprak ve su-bitki arasındaki ilişkiler ortaya konulmaktadır (Aydın, 2009).</p>	<p><b>Avantaj:</b> WEPP modelini uygularken girdi verilerinin önemli bir parametresi olan topoğrafyayı birleştirerek hızlı sonuçlar üretmektedir (Aydın, 2009). Toprak erozyonunun etkili olduğu sahaların genel durumu hakkında bilgi vermektedir.</p> <p><b>Dezavantaj:</b> Ayrıntılı yüzey tahminleri bu model ile yapılamamaktadır (Pandey vd., 2016).</p>
<p><b>WaTEM/SEDEM</b> modeli ilk olarak Van Oost tarafından (2000) kullanılmıştır.</p>	<p>Bu modelin kullanım amacı toprak erozyonu açısından kritik bölgelerin mekânsal olarak havza tabanlı belirlenmesidir (Lieskovský ve Kenderessy, 2014).</p> <p>WaTEM/SEDEM, modeli piksel (parsel) tabanlı yaklaşım kullanarak havza ölçeğinde tortu verimi tahmin etmektedir (de Vente vd., 2008).</p>	<p>WATEM/SEDEM modeli üç bölümden oluşur: RUSLE 2D yaklaşımı kullanılarak toprak erozyonu hesaplaması, tortu taşıma kapasitesinin belirlenmesi ve toprak erozyonunu modellemek için tortunun akarsudaki hareketleri görüntülenmektedir (Bezak vd., 2015).</p>	<p>Bu model parsel bazlı çalışmakta yani mekânsal olarak toprak tortu verimini ve aşınan malzeme miktarına yönelik tahminleri gridler şeklinde üretmektedir (Lieskovský ve Kenderessy, 2014).</p>	<p><b>Avantaj:</b> WaTEM/SEDEM, RUSLE yöntemi ve regresyon modellerinin ötesinde yeni bir ortamda kalibre edilerek her havzada yeni dinamiklere göre tortu veriminin tahmin edilmesinde başarı sağlamaktadır (Harageweyn vd., 2013).</p> <p><b>Dezavantaj:</b> Bu modelin en önemli dezavantajı alt havzalardaki yerel uygulamalarda iyi performans sergileyememesidir (Bezak vd., 2015).</p>
<p><b>USLE-RUSLE,</b> Wishmeier ve Smith tarafından 1978 yılında USLE Modeli tasarlandıktan sonra 1994 yılında model Renard vd.</p>	<p>RUSLE modeli, sadece tarımsal arazilere değil, kentsel kullanım alanlarına, ormanlık alanlara, otlak ve mera sahalarına, otoyol setlerine kadar geniş kullanım alanlarına sahip hale gelmiştir.</p>	<p>Model, ortalama erozyon tahmini sürecinde altı faktörü dikkate almakta ve bunlar aşağıda verilen formül ile hesaplanmaktadır:</p> <p>Rusle yöntemi uygulamalarında ana</p>	<p>USLE-RUSLE modellerinin en önemli çıktısı parsel odaklı toprak erozyon miktarı sürekli yüzey haritaları üretilmektedir (Djoukbala vd.,</p>	<p><b>Avantaj:</b> Bu modelin en önemli avantajı yüksek doğrulukta erozyona duyarlı alanların tahmin edilmesinde ve makul doğrulukta toprak erozyon miktarının öngörülmesini sağlamasıdır (Jahun vd.,</p>

<p>tarafından revize edilerek yeni adıyla RUSLE geliştirilmiştir.</p>	<p>RUSLE yöntemi, uzun vadede damla etkisinden ve yüzeysel akıştan kaynaklanan toprak kaybının ton/hektar/yıl cinsinden tahmini amacıyla kullanılmaktadır (Renard vd., 1994).</p>	<p>veri kaynağı olarak, topoğrafya (Sayısal Yükseklik Modeli), arazi kullanımı, toprak tekstür özellikleri ve organik madde miktarı ve yağış verileri kullanılmaktadır (Danacıoğlu ve Tağıl, 2017).</p>	<p>2019).</p>	<p>2015).</p> <p><b>Dezavantaj:</b> USLE/RUSLE modelleri sediman hareketlerini vadi veya yarıntılar boyunca açıklayamamasından dolayı büyük havzalarda kullanışlı değildir (Ganashi ve Ramesh, 2016).</p>
<p><b>DESTEK VEKTÖR MAKİNELERİ,</b> (DVM), Vapnik tarafından (1995) tasarlanmıştır.</p>	<p>DVM’de amaç, sınıfları birbirinden ayırmak için optimal düzeyde hiper düzleminin elde edilmesidir. Başka bir ifadeyle, farklı sınıflara ait destek vektörleri arasındaki uzaklığı maksimize etmektir (Ayhan ve Erdoğan, 2014).</p> <p>Toprak erozyonu konusunda DVM yönteminin matematiksel modellerden farkı karmaşık ve dinamik olguları boyut arttırarak en başarılı sınıflandırma veya regresyon denklemi ile tahmin etmesidir (Dinh vd., 2021).</p>	<p>Söz konusu algoritma, veriye ilişkin herhangi bir birleşik dağılım fonksiyonu bilgisine ihtiyaç duymadığı için bağımsız öğrenme sürecine dayanmaktadır. Bu özelliği ile konuya ilişkin her türlü veriden yararlanılmasını mümkündür (Soman vd., 2011). Örnek olarak eğitim, Topoğrafik Nemlilik İndeksi, yağış miktarı, arazi kullanımı ve akarsu yoğunluğu gibi toprak erozyonuna etki eden her türlü altlık haritadan yararlanılmaktadır (Liu vd., 2023).</p>	<p>Bu yöntem ile toprak erozyonunun arttığı veya azaldığı bölgelerin görüntülenmesi sağlamaktadır. DVM ile toprak erozyonu konusunda daha çok oyuntu ve parmak erozyonunu belirlemek için kullanılmaktadır (Arabameri vd., 2020).</p>	<p><b>Avantaj:</b> DVM, toprak erozyonu tahminlerinde sınıflandırma ya da regresyon problemini detaydaki pürüzlere takılmadan çözmesi en önemli avantajlardan biridir (Yakut, 2012). DVM toprak erozyonu gibi karmaşık ve dinamik olgular üzerinde oldukça başarılıdır (Ghosh ve Maiti, 2021).</p> <p><b>Dezavantaj:</b> Bu yaklaşımın en önemli dezavantajı doğrusal olarak ayırlamayan verilerin farklı bir uzaysal ortama aktarılması ile gerçekten uzaklaşmasıdır (Demirci, 2007).</p>
<p><b>KARAR AĞAÇ,</b> modeli ilk olarak Breiman ve diğerleri tarafından (1984) bir sınıflandırma ve regresyon algoritması olarak kullanılmıştır.</p>	<p>Karar ağacı yöntemi, basit yapısı sayesinde, sınıflandırma ve tahmin problemleri için uygun bir yaklaşımdır (Breiman vd., 1984). Bu yöntem ile en sık yapılan uygulamalar toprak erozyonu çeşitlerini ayırmak için yersel ölçümler üzerinden karar ağaçları kullanılarak hızlı ve basit sınıflandırmalar yapılmaktadır (Ghosh ve Maiti, 2021). Karar ağaçları oyuntu ve parmak erozyonlarının etkili olduğu alanların tahmin edilmesinde yaygın bir biçimde kullanılmaktadır (Arabameri vd., 2021).</p>	<p>Karar ağaçları genelden özele doğru eğitilmiş veriden yararlanmaktadır (Lei vd., 2020). Böylece, ağaçlar her örnekteki tüm verileri içeren bir kök düğümle aşağıya doğru inildikçe topoğrafya, jeomorfolojik indeksler, vejetasyon, yağış gibi birbirinden farklı verileri ilişkilendirerek model kurgulanmaktadır (Arabameri vd., 2020).</p>	<p>Bu yöntem ile erozyon bölgeleri sınıflandırılabilir veya algoritma eğitilerek regresyon denklemi ile erozyon tahminleri çıktı olarak üretilebilmektedir (Kavzaoğlu ve Çölkesen, 2010b).</p>	<p><b>Avantaj:</b> Karar ağaçları, toprak erozyonu çalışmalarında kullanılmasının nedenleri hızlı olması, veri sistemleriyle kolaylıkla entegre edilebilmesi, güvenli olması, kolay ve anlaşılabilir düzeyde sonuçlar üretmesidir (Arabameri vd., 2021).</p> <p><b>Dezavantaj:</b> Karar ağacı sayıları yani veri boyutu aşırı büyük olduğu durumlarda dallanma sayısı ve takibi zorlaşmakta ve başarısız sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. Sürekli değişkenleri tahmin etmekte zorlandığından toprak erozyon sürecinin zamansal değişiminde başarılı sonuçlar üretememektedir (Lei vd., 2020).</p>

<b>RASTGELE ORMAN,</b> 2001 yılında Breiman tarafından geliştirilmiştir.	Breiman (2001) tarafından ilk olarak tasarlanan Rasgele Orman (RO) yöntemi karar ağaçlarının bir araya getirilerek rassallık eklenen bir çeşiddir. RO algoritmanın kullanım olarak hızlı performans sunduğundan yüksek boyutlu verileri analiz etmek için uygundur. Rastgele Orman yönteminde algoritma her bir karar ağaçlarıyla ortaya çıkan yeni durumu bir ağaca indirilene kadar verileri eğiterek toprak erozyonunun belirlenmesinin yanı sıra sınıflandırma ve regresyon tabanlı analiz ve tahminler yapılabilmektedir (Phinzi ve Ngetar, 2019).	RO algoritmasını çalıştırmak için en az 2 parametre tanımlanmalıdır (Akar ve Güngör, 2012). Bu parametreler, toprak erozyonuna neden olan ya da bu süreci etkileyen herhangi bir parametrenin sürekli yüzey şeklinde ifadesidir (Lei vd., 2020). RO, tüm değişkenler arasından en iyi karar dalını kullanarak her bir düğümü dallara ayırmak yerine, her bir düğümde rastgele olarak seçilen değişkenler arasından en iyisini belirlenmesi ile büyük alanlarda başarılı bir sınıflandırma yapmaktadır (Erdem vd., 2018).	RO yöntemi ile görüntü sınıflandırma işlemi algoritmanın her bir piksel için karar ağaçları oluşturması ve öğretilen karara uygun sınıflandırmayı belirlemesiyle erozyon sınıfları oluşturulmaktadır (Ghosh ve Maiti, 2021). Böylece girdi verileri eğitilerek toprak erozyonunun fazla veya az olduğu bölgeleri gösteren haritalar üretilmektedir.	<b>Avantaj:</b> Bu yöntem ile girdilerin kullanıcının belirlediği ölçütler tarafından düzenlenmesi ortalama tahmin doğruluğunu iyileştirmektedir (Zahedi vd., 2018). <b>Dezavantaj:</b> Toprak erozyonu konusunda rastgele orman yaklaşımının en önemli dezavantajı değişkenler arasında nedenselliği hesaplanmamasıdır (Arabameri vd., 2019).
-----------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 2.2.1. Fiziksel Modeller

### 2.2.1.1. AGNPS

AGNPS (Agricultural Non-point Source Pollution Model) açık ismi ile Noktasal Kaynaklı Olmayan Tarımsal Kirlilik Modeli ilk olarak Amerika Birleşik Devletleri-Tarımsal Araştırma Merkezi tarafından yüzey akışı (akımdan, taban akışın ayrılmış miktarı), sediman ve taşınan kimyasal madde miktarı hakkında benzetimlerle (simülasyon) tahmin yapılmasında kullanılan fiziksel bir modeldir (Apaydın ve Öztürk, 2003). AGNPS modeli, bir havza sistemindeki su, sediman ve bitkilerin ihtiyacı olan nitratlarla yüzey sularının kirlenmesine yol açan nitrat miktarını tahmin etmektedir (Kalfazade, 2015). Bu model çoğunlukla büyük araziler ve havzalar için kullanılmaktadır (Öztürk vd., 2003). AGNPS modeli için sediman, hidroloji ve kimyasal sonuçları içeren 3 ana gruptaki 22 farklı veriye (ortalama arazi eğimi, toprak erozyon faktörü, görünüm, toprak bünyesi, drenaj hücrelerinin sayısı, su kaynağı durumu, yüzey koşulu sabiti, SCS eğri numarası, biriktirme faktörü, yüzey eğim faktörü, gübreleme düzeyi, uygulama faktörü, ortalama kanal eğimi, kanalın pürüzlülük katsayısı, kimyasal oksijen ihtiyacı faktörü, ortalama arazi eğim uzunluğu, ortalama kanal şev eğimi, karışım düzeyi, noktasal kaynak göstergesi ve kanal göstergesi) ihtiyaç duyulmaktadır (Aydın ve Yıldırım, 2002). Bu modelde çok çeşitli veri girişine ihtiyaç duyması girdi verilerinin üretilmesi oldukça zaman almasına neden olmaktadır. Böylece model sadeleştirilerek daha az veri girişi ile çalıştırılarak modelin kullanılabilirliği artırılmıştır (Kalfazade, 2015). Buna göre toprak erozyonu modellerinde verilerin basit ve kolay işlenebilmesinin önemli olduğu anlaşılmaktadır.

### 2.2.1.2. PESERA

PESERA (Pan-European Soil Erosion Risk Assessment) bölgesel bir uygulama yöntemi olup peyzaj, toprak ve arazi kullanımını parametreleri ile toprak erozyon miktarını tahmin etmek üzere tasarlanmış fiziksel bir modeldir (Licciardello vd., 2009). Bu model girdi birimi olarak bitki örtüsü, topoğrafya, iklim ve toprak özelliklerinden yararlanmaktadır (Kirkby, 2003). PESERA, toprak ve bitki örtüsü özellikleri kapsamında aşınma sürecini akış eşik değeri, toprak akış oranı ve yağmurun akışa geçme özellikleri üzerinden formüller yardımı ile modellemektedir (Licciardello vd., 2009). Bu yöntemin uygulanmasında veriler gerekli kaynaklardan temin edildikten sonra değerler arasında doğrusal regresyonlar oluşturularak yapılan hesaplamalar erozyon miktarının tahmini için kullanılmaktadır (Tsara vd., 2005). Hem düşük hem de yüksek çözünürlükteki verilerden yararlanarak geniş alanlarda çalışma yapma şansı sağlayan bu model, formül 1'de görüldüğü gibi toprak erozyon potansiyelinin hesaplanmasına dayanmaktadır (de Vente vd., 2008).

$$E = k. \Delta. \Omega \quad (1)$$

E = erozyon,

k=toprak aşınabilirlik ,

$\Delta$ =sayısal yükseklik modeline bağlı topoğrafya potansiyeli

$\Omega$  = yüzeysel akış

Bu model özellikle sediman taşınımını her bir yağış dönemindeki toplam akış miktarını kullanarak sonuç üretmektedir (Irvine ve Kosmas, 2007). Modelin çalıştırılması için aylık ve yıllık iklim ve arazi kaynaklı çok sayıda verilere ihtiyaç duymaktadır (Berberoğlu ve Çilek, 2013; Kirkby, 2003). PESERA modeli ile farklı dönemlerde toprak erozyonu tahminleri tüm Avrupa ülkelerini içerisine alan çevrimiçi bir veri tabanı üzerinden yağış değişimi ile sürekli güncellenerek sunulan ve toprak erozyonuna duyarlı alanların görüntülediği dijital bir harita platformudur (Panagos vd., 2014). Bu özelliği ile PESERA modeli toprak erozyonu konusundaki uygulamalarda parametrelerin zamansal değişiminin dikkate alınması gerektiğine örnek oluşturmaktadır.

### 2.2.1.3. SWAT Modeli

Toprak-Su ilişkisini inceleyen hidrolojik modellerden biri olan Soil and Water Assessment Tool (SWAT), Arnold vd. (1988) tarafından su ile toprak erozyon ilişkisini tahmin etmek için tasarlanmıştır (Özdemir ve Güngör, 2019). Bu modelin esas amacı havza sınırlarının belirlenmesi, sediman veriminin tahmin edilmesi, bitki besin elementleri ve toprak kirliliğine neden olan pestisitlerin hareketlerinin belirlenmesidir (Özdemir ve Güngör, 2019). SWAT modeli ile havzaya ulaşan suyun yüzey hareketi, sızma ve aşındırma miktarını yani su döngüsü tahmin edilmektedir (Arnold, 1988). Bu modelin en dikkat çeken özelliği topraktaki element hareketlerine yönelik çıktılar üretmesi olsa da esas kullanım amacı toprak erozyon miktarı ile ilgili tahminler yapmaktır (Duru vd., 2018).

SWAT modelinde meteorolojik rasatlar, topoğrafya, arazi kullanımı ve toprak türü verilerinden yararlanılarak yüzeysel akışa geçen su miktarı, yeraltına sızan (perkolasyonu) su oranı ve



evapotranspirasyon ile kaybedilen su hesaplamakta, böylece tarımsal sulama ve su yönetimi için ihtiyaç duyulan hidrolojik süreçler modellenmektedir (Cuceloglu vd., 2017). Sediman hareketlerinin bu model ile yüksek doğrulukta tahmin edilmesinin nedeni topoğrafya, arazi kullanımı ve toprak türlerinin erozyon sürecindeki ilişkilerinin detaylı bir biçimde ele alınmasıdır (Abbaspour vd., 2015). Kısaca bu model ile havzadaki topoğrafya ve iklim özelliklerinin temel alındığı toprak-su ilişkisi belirlenmektedir. Böylece farklı toprak türlerine göre buharlaşma, transpirasyon, sızma, yüzeysel akış ile eğim doğrultusunda hareket eden sediman miktarı tahmin edilmektedir.

#### *2.2.1.4. WEPP*

WEPP erozyon modeli, bir havzadan ya da bir yamaçtan meydana gelen toprak kayıplarının nerede, ne zaman yaşanacağını ve akışa geçen malzemenin nerede birikeceğini tahmin etmeye çalışmaktadır (Kırnak, 2001). Bu modelde iklim verileri, sızma mekanizması, su-toprak ve su-bitki arasındaki ilişkilerden yararlanılmaktadır (Pandey vd., 2016). Bu ilişkiler üzerinden yapılan tahminlerle toprak koruma tedbirlerinin alınması gerektiği bölgeler tespit edilmektedir (Aydın, 2009).

WEPP modelini uygularken girdi verilerinin önemli bir parametresi olan topoğrafya özellikleri, CBS ile bütünleşmiş bir biçimde çalışmaktadır (Demir vd., 2017). Bu modelin ön plana çıkan özelliği tüm bileşenlerin toprak erozyon sürecindeki etkilerinin eşit ağırlıkta bütüncül bir biçimde ele alınmasıdır.

#### *2.2.2. Kavramsal Modeller*

##### *2.2.2.1. WaTEM/SEDEM*

WaTEM/SEDEM, Revize Evrensel Toprak Kaybı Denklemi (RUSLE) modelinin daha basit düzeyde akarsu kollarında ne kadar sediman taşındığını yıllık ölçekte tahmin edildiği bir modeldir (Haregeweyn vd., 2013; Lieskovský ve Kenderessy, 2014). Bu model üç ana bileşeni olan (1) yıllık ortalama toprak erozyonu oranı verisi, (2) tortu miktarını temsil eden bir raster görüntü ve (3) bunları topoğrafyayla ilişkilendiren algoritmadan oluşmaktadır. Bu model mekânsal düzeyde havzanın topoğrafyası ve akarsu ağının taşıma kapasitesini dikkate alarak havza için çeşitli indeksler üretmektedir (Lieskovský ve Kenderessy, 2014). Model bu işlemi yaparken peyzajı küçük mekânsal birimlere yani ızgara şeklinde bölerek işlem yapmaktadır (de Vente vd., 2008). Bu yüzden modelin sağlıklı bir şekilde çalışabilmesi için ızgara hücrelerinin 100 m × 100 m'yi geçmemesi gerekmektedir (Van Rompaey vd., 2001).

WATEM/SEDEM kavramsal bir model olduğundan iklim ve hidroloji verilerinin sınırlı olduğu sahalarda toprak erozyonu miktarının belirlenmesinde kullanılmaktadır (Guo vd., 2019). Bu uygulama uzaktan algılama yöntemleri aracılığı ile sayısal hale getirilen topoğrafya üzerinden farklı indekslerle su kaynaklı toprak erozyonu konusunda basit ve hızlı bir biçimde sonuçlar üretmektedir.

#### *2.2.3. Deneysel Modeller*

##### *2.2.3.1. USLE-RUSLE*

USLE modeli Türkçe karşılığı Evrensel Toprak Kayıpları Denklemi yağışa ve toprak yüzeyinde görülen akışa bağlı uzun yıllık verilerin kullanılarak toprak kaybının hesaplandığı bir

yöntemdir (Alparslan ve Küçükönder, 2021). Kısaca bu yöntem incelenen havzanın yıllık potansiyel toprak kaybını belirlenmektedir. USLE modeli Renard ve diğerleri tarafından (1991) kentsel yerleşmeler, ormanlık alanlar, otlak ve meralar gibi farklı arazi kullanım koşullarında toprak erozyon miktarının tahmin edilmesi için mevcut algoritma arazi kullanımı eklenerek geliştirilmiş ve adı Revize Edilmiş Evrensel Toprak Kayıpları Denklemi (RUSLE) olarak değiştirilmiştir (Danacıoğlu ve Tağıl, 2017; Djoukbalı vd., 2019). RUSLE'den üretilen toprak kaybına ilişkin yüksek düzeyde başarılı tahminler ortaya koymaktadır (Phinzi ve Ngetar, 2019). USLE ve RUSLE modeline göre potansiyel toprak kayıpları hesaplanmasında farklı bileşenlerden yararlanılmaktadır (Formül 2):

$$A=R \times K \times LS \times C \times P \quad (2)$$

A: Yıllık ortalama toprak kaybı (ton/ha-1, yıl-1),

R: Yağış aşındırma faktörü (Mj mm ha-1, Saat-1 yıl-1),

K: Toprak aşınabilirlik (erodibilite) faktörü (t ha Saat ha-1 MJ-1 mm-1)

LS: Topografya faktörü (L: Eğim uzunluğu faktörü ve S: Eğim dikliği faktörü),

C: Arazi kullanımı ve bitki örtüsü faktörü,

P: Erozyon kontrol faktörü olarak açıklanmaktadır (Wischmeier ve Smith, 1978).

R faktörü yağış ve akışın toprak erozyonunun gücünü ortaya koyan parametredir (Avcıoğlu vd., 2020). K faktörü toprağın yüzeysel akışa geçen suya yani yüzeysel aşınmaya gösterdiği direnci ifade etmektedir (Tüfekçioğlu ve Yavuz, 2016). LS faktörü topoğrafya koşulları doğrultusunda eğim ve yamaç uzunluğunun toprak erozyonuna olan etkisinin hesaplandığı girdilerden bir diğeridir (Mutlu ve Soykan, 2018). Bu parametrenin veya girdinin üretilmesi SYM'ye bağlı olduğundan bu verideki çözünürlük ve doğruluk oldukça önemlidir. C faktörü arazi kullanımı ve bitki örtüsünün yüzeydeki yoğunluğunun toprağı tutarak erozyona uğramasını yavaşlatması sürecini ifade etmektedir (İkiel vd., 2020). P faktörü yüzeysel akışa geçen suyu engellenerek toprak erozyon etkisinin azaldığı kontrol birimlerini ve engelleri kapsamaktadır (Özşahin, 2016). RUSLE'nin hesaplanmasında ana parametrelerin ağırlığı eşit olsa da her bir girdiyi oluşturan indeksler farklı katsayılarla ağırlıklandırılmaktadır. RUSLE yönteminin dünya çapında oldukça yaygın kullanılmasının ana nedeni erişilebilmesi mümkün parametrelerden yararlanması ve neredeyse dünyanın genelinde her tür ortama uyarlanabilmesidir (Alewell vd., 2019).

## 2.2.4. Makine Öğrenmesi Yöntemleri

### 2.2.4.1. Destek Vektör Makineleri

Destek Vektör Makineleri (DVM), istatistiksel öğrenme teorisi alanında sınıflandırma problemlerinin çözümü için Vapnik tarafından (1995) geliştirilmiş yapısal riski en aza indirmeye çalışan, dış bükey optimizasyona dayalı öğrenme metotlarından biridir (Kavzoglu ve Colkesen, 2009).

Verilerin doğrusal olarak ayrılmadığı bir durum meydana geldiği zamanlarda doğrusal bir tanımla bu boşluk doğrusal olmayan tanımlamalarla doldurulabilmektedir (Yılmaz Akşehirli vd.,

2012). Bu yöntemle asıl yapılmak istenen, eğitim kümesindeki tüm verilerin bağımsız ve benzer olarak dağılmış olmasını dikkate alarak kalan verilerin düzenlemesidir (Song vd., 2002).

Toprak erozyonu konusunda DVM yönteminin matematiksel modellerden farkı karmaşık ve dinamik olgular üzerindeki uygulamalarda başarılı olmasıdır (Dinh vd., 2021). Örnek olarak Golkarian ve diğerleri (2023) tarafından toprak erozyonuna duyarlı bölgelerin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada RUSLE yöntemine ait parametreler DVM algoritması uygulanarak hesaplanmış ve doğruluğu oldukça yüksek erozyon duyarlılık tahminleri yapmıştır.

#### *2.2.4.2. Karar Ağaç*

Karar Ağaçları (KA) son zamanlarda literatürde yaygın kullanımı olan bir sınıflama ve regresyon yöntemi ile veriler arasındaki ilişkinin tanımlandığı algoritmadır (Kavzoğlu ve Çölkesen, 2010). Karar ağaç algoritması standart bir ağacın sistematiğini kullandığından en üst kısım kök olarak, en son kısım ise yaprak olarak adlandırılan bir yapı ile çalışmaktadır (Han ve Kamber, 2006). Sınıfların belirlenmesinde kullanılan ağaç yapısının oluşturulabilmesi için kökten yaprağa kadar sorular sorulmaktadır (Pal ve Mather, 2003). Bu sorgu süreci evet-hayıra dayalı bir regresyon sürecine benzetilebilir. Daha sonra işlemlerin sonunda meydana gelen ağacın yeni veri seti için genelleme kabiliyeti oluşturulur (Larose, 2005). Bu süreç devam ederek her aşamadaki değişkenlerin sonuçları sayısal değerlerine göre karar ağaçları meydana getirir (Nisbet vd., 2009). En son verilen yanıt kadar tekrar eden algoritma, karar ağacındaki girdi verisindeki yaprak düğümüne ve yapraktaki sınıflandırılmalar tanımlanmaya kadar bölünür (Bramer, 2007). Makine öğrenmesi yöntemlerinden biri olan KA yüksek varyantlı problemlerden biri olan toprak erozyonuna duyarlı alanların belirlenmesinde alt kararların verilmesi için veri setinin birçok kez eğitilmesi prensibi ile çalışmaktadır (Nguyen vd., 2021). Böylece toprak erozyonuna etki eden veriler eğitime tabi tutularak tahminler yapılmaktadır.

Bu yöntemin toprak erozyonuna duyarlı alanların belirlenmesinde tercih edilmesinin önemli nedenleri kolay ve hızlı uygulanabilmesidir. Bunun yanında konuya ilişkin çeşitli veri setleriyle ilişkilendirilebilir olması tercih edilmesinin diğer bir nedenidir (Güner, 2015). Bu yöntem ile gerçekleştirilen uygulamalar büyük veri setlerini tahmin etmeye çalıştığı durumlarda dallanma sayısının takibinin zorlaşması ile kullanışlılığını yitirmektedir (Oğuzlar, 2004). Aşırı büyük ve çok yönlü veri setlerinin bu yöntemlerle incelenmesi yani analiz edilmesi için zamana ve çok güçlü sistemlere ihtiyaç duyduğundan karar ağaç yönteminin kullanım alanı diğer toprak erozyonu modellerine nazaran daralmaktadır (Akman, 2010). Bu yöntem ile genellikle toprak erozyonu çeşitlerini ayırmak için yersel ölçümlere dayalı hızlı ve basit sınıflandırmalar yapılmaktadır (Geissen vd., 2007). Bunun için karar ağaçları yüzeydeki aşındırma izleri daha belirgin olan oyuntu ve parmak erozyonlarının etkili olduğu alanların belirlenmesinde kullanışlı bir yaklaşımdır (Ghosh ve Maiti, 2021).

#### *2.2.4.3. Rastgele Orman*

Makine öğrenmesi yöntemlerinden biri olan Rastgele Orman (RO) yönteminin temelinde karar ağaçlarının kullanıldığı algoritmalar bulunmaktadır (Breiman, 2001). RO algoritmaları kullanım

olarak çok hızlı performans sunduğundan yüksek boyutlu verileri analiz etmek için en uygun yöntemlerden biridir (Breiman, 2001). Rastgele Orman yönteminde algoritmanın, karar ağaçlarına göre farkı sonuç olarak bir ağaç vermemesidir (Korkmaz vd., 2018). Bu yöntem ile karar ağaçları, girdi verilerinin hangi sınıfa ait olduğunu analiz ettikten sonra çıkarttığı kurallarla göre verileri eğiterek sınıflar oluşturmaktadır (Özkan, 2008). Seçilen parametrenin ardından verilerin doğruluğunun belirlenmesi test için ayrı bir veri seti ya da mevcut verinin 1/3'ü kullanılmaktadır (Akar ve Güngör, 2012). Algoritma, eğitim verilerini kullanarak tek bir piksel için yaklaşık bin ağaç, yani bin civarı farklı sınıflandırma ilişkisi kurulmaktadır (Erdem vd., 2018).

Son yıllarda RO yaklaşımı, toprak erozyonu ile birçok mekânsal araştırma probleminin çözümlenmesinde tercih edilen yöntemlerden bir halinde gelmiştir (Nguyen vd., 2019). RO yöntemi ile çeşitli parametreler kullanılarak toprak erozyonuna duyarlı alanların belirlenmesinde yüksek doğrulukta sonuçlar elde edilmektedir (Avand vd., 2022).

### 2.3. Toprak Erozyonu Modellerinde Kullanılan Verilerde Belirsizlikler ve Sınırlılıklar

Toprak erozyon sürecinin çok değişkenli ve karmaşık bir yapıda olması toprak erozyonu modellerinin uygulanabilirliğinde bazı belirsizlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Modellerin uygulanmasında açığa çıkan belirsizliklerin giderilmesi konusundaki yöntemsel denemeler yapılsa da noktasal olmayan verilerin üretimi her zaman gerçeği yansıtacak yeterliliğe ulaşamamaktadır. Bu konudaki çalışmalarda ele alınan noktasal olmayan verilerin iki temel sorunu bulunmaktadır. Bunlar verilerin gerekli veya benzer çözünürlükte ölçülememesi yani bazı katmanlara ait örneklemelerin farklı yersel mesafeden alınması, ikincisi ise çalışma alanını temsil edecek yeterlilikte (sıklıkta) yersel ölçümün yapılmamasıdır. Bu eksiklikler toprak erozyonunun modellenmesindeki verilerdeki en temel belirsizliği oluşturmakta ve sonuçların doğruluğunu olumsuz etkilemektedir. Örneğin, deneysel modeller arasında yaygın kullanılan USLE yöntemi yeterli çözünürlükteki verinin bulunmadığı bir çalışmada tahmin değerleri ile gerçek ölçümler arasında 3 katta yakın hata oranı meydana gelmiştir (Aksu ve Uçan, 2012).

Veri çözünürlüğü dışında bir model için ihtiyaç duyulan bazı verilerin kaydının tutulmaması ayrı bir belirsizliği ortaya çıkarmaktadır. Örneğin, RUSLE-R faktörü yağışın kinetik enerjisi ile 30 dakikalık yağış yoğunluğu dikkate alınarak sıçratma ve akışın aşındırma etkisi ile belirlenmektedir (Danacıoğlu ve Tağıl, 2017). Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından yağış sürelerinin rasat edilmediği bilinmektedir. Panagos ve diğerleri (2017) tarafından yapılan çalışmada RUSLE modelinde kullanılan R faktörü yani yağış aşındırma gücü farklı iklim bölgelerinde etkinliğinin değiştiği ve bu durumun sonuca etki ettiği ifade edilmektedir. Bu durumda iklim özellikleri ve yağış değişkenliğinin Türkiye'nin farklı bölgelerinde değiştiği (Ölgen, 2010) ve Köppen Geiger iklim sınıflandırmasına göre Türkiye'de farklı iklim tiplerinin olması (Öztürk vd., 2017) bu değerlerin bölgelere göre değişiklik göstermesinde neden olmaktadır. Türkiye için RUSLE-R faktörünün hesaplanmasında birçok çalışmaların genelinde aylık yağış ile toplam yağışın oranlanmasına dayalı Modifiye Edilmiş Fornier İndeksi'nin (MFİ) 4.17 ile çarpımının 152'den çıkarılması formülü kullanılmaktadır (İkiel vd., 2020; Mutlu ve Soykan, 2018; Özdemir ve Dönmez, 2016). RUSLE-R değerinin hesaplanması konusundaki bu sınırlılık Erpul (2016) tarafından Türkiye genelinde birçok istasyonda 2005-2014 yılları arasında 30

dakikalık yağışlar dikkate alınarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar gözlem istasyonları tarafından kaydedilen verilerin Türkiye geneline enterpole edilmesiyle sürekli hale getirilmiş ancak verilerin rasat süresi 9 yıl olması yaygın bir biçimde kullanılmasının önüne geçtiği anlaşılmıştır. Bu belirsizlik konusundaki diğer bir örnek yine USLE/RUSLE modellerinde kullanılan K faktörü yani toprak aşınabilirlik sürecinin hesaplanmasında toprağın kesikli yapısının bir bütünmüş gibi enterpole edilmeye uygun olmamasıdır (Baskan vd., 2010).

Toprak erozyon sürecinde etkili olduğu bilinen parametrelerin mekânsal interpolasyon ile sürekli yüzeye dönüştürülmesi bileşenlerin doğru şekilde ilişkilendirilmesine bağlıdır (de Vente ve Poesen, 2005). Bu konudaki önemli bir eksiklik iklim için tutulan rasatların birbirinden kilometrelerce uzak olduğu bilinen gözlem istasyonları ile sınırlı olmasıdır. Toprak erozyonu konusunda verilerin sınırlandırıldığı başka bir boyut çözünürlük konusudur. Örneğin, yer şekillerinin görüntülenmesini sağlayan yer yüzeyinin dijital ortamdaki yükselti değerlerinin süreklilik arz eden bir ifadesi olan Sayısal Yükseklik Modeli (SYM), toprak erozyonu çalışmalarında farklı çözünürlüklerde kullanılmaktadır (Mondal vd., 2017; Tağıl, 2006). SYM, enterpole edilen farklı aralıklardaki izohipsler, 30 ve 90 metre çözünürlükteki piksellerden oluşan uydu görüntüleri ve santimetre gibi yüksek çözünürlükteki LİDAR verileri gibi çeşitleri olduğundan standart çözünürlükte bir veri değildir (Yastıklı ve Esirtgen, 2011). Toprak erozyonu modelleme sürecinde en doğru sonuçlar için SYM'nin çözünürlüğünün hangi düzeyde olması gerektiği ve topoğrafya ilişkilerinin mekânsal düzeyde anlaşılmasına etki edecek standart bir değer mevcut değildir (Avcıoğlu vd., 2020). Bu örnekte olduğu gibi bazı parametrelerin nasıl sınırlandırıldığı modelleme sürecinin ele alındığı ölçek doğrultusunda değiştiği anlaşılmaktadır. Toprak erozyonu modellenmesinde veri konusu incelendiğinde tasarlanan modellerde kullanılan verilerin çözünürlüğü hem belirsizlikler hem de sınırlılıklar oluşturmaktadır.

Toprak erozyonuna duyarlı alanların tahmin edilmesinde standart bir ölçek ve çözünürlüğün olmamasının yanında bu bileşenlerin farklı yaklaşımlarla ilişkilendirilmesi aynı veriyle elde edilen sonuçların değişmesine neden olmaktadır (Phinzi ve Ngetar, 2019). Örneğin, AGNPS modelinde standart verilerin süreç içindeki akış değerlerinin hesaplanmasında SYM ve yağış verilerinin doğrusal bir ağırlıkta sınırlandırılmadığı (Adu ve Kuramasady, 2018). Fiziksel bir model olan SWAT modelinde yağış-akış ilişkisine bağlı erozyon miktarı arazi kullanımı, toprak türü ve eğim verilerine dayanan çoklu doğrusal regresyon ile belirlenmektedir (Abbaspour vd., 2015). USLE/RUSLE modelinde akışın su kaynaklı toprak erozyonu hareketine ilişkin bileşenler standart ağırlıklarla temsil edilmektedir (Çamuroğlu, 2020). Buradan anlaşılacağı üzere modellerin birçoğunda kullanılan sediman özellikleri, bitki örtüsü, iklim ve topoğrafya gibi veriler benzer olsa da farklı yaklaşımla sürecin modellenmesi aynı alandaki sonuçların değişmesine neden olmaktadır. Bu durum modellerin kendi içerisindeki başarısının denetlenmesi gerektiğini göstermektedir. Kısaca toprak erozyonuna duyarlı alanların tespiti ve sediman veriminin tahmin edilmesinde havza içerisinde etkili olan süreçlerin modellenmesinde veri ve yaklaşımdan bağımsız sonuçların doğruluk düzeyleri dikkate alınmalıdır (de Vente vd., 2013). Bunun dışında toprak erozyonunun zamansal boyutta (yıllık, aylık ve günlük) sınırlandırılması farklı periyotlarda gerçekleşen durumun tespit edilmesinde belirsizlikler yaratmaktadır (Guo vd., 2019).

Kısaca modellerde kullanılan verilerin çözünürlük veya katman olarak sınırlandırılması konu ile ilgili farklı belirsizliklerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Son yıllarda yüzey erozyonunu belirlemede makine öğrenmesi yöntemlerinin yaygınlaşması ile çeşitli veriler kullanılmakta ve bu konudaki veri kalıpları kaybolmaktadır (Arabameri vd., 2020). Buradan da anlaşılacağı üzere bu yöntemlerin toprak erozyonu konusunda veri bakımından sınırların kaldırılması ile daha başarılı sonuçlar elde edilmektedir. Başka bir deyişle, toprak erozyonunun fiziksel ve deneysel modellerde kullanılan standart veya sınırlı verilerin kullanılması veri esnekliğinin kaybolmasına neden olmaktadır. Bu süreçte veri konusundaki sorunları toparlamak gerekirse toprak erozyonu modellerindeki örnekleme hataları, yetersiz örneklem sayıları, uyumsuz veri çözünürlüğü, sürecin açıklanmasında hataya sürükleyen standart veri kalıpları ve gerçeği temsil etmeyen zaman aralığı çeşitli sınırlılıklar ve belirsizlikler yaratarak başarılı tahminlerin yapılmasını engellemektedir.

### 3. Sonuç

Erozyona uğrayan toprak miktarı ve toprak erozyonuna duyarlı alanların belirlenmesi konusunda fiziksel, deneysel, kavramsal modeller ve makine öğrenmesi yöntemlerinin farklı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Modelleme yaklaşımlarının tamamı benzetim sürecinde yüksek çözünürlükte, doğru ölçülmüş veriye ihtiyaç duymaktadır. Bu çalışmada ele alınan fiziksel/deneysel, kavramsal modeller ve makine öğrenmesi yaklaşımlarının araştırmacılar tarafından seçiminde bazı özelliklerinin etkili olduğu belirlenmiştir. Bunlardan ilki bir modelleme yaklaşımlarının daha çok tercih edilmesinin en önemli nedeni farklı ortamlarda uygulanabilir olması diğeri ise basit, erişilebilir verilerden yararlanarak hızlı sonuçlar üretmesidir. Modeller genellikle geniş bir zaman diliminin ortalama sonucu üzerinden genel çıktılar üretseler de içlerinden bazıları örneğin PESERA modeli aylık ve yıllık tahminler yapabilmektedir. Bu durumda model seçiminde araştırmacının toprak erozyonu konusundaki hedefi belirleyici unsur olmaktadır. Toprak erozyonu duyarlılık (erozyona duyarlı alanlar) çalışmaları arasında en çok tercih edilen modelleme yaklaşımı USLE/RUSLE ve türevi modeller olduğu görülmektedir. Bunun en temel nedeni arazi üzerinde hangi alanda ne kadar sediman hareketinin olduğunun bu model yardımı ile tahmin edilebilmesidir. Bu iki özelliğin bir arada sunan modellerin oldukça az olması USLE/RUSLE tabanlı modellerin yaygınlaşmasında etkili olmuştur.

Toprak erozyonu çalışmalarında ulaşılmak istenen en temel bulgu akışa geçen sediman miktarının olabildiğince gerçeğe yakın tahmin edilmesidir. Bu hedefe ulaşmak için kullanılan modellerin güçlü ve zayıf yönleri bulunmaktadır. Örneğin, SWAT modelinde su-toprak ilişkisi ve sediman hareketi ile ilgili iyi tahminler yapılabilirken elde edilen sonuçlar sürekli bir yüzey halinde sunulamamaktadır. Diğer yandan bu konuda en çok başvurulan ve bu konudaki etkinliği yüzlerce kez test edilen RUSLE modelinin en zayıf yanı süreçler arasındaki doğrusal ilişkilere fazla bağlı kalmasıdır. Son yıllarda uygulama alanı genişleyen makine öğrenmesi yöntemleri ise toprak erozyonuna duyarlı alanların başarılı tahmin edilmesinde daha yüksek doğruluk oranları yakalanmıştır. Diğer yandan bu modelleme yaklaşımları ile taşınan sediman miktarı konusundaki uygulamaların sayısı oldukça az olduğu dikkat çekmektedir. Toprak erozyonu ile ilgili tüm modellere baktığımızda durmaksızın değişim sürecinde olan arazi kullanımı ve iklim öğelerinin dinamik yapısını

benzetmelerinde neredeyse tüm modellerin zorlandığı anlaşılmaktadır. Bu zorluğun aşılmasında makine öğrenmesi yöntemlerinin değişime uyum sağlayacak şekilde eğitilebilir olması büyük avantaj sağlaması olumlu bir gelişmedir.

Toprak erozyonu modelleme çalışmalarında çıktı üretme sürecinin girdi kaynakları ile yani verilerle son derece ilişkili olduğu anlaşılmaktadır. Bu süreçlerin açıklanmasında yararlanılan verilerle ilgili sınırlılıklar ve belirsizlikler modellerin başarısını etkilemektedir. Bu konunun yarattığı olumsuzlukların önüne geçilmesi için düşük çözünürlükte veya kaynağı kesin olmayan verilerin yersel ölçüm ve doğrulama girişimleri ile düzenlenmesi gerektiği tespit edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada elde edilen izlenimler, stokastik ve derin öğrenme süreçlerinin birlikte kullanımının toprak erozyonunun etkili olduğu alanların belirlenmesinde daha doğru sonuçlar üretme potansiyeli olduğunu göstermektedir. Bu durum gelecekte toprak erozyonu çalışmalarında matematiksel modeller ile makine öğrenmesi modellerinin (yapay zekâ) bir arada kullanımının daha ileri boyutlara taşınabileceğini göstermektedir. Son olarak doğal veya beşeri etkenlerle bağlı toprak erozyon miktarının bire bir tahmin edildiği herhangi bir modelin bulunmadığı ancak bu konuda günümüzde kullanılan modellerinin dinamik bir yapıya ulaşarak çoklu etkenler üzerinden yüksek doğrulukta tahminler yürütmesi ile büyük ilerlemeler kaydedilmiştir.



## Spatial Based Soil Erosion Forecasting Models: Is What We Know Changing?

Çağan Alevkayalı\*<sup>a</sup>, Bedran Abi<sup>b</sup>

Submitted: 15.03.2023

Accepted: 12.09.2023

### EXTENDED ABSTRACT

#### 1. Introduction

Soil erosion is considered the most fundamental cause of land degradation because it is an environmental problem that affects different parts of the World (Valentin et al., 2005). Measuring soil erosion and identifying areas susceptible to water erosion are important to protect soil health and food safety by taking the necessary precautions (Zhang et al., 2015). The fact that soil erosion is accepted as a global problem by many environmental organizations has led to an increase in modeling (simulation) studies in estimating the amount of soil erosion (Dengiz et al., 2014).

In order to control the pressures resulting from soil erosion, especially in fertile lands, there is a need to estimate with high accuracy where and how much sediment transport occurs (Igwe et al., 2017). Estimation studies on sediment yield and transport; are listed as (1) regression equations, (2) physically based simulation models and (3) non-linear regression (for example, artificial intelligence) models (Cambazoğlu and Göğüş, 2004). Although the history of studies on estimating the amount of soil erosion and sensitive areas dates back to ancient times, it can be accepted that the application that triggered the change in the modeling process in 1965 was the Universal Soil Loss Equation (USLE) developed by Wischmeier and Smith (Lafren and Flanagan, 2013). This method differs from others in classifying areas susceptible to soil erosion by taking into account rainfall, soil parameters and topographic features in a holistic manner (Wischmeier and Smith, 1978). In recent years, prediction applications made with continuous surface data within the scope of soil erosion have focused on predicting the sediment transport process with Geographic Information Systems (GIS)-based modeling applications (Akdoğan et al., 2015).

Most of the academic studies about soil erosion such as modeling approaches, indices and machine learning methods are based on mathematical formulas (Akgün and Türk, 2011). Mathematically explaining the conditions of natural and human-induced soil erosion how useful are they? how reliable are they? and how successful are they? successful predictions can be made by answering these questions (Batista et al., 2019; Borrelli et al., 2021). In order to answer these questions, the basic features of the models, their designs, components, inputs, efforts to reach the right

\* Corresponding Author: cagan\_alevkayali@hotmail.com

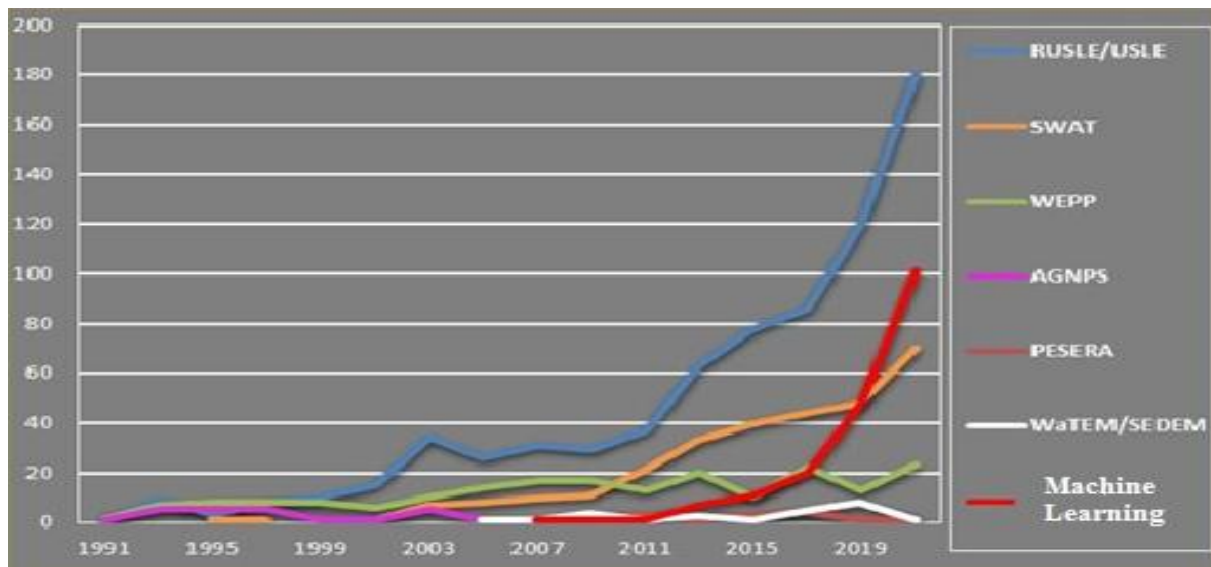
<sup>a</sup>Suleyman Demirel University, Department of Geography, Isparta/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0001-7044-8183>

<sup>b</sup>Suleyman Demirel University, Institute of Social Sciences, Isparta/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0001-8790-6232>



result and the approach on which the models are based must be explained in detail (Borrelli et al., 2021; Pandey et al., 2016; Raza et al., 2021). The reason why we started this research is that there is no study in the literature that evaluates the most preferred mathematical models and machine learning applications for investigating soil erosion together.

The phenomenon that is intended to be simulated by soil erosion models is the identification of physical processes that are effective in changing land with algorithms (Igwe et al., 2017). In recent years, more accurate results have emerged with the use of innovative methods such as GIS and machine learning (artificial intelligence algorithms) in determining areas susceptible to erosion (Chakraborty et al., 2020). Many GIS-based soil erosion models have been developed since the 1990s with these developments (Avcıoğlu et al., 2020; Danacıoğlu and Tağıl, 2017). The number of these models is quite high and the most well-known and preferred ones are listed as ACTMO, AGNPS, AnnAGNPS, ANSWERS, APEX, CREAMS, DWSM, EGEM, EPIC, EUROSEM, GAMES, GLEAMS, GSSHA, GUEST, HYPE, IDEAL, IQQM, KINEROS, LASCAM, LISEM, MEDALUS, MEFIDIS, MIKE 11, OPUS, PALMS, PEPP-HILLFLOW, PERFECT, PESERA, PRMS, RHEM, RUNOFF, SEDIMOT, SHE/SHESED, SHETRAN, SWAT, SWIM, SWM, SWRRB, TOPMODEL, TOPOG, WATEM/SEDEM, WEPP and WESP (Pandey et al., 2016). Most of these models are experimental and physically based and are designed by taking into account linear and non-linear relationships based on terrestrial measurements. There has been a rapid increase in studies on soil erosion modeling approaches in the last 20 years on the Web of Science (WoS) platform, which is the environment where academic publications with the highest impact are scanned (Figure 1). In this study, 1- basic features, 2- data and algorithm designs, 3- advantages and disadvantages of the most commonly used models and approaches among soil erosion applications in the literature were evaluated.



**Figure 1.** Number of publications of soil erosion prediction models using RUSLE/USLE, SWAT, AGNPS, WEPP, WaTEM/SEDEM and Machine Learning methods in journals scanned on the Web of Science Platform between 1991 and 2021

## 2. Results

Different issues such as land management, stream dynamics and rainfall-flow relationship are addressed in Soil Erosion Models (Merrit et al., 2003). The basis of soil erosion models focusing on these issues is based on mathematical applications grouped under three headings: empirical, conceptual and physical (spatial) (Igwe et al., 2017; Merrit et al., 2003; Pandey et al., 2016; Renschler and Harbor, 2002). Experimental models consist of mathematical formulas for predicting transported sediment yield and texture properties (Eisazadeh et al., 2012). Conceptual models try to explain the general characteristics of a basin with practical and simple mathematical relationships without going into detail (Parsons et al., 2004). The last group of these applications, physical models are designed by evaluating topography, geology, land use, climate, vegetation cover and flow characteristics of sediment transport and accumulation processes on a spatio-temporal scale. Considering their different features and modeling approaches, the mathematical models RUSLE/USLE, SWAT, AGNPS, PESERA, WEPP and WaTEM/SEDEM and the machine learning methods Support Vector Machines, Random Tree, Logistic Regression and Decision Tree models are more common in the literature. The main features of these models are listed as follows:

- AGNPS has a high ability to model complex data. The model gives successful results in agricultural lands. Calculation time increases due to the use of many inputs in the model. The model is not useful for rough terrains (Aydın and Yıldırım, 2002).
- The PESERA model publishes online soil erosion estimates for all European countries in different periods (Tsara et al., 2005). Daily precipitation data provides daily runoff output using sediment and vegetation response capacity. These model outputs are currently limited to the European area only (Licciardello et al., 2009).
- SWAT is a physically based model and can predict soil erosion and element movements by using regression equations to explain the relationship between input and output variables (Özdemir and Güngör, 2019). The most important shortcoming of the SWAT model is that it cannot produce a continuous surface showing areas susceptible to soil erosion (Neitsch et al., 2011).
- The WEPP model produces fast results by combining topography, an important parameter of the input data (Aydın, 2009). Detailed surface predictions cannot be made with this model (Pandey et al., 2016). One of the most important advantages of SVM is that it solves the classification or regression problem in soil erosion predictions without getting stuck in the details (Yakut, 2012).
- SVM is quite successful in complex and dynamic phenomena such as soil erosion (Ghosh and Maiti, 2021). The most important disadvantage of this approach is that data cannot be separated linearly are removed from reality by transferring them to a different spatial environment (Demirci, 2007).
- The reasons for using decision trees in soil erosion studies are that they are fast, can be easily integrated with data systems, are secure, and produce easy and understandable results (Arabameri et al., 2021). Since it is difficult to predict continuous variables, it cannot produce successful results in the temporal change of the soil erosion process (Lei et al., 2020).

- The Random Forest approach improves the average prediction accuracy by arranging the inputs according to user-specified criteria (Zahedi et al., 2018). The most important disadvantage of the random forest approach to soil erosion is that causality between variables is not calculated (Arabameri et al., 2019).

Also, to explain the capabilities of these models, it is useful to look at the data sets used in these models. The resolution of remote sensing-based data used to estimate and classify areas susceptible to soil erosion limits the results produced by studies (Phinzi and Ngetar, 2019). For example, in the AGNPS model, DEM and precipitation data are limited to a linear weight in calculating the flow values of standard data in the process (Adu and Kuramasady, 2018). In the SWAT model, which is a physical model, the amount of erosion due to the rainfall-flow relationship is determined using land use, soil type and slope (Abbaspour et al., 2015). As can be understood from here, since data such as sediment properties, vegetation, climate and topography used in most of the models are produced from similar data sources, input-related failures affect the results of almost all models. This situation causes models to be limited within a certain framework and unsuccessful results to occur. Moreover, calculating the impact coefficients (weights) of the processes effective within the basin equally or randomly creates uncertainties in determining areas susceptible to soil erosion and estimating sediment yield (de Vente et al., 2013). A similar limitation arises in the USLE/RUSLE model that the effect of flow cannot directly represent water-borne soil erosion movement (Çamuroğlu, 2020). Also, limiting soil erosion in temporal dimension (annual, monthly and daily) creates uncertainties in situations that occur in different periods (Guo et al., 2019). In short, limiting the data used in the models in terms of resolution or layers causes different uncertainties to arise on the subject.

In recent years, with the widespread use of machine learning methods to determine surface erosion, various data are used and data patterns on this subject are lost (Arabameri et al., 2020). As can be seen from here, more successful results are obtained by removing the data limits of these methods on soil erosion. In other words, the use of standard or limited data used in physical and experimental models of soil erosion causes loss of data flexibility. To sum up the data problems in this process, sampling errors in soil erosion models, insufficient sample numbers, incompatible data resolution, standard data patterns that lead to errors in explaining the process, and time intervals that do not represent reality create various limitations and uncertainties and prevent successful predictions.

### **3. Conclusion**

The most basic finding to be achieved in soil erosion studies is to estimate the amount of sediment transport as close to reality as possible. The models used in the literature to acquire the amount of sediment transport have strengths and weaknesses. For example, while good predictions can be made regarding water-soil relationships such as sediment flow, sediment grade and sediment discharge in the SWAT model, the results obtained cannot be presented as a continuous surface. On the other hand, the weakness of the RUSLE model, which is the most commonly used model and whose effectiveness has been tested hundreds of times, is that it is too dependent on linear relationships between processes. Machine learning methods, whose application area has expanded in recent years, have achieved higher accuracy rates in successfully predicting areas susceptible to soil erosion. However, it is noteworthy that the number of applications regarding the amount of sediment

movement by these modeling approaches is quite low. When we look at all models related to soil erosion, it is understood that almost all models have difficulty in simulating the dynamic structure of land use and climate elements, which are in the process of constant change. It is a positive development that machine learning methods can be trained to adapt to change and provide a great advantage in overcoming this difficulty. Additionally, the impressions obtained in this study show that combined use of stochastic and deep learning processes have a high potential to produce more accurate results in determining areas where soil erosion is effective. This shows that the combined use of mathematical models and machine learning models (artificial intelligence) in soil erosion studies can be taken to further levels in the future. Finally, there is no model that can accurately predict the amount of soil erosion due to natural or human factors, but the models used today have a dynamic structure that makes high-accuracy predictions possible based on multiple factors.

### References/Referanslar

- Abbaspour, K.C., Rouholahnejad, E., Vaghefi, S., Srinivasan, R., Yang, H., Kløve, B. (2015). A continental-scale hydrology and water quality model for Europe: Calibration and uncertainty of a high-resolution large-scale SWAT model. *Journal of Hydrology*, 524, 733-752. doi: 10.1016/j.jhydrol.2015.03.027
- Abbaspour, K.C., Yang, J., Maximov, I., Siber, R., Bogner, K., Mieleitner, J., Zobrist, J., Srinivasan, R. (2007). Modelling hydrology and water quality in the pre-alpine/alpine thur watershed using SWAT. *Journal of Hydrology*, 333 (2-4), 413-430. doi: 10.1016/j.jhydrol.2006.09.014
- Adu, J.T., Kumarasamy, M.V. (2018). Assessing non-point source pollution models: A review. *Pol. J. Environ. Stud.* 27, 1913–1922. doi: 10.15244/pjoes/76497.
- Akar, Ö., Güngör, O. (2012). Rastgele orman algoritması kullanılarak çok bantlı görüntülerin sınıflandırılması. *Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi*, 1 (2), 139-146. doi: 10.9733/jgg.241212.1t
- Akdoğan, Z., Küçükdoğan, A., Güven, B. (2015). Yayılı kirleticilerin havzalardaki taşınım süreçleri: Antibiyotikler, ağır metaller ve besi maddeleri üzerine modelleme yaklaşımları. *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 1, 21-31. doi: 10.7240/mufbed.99724
- Akgün, A., Türk, N. (2011). Mapping erosion susceptibility by a multivariate statistical method: A case study from the Ayvalık region, NW Turkey. *Computers and Geosciences*, 37, 1515-1524. doi: 10.1016/j.cageo.2010.09.006
- Aksu, N., Uçan, K. (2012). Hurman çayı havzasında ölçülen ve ampirik yöntemlerle hesaplanan sediman verimlerinin karşılaştırılması. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 15 (3), 1-8. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ksudobil/issue/22834/243765> adresinden alınmıştır.
- Alewell, C., Borrelli, P., Meusburger, K., Panagos, P. (2019). Using the USLE: Chances, challenges and limitations of soil erosion modelling. *International soil and water conservation research*, 7 (3), 203-225. doi: 10.1016/j.iswcr.2019.05.004
- Alparslan, K., Küçükönder, M. (2021). Kaman deresi alt havzasının erozyon duyarlılığı. *KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(3), 217-232. <https://www.researchgate.net/publication/354466877> adresinden alınmıştır.
- Apaydın, H., Öztürk, F. (2003). Yüzey akış ve sediman modellerinin coğrafi bilgi sistemi yardımıyla uygulanması. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 9 (4), 381-389. doi: 10.1501/Tarimbil\_0000000841
- Arabameri, A., Pradhan, B., Rezaei, K. (2019). Gully erosion zonation mapping using integrated geographically weighted regression with certainty factor and random forest models in GIS. *Journal of environmental management*, 232, 928-942. doi: 10.1016/j.jenvman.2018.11.110
- Arabameri, A., Chen, W., Loche, M., Zhao, X., Li, Y., Lombardo, L., Bui, D. T. (2020). Comparison of machine learning models for gully erosion susceptibility mapping. *Geoscience Frontiers*, 11 (5), 1609-1620. doi: 10.1016/j.gsf.2019.11.009
- Arabameri, A., Sadhasivam, N., Turabieh, H., Mafarja, M., Rezaie, F., Pal, S. C., Santosh, M. (2021). Credal decision tree based novel ensemble models for spatial assessment of gully erosion and sustainable management. *Scientific Reports*, 11 (1), 3147. doi: 10.1038/s41598-021-82527-3
- Arnold, J. G., Srinivasan, R., Muttiah, R. S., Williams, J. R. (1998). Large-area hydrologic modeling and assessment: Part I. model development. *J. Am. Water Res. Assoc.* 34(1), 73–89. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1998.tb05961.x>

- Aşkın, T., Türkmen, F., Tarakçıoğlu, C. (2016). Ordu ili merkez ilçe topraklarında erozyon riskinin jeoistatistiksel tekniklerle değerlendirilmesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 4 (2) 69-75. <https://dergipark.org.tr/en/pub/tbbbd/issue/26811/282121> adresinden alınmıştır.
- Atalay, M., Çelik, E. (2017). Büyük veri analizinde yapay zekâ ve makine öğrenmesi uygulamaları. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(22), 155-172. doi: 10.20875/makusobed.309727
- Avand, M., Mohammadi, M., Mirchooli, F., Kaviani, A., Tiefenbacher, J. P. (2022). A new approach for Smart Soil Erosion Modeling: Integration of empirical and machine-learning models. *Environmental Modeling & Assessment*, 1-16. doi: 10.1007/s10666-022-09858-x
- Avcıoğlu, A., Bayraktar, C., Sarı, E., Arslan Kaya, N.T. (2020). TanDEM-X12m sayısal yükselti verisine dayalı toprak erozyonu tespiti (Rusle). *Coğrafya Dergisi*, 41, 93-107. doi: 10.26650/JGEOG2020-0047
- Aydın, C., Yıldırım, Y.E. (2002). Harabe deresi havzasında yağış-akış ilişkisinin AGNPS modeliyle değerlendirilmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 9 (2), 243-248. doi: 10.1501/Tarimbil\_0000000797
- Aydın, M. (2009). Gümüşhane-Torul Barajı yağış havzasında arazi kullanımına göre WEPP (Water Erosion Prediction Project) modeli ile toprak kayıplarının belirlenmesi ve alınması gereken önlemler. *Kastamonu Üni, Orman Fakültesi Dergisi*, 9 (1): 54-65. <https://dergipark.org.tr/en/pub/kastorman/issue/17240/180110> adresinden alınmıştır.
- Ayhan, S., Erdoğan, Ş. (2014). Destek vektör makineleriyle sınıflandırma problemlerinin çözümü için çekirdek fonksiyonu seçimi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İibf Dergisi*, Nisan 2014, 9 (1), 175-198. <https://dergipark.org.tr/en/pub/oguiibf/issue/5712/76473> adresinden alınmıştır.
- Baskan, O., Cebel, H., Akgül, S., Erpul, G. (2010). Conditional simulation of USLE/RUSLE soil erodibility factor by geostatistics in a Mediterranean catchment, Turkey. *Environmental Earth Sciences*, 60 (6), 1179-1187. doi: 10.1007/s12665-009-0259-2
- Batista, P.V.G., Davies, J., Silva, M.L.N., Quinton, J.N. (2019). On the evaluation of soil erosion models: Are we doing enough? *Earth-Science Reviews*, 197. doi: 10.1016/j.earscirev.2019.102898
- Berberoğlu, S., Çilek, A. (2013). Coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla Seyhan havzasında pesera ve rusle erozyon modellerinin kıyaslanması. *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, 11-13 Kasım 2013, Ankara.
- Bezak, N., Rusjan, S., Petan, S., Sodnik, J., Mikoš, M. (2015). Estimation of soil loss by the WATEM/SEDEM model using an automatic parameter estimation procedure. *Environmental Earth Sciences*, 74, 5245-5261. doi: 10.1007/s12665-015-4534-0
- Borrelli, P., Alewell, C., Alvarez, P., Anache, J. A. A., Baartman, J., Ballabio, C., Bezak, N., Biddocci, M., Cerdà, A., Chalise, D., Chen, S., Chen, W., Maria De Girolamo, A., Desta Gessesse, G., Deumlich, D., Diodato, D., Efthimiou, N., Erpul, G., Fiener, P., Freppaz, M., Gentile, F., Gericke, A., Haregeweyn, N., Hu, B., Jeanneau, A., Kaffas, K., Kiani-Harchegani, M., Villuendas, I.L., Li, C., Lombardo, L., López-Vicente, M., Lucas-Borja, M.E., Märker, M., Matthews, F., Miao, C., Mikoš, M., Modugno, S., Möller, M., Naipal, V., Nearing, M., Owusu, S., Panday, D., Patault, E., Patriche, C.V., Poggio, L., Portes, R., Quijano, L., Rahdari, M.R., Renima, M., Ricci, G.R., Rodrigo-Comino, J., Saia, S., Samani, A.N., Schillaci, C., Syrris, V., Kim, H.Y., Spinola, D.N., Oliveira, P.T., Teng, H., Thapa, R., Vantas, K., Vieira, D., Yang, J.E., Yin, S., Zema, D.A., Zhao, G., Panagos, P. (2021). Soil erosion modelling: A global review and statistical analysis. *EarthArxiv*. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.146494
- Bramer, M. (2007). *Principles of Data Mining*. Springer, London
- Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine learning*, 45 (1), 5-32. doi:10.1023/A:1010933404324
- Breiman, L., Friedman, J.H., Olshen, R.A., Sotne C.J. (1984). *Classification and Regression Trees*. Wadsworth, Belmont. ISBN-13, 978-0412048418
- Cambazoğlu, M.K., Göğüş M. (2004). Sediman yields of basins in the Western Black Sea region of Turkey. *Turkish J. Eng. Env. Sci.* 28, 355-367.
- Celilov, C., Dengiz, O. (2019). Erozyon duyarlılık parametrelerinin farklı enterpolasyon yöntemleriyle konumsal dağılımlarının belirlenmesi: Türkiye, İlgaç milli park toprakları. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6 (3): 242-256. doi: 10.19159/tutad.502457
- Chakraborty, R., Pal, C., Sahana, M., Mondal, A., Dou, J., Pham, B.T., Yunus, A.P. (2020). Soil erosion potential hotspot zone identification using machine learning and statistical approaches in eastern India. *Natural Hazards*, 104, 1259-1294. doi:10.1007/s11069-020-04213-3
- Chandramohan T., Venkatesh B., Balchand A.N. (2015). Evaluation of three soil erosion models for small watersheds, international conference on water resources, coastal and ocean engineering (Icwrcoc 2015). *Aquatic Procedia*, 4, 1227-1234. doi: 10.1016/j.aqpro.2015.02.156

- Cuceloglu, G., Abbaspour, K.C., Ozturk, I., (2017). Assessing the water-resources potential of Istanbul by using a soil and water assessment tool (SWAT) hydrological model. *Water*, 9 (10), 814. doi:10.3390/w9100814
- Çamuroğlu, A. (2020). *Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri ile yağış ve rüzgâr kaynaklı toprak erozyonu modellenmesi*. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Danacıoğlu, Ş., Tağıl, Ş. (2017). Bakırçay havzasında rusle modeli kullanarak erozyon riskinin değerlendirilmesi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20 (37). doi: 10.31795/baunsobed.645168
- de Vente, J., Poesen, J. (2005). Predicting soil erosion and sediment yield at the basin scale: Scale issues and semi-quantitative models. *Earth-Science Reviews*, 71, 95–125. doi: 10.1016/j.earscirev.2005.02.002
- de Vente, J., Poesen, J., Verstraeten, G., Govers, G., Vanmaercke, M., Van Rompaey, A., Arabkhedri, M., Boix-Fayos, C. (2013). Predicting soil erosion and sediment yield at regional scales: Where do we stand? *Earth-Science Reviews* 127, 16-29. doi: 10.1016/j.earscirev.2013.08.014
- de Vente, J., Poesen, J., Verstraeten, G., Van Rompaey, A., Govers, G. (2008). Spatially distributed modelling of soil erosion and sediment yield at regional scales in Spain. *Global and Planetary Change*, 60, 393-415. doi: 10.1016/j.gloplacha.2007.05.002
- Demir, S., Oğuz, İ., Ciba, Ö.F., Özer, E. (2017). Farklı arazi kullanımı altında meydana gelen toprak ve yüzey akış kayıplarının Wepp Hillslope modeli kullanılarak tahmin edilmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34 (Ek Sayı), 97-104. doi: 10.13002/jafag4411
- Demirci, D. A. (2007). *Destek vektör makineleri ile karakter tanıma*. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Dengiz, O., İmamoglu, A., Saygın, F., Göl, C., Ediş, S., Doğan, A. (2014). İnebolu havzasının icona modeli ile toprak erozyon risk değerlendirilmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 29, (2), 136-142. doi: 10.7161/anajas.2014.29.2.136-142
- Dinh, T. V., Nguyen, H., Tran, X. L., Hoang, N. D. (2021). Predicting rainfall-induced soil erosion based on a hybridization of adaptive differential evolution and support vector machine classification. *Mathematical Problems in Engineering*, 2021. doi: 10.1155/2021/6647829
- Djoukbal, O., Hasbaia, M., Benselama, O., Mazour, M. (2019). Comparison of the erosion prediction models from USLE, MUSLE and RUSLE in a Mediterranean watershed, case of Wadi Gazouana (N-W of Algeria, Modeling). *Earth Systems and Environment*, 5, 725–743. doi: 10.1007/s40808-018-0562-6
- Dong-Peng, Y., Li, J.L., Lun, R., Chao, Z. (2008). Applications of data mining methods in the evaluation of client credibility. In Soares, C., Peng, Y., Meng, J., Washio, T. (Eds.) *Applications of Data Mining in E-Business and Finance*, IOS Press, Amsterdam, 35-43.
- Dönmez, C., Sarı, Ö. (2018). Hidrolojik dinamiklerin SWAT model yaklaşımı ile modellenmesi: Aşağı Seyhan Havzası, Türkiye. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 36 (1).
- Duru, U., Arabi, M., Wohl, E.E. (2018). Modeling Stream Flow and Sediment Yield Using the SWAT Model: A Case Study of Ankara River basin, Turkey. *Physical Geography*, 39 (3), 264-289.
- Dutta, S. (2016). Soil erosion, sediment yield and sedimentation of reservoir: A review. *Model. Earth Systems and Environment*, 2, 123. doi:10.1007/s40808-016-0182-y
- Eisazadeh, L., Sokouti, R., Homae, M., Pazira, E. (2012). Comparison of empirical models to estimate soil erosion and sediment yield in micri catchments. *Eurasian Journal of Soil Science*, 1, 28-33. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ejss/issue/5420/73380> adresinden alınmıştır.
- Erdem, F., Derinpinar, M.A., Nasirzadehdizaji, R., Oy, S., Şeker, D.Z., Bayram, B. (2018). Rastgele orman yöntemi kullanılarak kıyı çizgisi çıkarımı İstanbul örneği. *Geomatik Dergisi*, 3(2), 100-107. doi: 10.29128/geomatik.362179
- Erpul, G. (2016). *Türkiye Yağışlarının Özellikleri ve Yenilenmiş Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği (YETKE) R Faktörü*. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara. ISBN:978-605-4610-93-8
- Erpul, G., Nouri, A., Youssef, F., Basaran, M., Lee, J., Saxton, A. M. (2018). The effect of fallow tillage management on aeolian soil losses in Semiarid Central Anatolia, Turkey. *Agrosystems, Geosciences & Environment*, 1:180019, doi:10.2134/age2018.07.0019.
- Ganasri, B. P., Ramesh, H. (2016). Assessment of soil erosion by RUSLE model using remote sensing and GIS-A case study of Nethravathi Basin. *Geoscience Frontiers*, 7(6), 953-961. doi: 10.1016/j.gsf.2015.10.007
- Geissen, V., Kampichler, C., López-de Llergo-Juárez, J. J., Galindo-Acántara, A. (2007). Superficial and subterranean soil erosion in Tabasco, tropical Mexico: development of a decision tree modeling approach. *Geoderma*, 139 (3-4), 277-

287. doi: 10.1016/j.geoderma.2007.01.002
- Ghosh, A., Maiti, R. (2021). Soil erosion susceptibility assessment using logistic regression, decision tree and random forest: study on the Mayurakshi river basin of Eastern India. *Environ Earth Sci* 80, 328 (2021). doi: 10.1007/s12665-021-09631-5
- Golkarian, A., Khosravi, K., Panahi, M., Clague, J. J. (2023). Spatial variability of soil water erosion: Comparing empirical and intelligent techniques. *Geoscience Frontiers*, 14 (1), 101456. doi: 10.1016/j.gsf.2022.101456
- Guo, Y., Peng, C., Zhu, Q., Wang, M., Wang, H., Peng, S., He, H. (2019). Modelling the impacts of climate and land use changes on soil water erosion: Model applications, limitations and future challenges. *Journal of Environmental Management*, 250, 1-2. doi:10.1016/j.jenvman.2019.109403
- Han, J., Kamber, M. (2006), *Data Mining: Concepts and Techniques*. Second Edition. Morgan Kaufmann Publications, San Francisco.
- Haregeweyn, N., Poesen, J., Verstraeten, G., Govers, G., de Vente, J., Nyssen, J., Deckers, J., Moeyersons, J. (2013). Assessing the performance of a spatially distributed soil erosion and sediment delivery model (WATEM/SEDEM) in Northern Ethiopia. *Land Degradation & Development*, 24 (2), 188-204. doi: 10.1002/ldr.1121
- Igwe, P.U., Onuigbo, A.A., Chinedu, O.C., Ezeaku, I.I., Muoneke, M.M. (2017). Soil erosion: A review of models and applications. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)*, 4 (12), 2456-1908.
- Irvine B., Kosmas, C. (2007). *Deliverable 15: PESERA Users Manual*, Geography Department Leeds University, 133.
- İkiel, C., Ustaoglu, B., Koç, D. E. (2020). Trakya'nın erozyon duyarlılık analizi. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (4), 1-14. <https://dergipark.org.tr/en/pub/jader/issue/53577/666287> adresinden alınmıştır.
- İmamoğlu, A., Muhammed, B., Dengiz, O. (2016). Çorum Alaca havzasında toprak erozyon duyarlılık faktörünün farklı enterpolasyon modeller kullanılarak konumsal dağılımlarının belirlenmesi. *Toprak Su Dergisi*, 5 (1), (8-15). doi: 10.21657/tsd.15185
- Jahun, B. G., Ibrahim, R., Dlamini, N. S., Musa, S. M. (2015). Review of soil erosion assessment using RUSLE model and GIS. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 5 (9), 36-47.
- Jetten, V., Govers, G., Hessel, R. (2003). Erosion models: Quality of spatial predictions. *Hydrol. Process.* 17, 887-900. doi: 10.1002/hyp.1168
- Kalfazade, M. (2015). *Hidrolojik proses modelleri ile havza şebeke modelleri entegrasyonu, Darlık Havzası örneği*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Karabulut, M., Küçükönder, M. (2008). Kahramanmaraş ovası ve çevresinde CBS kullanılarak erozyon alanlarının tespiti. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 11 (2), 14-22.
- Kavzoglu, T., Colkesen, I., (2009). A kernel functions analysis for support vector machines for land cover classification. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 11 (5), 352-359. doi: 10.1016/j.jag.2009.06.002
- Kavzoğlu, T., Çölkesen, İ. (2010). Karar ağaçları ile uydu görüntülerinin sınıflandırılması: Kocaeli örneği. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2 (1), 36-45. <https://dergipark.org.tr/en/pub/hartek/issue/7601/99675> adresinden alınmıştır.
- Kırnak, H., Gowda, P. H. (2001). Using WEPP model to predict sediment and runoff from an agricultural watershed. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 7 (2), 24-31. <https://www.researchgate.net/publication/304426574> adresinden alınmıştır.
- Kirkby, M.J. (2003). Modelling erosion – the PESERA project. *The first SCAPE (Soil Conservation and Protection for Europe) workshop in Alicante (ES)*, 14-16 June 2003, Amsterdam The Netherlands.
- Kirkby, M. J., Irvine, B. J., Jones, R. J., Govers, G., Pesera Team. (2008). The PESERA coarse scale erosion model for Europe. I.–Model rationale and implementation. *European Journal of Soil Science*, 59 (6), 1293-1306. doi:10.1111/j.1365-2389.2008.01072.x
- Lafren, J.M., Flanagan, D.C. (2013). The Development of U.S Soil Erosion Prediction and Modelling. *International Soil and Water Conservation Research*, 1 (2), 1-11. doi: 10.1016/S2095-6339(15)30034-4
- Larose, D. T. (2005), *Discovering Knowledge in Data*, Wiley Publication, New Jersey.
- Li, P., Mu, X., Holden, J., Wu, Y., Irvine, B., Wang, F., Gao, P., Zhao, G., Sun, W., (2017). Comparison of soil erosion models used to study the Chinese Loess Plateau. *Earth Sci. Rev.* 170, 17-30. doi: 10.1016/j.earscirev.2017.05.005.
- Liu, G., Arabameri, A., Santosh, M., Nalivan, O. A. (2023). Optimizing machine learning algorithms for spatial prediction of

- gully erosion susceptibility with four training scenarios. *Environmental Science and Pollution Research*, 30 (16), 46979-46996. doi: 10.1007/s11356-022-25090-2
- Lei, X., Chen, W., Avand, M., Janizadeh, S., Kariminejad, N., Shahabi, H., Costache, R., Shahabi, H., Shirzadi, A., Mosavi, A. (2020). GIS-based machine learning algorithms for gully erosion susceptibility mapping in a semi-arid region of Iran. *Remote Sensing*, 12 (15), 2478. doi: 10.3390/rs12152478
- Licciardello, F., Govers, G., Cerdan, O., Kirkby, M.J., Vacca, A., Kwaad, F.J.P.M., (2009). Evaluation of the PESERA model in two contrasting environments. *Earth Surf. Process. Landforms*, 34, 629–640. doi:10.1002/esp.1745
- Lieskovský, J., Kenderessy, P. (2014). Modelling the effect of vegetation cover and different tillage practices on soil erosion in vineyards: A case study in Vrâble (Slovakia) Using WATEM/SEDEM. *Land Degrad. Develop.*, 25, 288–296. doi:10.1002/ldr.2162
- Merritt, W.S., Letcher, R.A., Jakeman, A.J. (2003). A review of erosion and sediment transport models *Environmental, Modelling & Software* 18, 761–799. doi: 10.1016/S1364-8152(03)00078-1
- Mondal, A., Khare, D., Kundu, S. (2017). Uncertainty analysis of soil erosion modelling using different resolution of open-source DEMs. *Geocarto International*, 32 (3), 334-349. doi: 10.1080/10106049.2016.1140822
- Mosavi, A., Sajedi-Hosseini, A., Choubin, B., Taromideh, F., Rahi, G., Adrienn A. Dineva, A.A. (2020). Susceptibility mapping of soil water erosion using machine learning models. *Water*, 12. doi: 10.3390/w12071995
- Mutlu, Y. E., Soykan, A. (2018). Rusle (3D) modeli kullanılarak toprak erozyonu tahmini: Havran çayı örneği. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (1), 50-66. <https://dergipark.org.tr/en/pub/jader/issue/43138/523028> adresinden alınmıştır.
- Nearing, M.A., Foster, G.R., Lane, L.J., Finkner, S.C. (1989). A process-based soil-erosion model for USDA-water erosion prediction project technology. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 32, 1587– 1593. doi: 10.13031/2013.31195
- Neitsch, S.L., Arnold, J.G., Kiniry, J.R., Williams, J.R. (2011). *Soil and Water Assessment Tool Theoretical Documentation*. Temple, Texas 76502: USDA-153 ARS Grassland Soil and Water Research Laboratory, and Texas A&M University, Blackland Research and Extension Center
- Nguyen, K.A., Chen, W., Lin, B.S., Seeboonruang, U., Thomas, K. (2019). Predicting sheet and rill erosion of shihmen reservoir watershed in Taiwan using machine learning. *Sustainability* 11, 3615. doi: 10.3390/su11133615
- Nguyen, K. A., Chen, W., Lin, B.S., Seeboonruang, U. (2021). Comparison of ensemble machine learning methods for soil erosion pin measurements. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10 (1), 42. doi:10.3390/ijgi10010042.
- Nisbet, R. Elder, J., Miner, G. (2009). *Handbook of Statistical Analysis and Data Mining Applications*. Elsevier Inc, Burlington.
- Ölgen, M. K. (2010). Türkiye’de yıllık ve mevsimsel yağış değişkenliğinin alansal dağılımı. *Ege Coğrafya Dergisi*, 19 (1), 85-95. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ecd/issue/4873/66903> adresinden alınmıştır.
- Özdemir, K., Güngör, Ö. (2019). Filyos Çayı havzasında SWAT modelinin uygulaması, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1 (2), 92-102. <https://dergipark.org.tr/en/pub/neufmbd/issue/50471/559228> adresinden alınmıştır.
- Özkan, Y. (2008). *Veri Madenciliği Yöntemleri*. Papatya Yayıncılık Eğitim, İstanbul, 216.
- Özşahin, E. (2016). Alakır Çayı havzasında (Antalya) toprak kaybının mekânsal dağılışı ve etkili faktörler, *tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13 (02), 123-134. <https://dergipark.org.tr/en/pub/jotaf/issue/19063/201763> adresinden alınmıştır.
- Öztürk, F., Sönmez, K., Yıldırım, Y.E., Bayramın, İ., Apaydın, H., Karaş, E. (2003). Kurukavak Deresi havzasında yüzey akış ve sediment miktarının AGNPS modeli ile tahmini, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 9 (3), 344-351. doi: 10.1501/Tarimbil\_00000000835
- Öztürk, M. Z., Çetinkaya, G., Aydın, S. (2017). Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Türkiye’nin iklim tipleri. *Coğrafya Dergisi*, (35), 17-27. doi: 10.26650/JGEOG295515
- Öztürkmen, A. R., Ramazanoğlu, E., Tokmakçı, S. (2021). Determination of erodibility (USLE-K) status of suruc plain soils before transition to irrigated agriculture within the scope of Southeastern Anatolia Project. *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, 5 (2), 229-235. doi: 10.31015/jaefs.2021.2.13
- Pal, M., Mather P.M. (2003). An assessment of the effectiveness of decision tree methods for land cover classification. *Remote Sensing of Environment*, 86, 554-565. doi: 10.1016/S0034-4257(03)00132-9
- Pal, M., Mather, P.M. (2005). Support vector machines for classification in remote sensing. *International Journal of Remote Sensing*, 26 (5): 1007-1011. doi: 10.1080/01431160512331314083



- Panagos, P., Meusburger, K., Van Liedekerke, M., Alewell, C., Hiederer, R., Montanarella, L. (2014). Assessing soil erosion in Europe based on data collected through a European network. *Soil science and plant nutrition*, 60 (1), 15-29. doi: 10.1080/00380768.2013.835701
- Panagos, P., Borrelli, P., Meusburger, K., Yu, B., Klik, A., Jae Lim, K., Ballabio, C. (2017). Global rainfall erosivity assessment based on high-temporal resolution rainfall records. *Sci. Rep.*, 7, 4175, retrieved from <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/global-rainfall-erosivity>, last access: 23 November 2018.
- Pandey, A., Himanshu, S.K., Mishra, S.K., Singh, V.P. (2016). Physically based soil erosion and sediment yield models revisited. *Catena*, 147, 595-620. doi: 10.1016/j.catena.2016.08.002
- Parsons, A.J., Wainwright, J., Powell, D.M., Kaduk, J., Brazier, R.E. (2004). A conceptual model for determining soil erosion by water. *Earth Surface Processes and Landforms*, 29, 1293-1302. doi: 10.1002/esp.1096
- Perrone, J., Madramootoo, C. A. (1999). Sediment yield prediction using AGNPS. *Journal of Soil and Water conservation*, 54(1), 415-419. <https://www.jswconline.org/content/54/1/415> adresinden alınmıştır.
- Phinzi, K., Ngetar, N. S. (2019). The assessment of water-borne erosion at catchment level using GIS-based RUSLE and remote sensing: A review. *International Soil and Water Conservation Research*, 7 (1), 27-46. doi: 10.1016/j.iswcr.2018.12.002
- Raza, A., Ahrends, H., Habib-Ur-Rahman, M., Gaiser, T. (2021). Modeling approaches to assess soil erosion by water at the field scale with special emphasis on heterogeneity of soils and crops. *Land*, 10 (4), 422. doi: 10.3390/land10040422
- Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., McCool, D.K., Yoder, D.C. (1997). *Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*. Agric. Handb. Vol. 703. US Department of Agriculture: Washington, DC, 1-251.
- Renschler, C.S., Harbor, J. (2002). Soil erosion assessment tools from point to regional scales-the role of geomorphologists in land management research and implementation. *Geomorphology*, 47, 189-209. doi: 10.1016/S0169-555X(02)00082-X
- Sahour, H., Gholami, V., Vazifedani M., Saeedi, S. (2021). Machine learning applications for water-induced soil erosion modeling and mapping. *Soil and Tillage Research*, 211. doi: 10.1016/j.still.2021.105032
- Soman, K.P., Loganathan, R., Ajay, V. (2011). *Machine Learning with SVM and other Kernel Methods*. PHI Learning Pvt. Ltd., 486.
- Song, Q., Hu, W., Xie, W. (2002). Robust support vector machine with bullet hole image classification. *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics, part C (applications and reviews)*, 32 (4), 440-448. doi: 10.1109/TSMCC.2002.807277
- Tağıl, Ş. (2006). Kazdağı Milli Parkı'nda arazi örtüsü organizasyonunu kontrol eden jeomorfometrik faktörler: Bir cbs yaklaşımı. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 4(2), 37-47. doi: 10.1501/Cogbil\_0000000067
- Tağıl, Ş. (2009). Çakırdere ve yahu dere havzalarında (Balıkesir) toprak kaybının mekansal dağılışı ve etkileyen faktörler. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12 (22), 23-39. <https://dergipark.org.tr/en/pub/baunsobed/issue/50240/648074> adresinden alınmıştır.
- Tsara, M., Kosmas, C., Kirkby, M.J., Kosma, D., Yassoglou, N. (2005). An evaluation of the PESERA soil erosion model and its application to a case study in Zakynthos, Greece. *Soil Use and Management*, 21, 377-385. doi: 10.1079/SUM2005322
- Tüfekçioğlu, M., Yavuz, M. (2016). Yusufeli mikro havzasında (Artvin) yüzey erozyonu toprak kaybının tahmin edilmesi ve erozyon risk haritasının oluşturulması. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17 (2), 188-199.
- Valentin, C., Poesen, J., Li, Y. (2005). Gully erosion: Impacts, factors and control. *Catena*, 63, 132-153. doi: 10.1016/j.catena.2005.06.001
- Van Rompaey, A.J.J., Verstraeten, G., Van Oost, K., Govers, G., Poesen, J. (2001). Modelling mean annual sediment yield using a distributed approach. *Earth Surface Process Landforms* 26, 1221-1236. doi: 10.1002/esp.275.
- Van Oost, K., Govers, G., Desmet, P.J.J. (2000). Evaluating the effects of changes in landscape structure on soil erosion by water and tillage. *Landscape Ecology*, 15, 579- 591. doi: 10.1023/A:1008198215674
- Vapnik, V.N. (1995). *The Nature of Statistical Learning Theory*, 2. Baskı, Springer-Verlag, New York.
- Vu, D.T., Tran, X.L., Cao, M.T., Tran, T.C., Hoang, N.D. (2021). Machine learning based soil erosion susceptibility prediction using social spider algorithm optimized multivariate adaptive regression spline. *Measurement*, 164. doi: 10.1016/j.measurement.2020.108066

- Yakupoğlu, T., Demirci, D. (2013). Kahramanmaraş-Narlı Ovası Topraklarının Erozyona Duyarlılıkları ile Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler. *Anadolu Tarım Bilim. Dergisi*, 28 (1), 33-38. <https://dergipark.org.tr/en/pub/omuanajas/issue/20216/214184> adresinden alınmıştır.
- Yakut, E. (2012). *Veri Madenciliği Tekniklerinden C5.0 Algoritması, Destek Vektör Makineleri ile Yapay Sinir Ağlarının Sınıflandırma Başarılarının Karşılaştırılması: İmalat Sektöründe Bir Uygulama*, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Yastıklı, N., Esirtgen, F. (2011). Sayısal yükseklik modellerinde kalite değerlendirme ve doğruluk analizi. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 1822 Nisan 2011, Ankara*
- Young, R. A., Onstad, C. A., Bosch, D. D., Anderson, W. P. (1989). AGNPS: A nonpoint-source pollution model for evaluating agricultural watersheds. *Journal of soil and water conservation*, 44 (2), 168-173.
- Yılmaz Akşehirli, Ö., Ankaralı, H., Aydın, D., Saraçlı, Ö. (2013). Tıbbi tahminde alternatif bir yaklaşım: Destek vektör makineleri. *Türkiye Klinikleri Journal of Biostatistics*, 5 (1).
- Zahedi, P., Parvande, S., Asgharpour, A., McLaury, B. S., Shirazi, S. A., McKinney, B. A. (2018). Random forest regression prediction of solid particle Erosion in elbows. *Powder Technology*, 338, 983-992. doi: 10.1016/j.powtec.2018.07.055
- Zhao, G., Klik, A., Mu, X., Wang, F., Gao, P., Sun, W. (2015). Sediman yield estimation in a small watershed on the northern Loess Plateau, China. *Geomorphology* 241, 343-352. doi: 10.1016/j.geomorph.2015.04.020.
- Zhuang, F., Wang, Z., Yang, Q. (2008). The retrospection and prospect on soil erosion research in China. *Chinese Journal of Nature*, 30 (1), 12-16.
- Zhuang, Y., Du, C., Zhang, L., Du, Y. Li, S. (2015). Research trends and hotspots in soil erosion from 1932 to 2013: A literature review. *Scientometrics*, 10, 743-758. doi: 10.1007/s11192-015-1706-3