

# JOURNAL OF



# ANATOLIAN GEOGRAPHY

e-ISSN: 3023-8978



Gümüşhane Üniversitesi  
Gümüşhane  
Türkiye

Aralık/December 2024

Cilt/Volume: 2

Sayı/Number: 2



<b>Baş Editör / Chief Editor</b>	Dr. Öğr. Üyesi Fatih IŞIK	Gümüşhane Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü 29000 Merkez-Gümüşhane/Türkiye e-posta: <a href="mailto:isikfatih@gumushane.edu.tr">isikfatih@gumushane.edu.tr</a>
<b>Yardımcı Editörler Associate Editors</b>	Dr. Fatih OCAK	Samsun Üniversitesi Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü Coğrafi Bilgi Sistemleri Programı 55850 Kavak-Samsun/Türkiye e-posta: <a href="mailto:fatih.ocak@samsun.edu.tr">fatih.ocak@samsun.edu.tr</a>
	Dr. Öğr. Üyesi Kemal ERSAYIN	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü 60000 Merkez-Tokat/Türkiye e-posta: <a href="mailto:kemal.ersayin@gop.edu.tr">kemal.ersayin@gop.edu.tr</a>
	Dr. Öğr. Üyesi İter Kutlu HATİPOĞLU	Samsun Üniversitesi İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi Coğrafya Bölümü 55000 Merkez-Samsun/Türkiye e-posta: <a href="mailto:ilter.hatipoglu@samsun.edu.tr">ilter.hatipoglu@samsun.edu.tr</a>
<b>Yazım Editörü Writing Editor</b>	Arş. Gör. Gökhan DEMİRAL	Gümüşhane Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü 29000 Merkez-Gümüşhane/Türkiye e-posta: <a href="mailto:gokhandemiral@gumushane.edu.tr">gokhandemiral@gumushane.edu.tr</a>
<b>Dil Editörleri Language Editors</b>	Arş. Gör. Ahmet URUK	Gümüşhane Üniversitesi Edebiyat Fakültesi İngiliz Dili ve Edebiyatı Bölümü 29000 Merkez-Gümüşhane/Türkiye e-posta: <a href="mailto:ahmet.uruk@gumushane.edu.tr">ahmet.uruk@gumushane.edu.tr</a> e-posta: <a href="mailto:aysenurkor@gumushane.edu.tr">aysenurkor@gumushane.edu.tr</a>
	Arş. Gör. Ayşenur KÖR	
<b>Mizanpaj Editörü Layout Editors</b>	Arş. Gör. Fadime Zülal ŞEN	Gümüşhane Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü 29000 Merkez-Gümüşhane/Türkiye e-posta: <a href="mailto:zulalsen@gumushane.edu.tr">zulalsen@gumushane.edu.tr</a>

#### Dergi Adresi:

Gümüşhane Üniversitesi  
Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü  
Merkez-Gümüşhane/TÜRKİYE  
Tel: 0(456) 233 10 00/6009  
e-posta: [isikfatih@gumushane.edu.tr](mailto:isikfatih@gumushane.edu.tr)

#### Amaç ve Kapsam

E "Journal of Anatolian Geography," coğrafyanın evrensel bir bilim dalı olarak kabul edilen disiplinler arası bir alan olduğuna inanmaktadır. Coğrafya, toplumların, kültürlerin, doğal süreçlerin ve yerleşimlerin karmaşıklığını anlamak ve bu unsurlar arasındaki etkileşimleri açıklamak amacıyla uzun bir tarihe dayanan bir bilimdir. Bu çerçevede dergimizin amaçları şu şekildedir:

Derginin Amaçları: "Journal of Anatolian Geography," coğrafyanın bu kapsamlı tanımından yola çıkarak, Anadolu coğrafyası başta olmak üzere dünya genelindeki çeşitli alanlarda gerçekleşen coğrafi süreçleri ve bu süreçlerin insanlar ve çevre üzerindeki etkilerini araştırmayı amaçlar. Dergi, multidisipliner bir yaklaşım benimseyerek, fiziki coğrafya, beşerî coğrafya, harita bilimi, çevre bilimleri ve diğer ilgili disiplinlerden gelen araştırmacıları bir araya getirir. Amacımız, coğrafya biliminin geniş yelpazesini kapsayan özgün araştırmaları ve çeşitli bakış açılarını içeren makaleleri yayınlamak, böylece coğrafi bilgiye katkıda bulunarak bölgesel ve küresel düzeyde bilimsel bir diyalog oluşturmaktır.

#### Aims and Scope

"Journal of Anatolian Geography" believes that geography is an interdisciplinary field recognized as a universal science. Geography is a science with a long history of understanding the complexity of societies, cultures, natural processes, and settlements and explaining the interactions between these elements. In this context, the objectives of our journal are as follows:

Aims of the Journal: "Journal of Anatolian Geography," based on this comprehensive definition of geography, aims to investigate the geographical processes taking place in various areas around the world, especially in Anatolian geography, and the effects of these processes on people and the environment. Adopting a multidisciplinary approach, the journal brings together researchers from physical geography, human geography, cartography, environmental sciences, and other related disciplines. Our aim is to publish original research covering a wide range of geographical sciences and articles from various perspectives, thus contributing to geographical knowledge and creating a scientific dialog at the regional and global level.

# Journal of

# Anatolian

# Geography

(Anadolu Coğrafya Dergisi)

Aralık/December 2024

Cilt/Volume: 2

Sayı/Number: 2

**Danışma Kurulu / Advisory Board**

<b>Prof. Dr. Ali UZUN</b>	Ondokuz Mayıs Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi Coğrafya Bölümü, Samsun, TÜRKİYE
<b>Prof. Dr. Alperen KYSERİLİ</b>	Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Ağrı, TÜRKİYE
<b>Prof. Dr. Cemalettin ŞAHİN</b>	Marmara Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, İstanbul, TÜRKİYE
<b>Prof. Dr. Cevdet YILMAZ</b>	Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Türkçe ve Sosyal Bilimler Eğitimi Bölümü, Samsun, TÜRKİYE
<b>Prof. Dr. Halil İbrahim ZEYBEK</b>	Ondokuz Mayıs Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi Coğrafya Bölümü, Samsun, TÜRKİYE
<b>Prof. Dr. İbrahim KOPAR</b>	Atatürk Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Erzurum, TÜRKİYE
<b>Prof. Dr. Mustafa ÖZDEMİR</b>	Atatürk Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Erzurum, TÜRKİYE
<b>Prof. Dr. Mustafa Taner ŞENGÜN</b>	Fırat Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi Coğrafya Bölümü, Elazığ, TÜRKİYE
<b>Prof. Dr. Yılmaz ARI</b>	Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi Coğrafya Bölümü, Balıkesir, TÜRKİYE

**Yayın Kurulu / Editorial Board**

<b>Dr. Öğr. Üyesi Kürşat YURDİGÜL</b>	Gümüşhane Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, Gümüşhane, TÜRKİYE
<b>Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÜZÜLMEZ</b>	Gümüşhane Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, Gümüşhane, TÜRKİYE
<b>Dr. Öğr. Üyesi M. Akif ÖZÇELEBİ</b>	Gümüşhane Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, Gümüşhane, TÜRKİYE
<b>Dr. Öğr. Üyesi Şerif Can HATİPOĞLU</b>	Ordu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Türkçe ve Sosyal Bilimleri Eğitimi Bölümü Ordu, TÜRKİYE
<b>Dr. Öğr. Üyesi Tolga KORKUSUZ</b>	Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Ağrı, TÜRKİYE
<b>Öğr. Gör. Ayşe DAĞLI</b>	Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Coğrafi Bilgi Sistemleri Programı, Gümüşhane, TÜRKİYE
<b>Öğr. Gör. Mürsit ŞİRİN</b>	Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Coğrafi Bilgi Sistemleri Programı, Gümüşhane, TÜRKİYE

İçindekiler / Contents

Araştırma Makaleleri / Research Articles

- 1 TÜRKİYE TARIMININ YENİ AKTÖRLERİNDEN AVOKADO (PERSEA AMERICANA MİLL.)**  
*One of the New Actors of Turkish Agriculture: Avocado (Persea americana Mill.)* 70-83  
Güven Şahin
- 2 ANALYSIS OF BARRIERS TO SUSTAINABLE TOURISM DEVELOPMENT WITH INTERPRETIVE STRUCTURAL MODELLING AND FUZZY PIPRECIA**  
*Yorumlayıcı Yapısal Modelleme ve Bulanık PIPRECIA ile Sürdürülebilir Turizm Gelişimine Yönelik Engellerin Analizi* 84-96  
Kuttusi Zorlu, Volkan Dede
- 3 TRABZON İLİ KIYI ŞERİDİNDE 1980-2030 YILLARI ARASINDA KENTSEL YAYILMANIN GHSL (GLOBAL HUMAN SETTLEMENT LAYER) VE GEE (GOOGLE EARTH ENGINE) İLE ANALIZI**  
*Analysis of Urban Sprawl Along the Coastline of Trabzon Province Between 1980-2030 Using GHSL (Global Human Settlement Layer) and GEE (Google Earth Engine)* 97-107  
Murat Fıçıcı
- 4 GOOGLE EARTH ENGINE VE MODIS TABANLI NDVI VERİLERİ İLE ARAS NEHRI YUKARI KESİMİNDE BITKİ ÖRTÜSÜ ÜZERİNDEKİ EKİM AYI DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ (2001-2022)**  
*Investigation of October Changes in Vegetation Cover in the Upper Reaches of the Aras River Using Google Earth Engine and MODIS-Based NDVI Data (2001-2022)* 108-120  
Cüneyt Aktaş
- 5 KARAKAYA BARAJ GÖLÜ KÖPRÜLERİNİN İNŞASININ COĞRAFI VE STRATEJİK SONUÇLARI**  
*Geographical and Strategic Implications of The Construction of Karakaya Reservoir Bridges* 121-132  
Ömer Faruk İncili, Murat Aydın, Emrah Türkoğlu, İlhan Oğuz Akdemir

## Türkiye Tarımının Yeni Aktörlerinden Avokado (*Persea americana* Mill.)

Güven Şahin\*<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Tekirdağ, Türkiye.

### Anahtar Kelimeler

Avokado  
*Persea americana* Mill  
Türkiye  
Ziraat Coğrafyası

### Araştırma Makalesi

Geliş: 12.08.2024  
Kabul: 08.09.2024  
Yayınlanma: 20.12.2024



### Özet

Türkiye, bulunduğu konum ve coğrafi şartlarından ötürü dünyanın tarım açısından en avantajlı ve de özel bölgelerinden birini teşkil etmektedir. Makro ve mikroklima şartları, topografyasının çeşitliliği, tarımsal açıdan köklü bir bilgi biriminin mirasçısı olması gibi hususlar Türkiye'yi bu açıdan benzersiz kılmaktadır. Türkiye bu avantajları sayesinde çaydan muza, zeytinden ayçiçeğine değin çok çeşitli tarım ürünlerinin yetiştirilebildiği bir ülkedir. Çeşit geliştirme ve yeni tarım ürünlerine yönelik demonstrasyon çalışmalarlarıyla da Türkiye'nin bitkisel ürün deseni yıllar içinde çok ciddi bir çeşitlilik kazanmıştır. Guava, lime (misket limon), şadok (pomelo), çarkıfelek (passiflora), stevia (Şeker otu), mango, pepino, altın çilek, kinoa gibi sayısı artırılabilir çok sayıda tarım ürünü Türkiye tarım hayatında yer edinmeye başlamıştır. Çalışma öznemiz olan avokado (*Persea americana* Mill.) da bu kapsamda değerlendirilebilecek tarım ürünlerinden biridir. Avokado, Türkiye'de özellikle son yıllarda ideal seçim ve bu alandaki deneyimlerin artmasıyla çok ciddi bir gelişim göstermiş ve dikkat çekmeye başlamıştır. Ülkemizde Akdeniz Bölgesi kıyı kuşağı boyunca, belli başlı birkaç ilçede yoğunlaşan bu zirai faaliyet çok hassas bir şekilde planlanarak ele alınmalıdır. Zira avokadonun üreticisine çok yüksek bir kazanç sağlaması, insan sağlığı üzerindeki etkilerinden ötürü talebin artması gibi hususlar bu alanda çok ciddi gelişmelerin yaşanacağını ortaya koymaktadır. Öte yandan avokadonun çok su tüketen ve su fakiri ülkeler için çok tahripkâr olabilen bir tarım ürünü olma yönünün de altının çizilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada Türkiye'de son yıllarda dikkat çekmeye başlayan avokadonun ziraat coğrafyası perspektifinde analizi yapılmıştır. Türkiye'de avokado yetiştiriciliğinin coğrafi dağılımı, üretimi, ticareti yanı sıra avokado ziraatının tarihi ve dünya çapındaki durumuna da değinilmiştir.

## One of the New Actors of Turkish Agriculture: Avocado (*Persea americana* Mill.)

### Keywords

Avocado  
*Persea americana* Mill.  
Türkiye  
Agricultural Geography

### Research Article

Received: 12.08.2024  
Accepted: 08.09.2024  
Published: 20.12.2024

### Abstract

Türkiye constitutes one of the most advantageous and special regions of the world in terms of agriculture due to its location and geographical conditions. Türkiye's cropping pattern has diversified considerably over the years through variety development and demonstration activities for new crops. Guava, lime, shadok (pomelo), passion fruit (passiflora), stevia, mango, pepino, golden strawberry, quinoa and many more agricultural products have started to gain a place in Türkiye's agricultural life. Avocado (*Persea americana* Mill.), which is the subject of our study, is one of the agricultural products that can be evaluated in this context. Avocado has shown a very serious development and attracted attention in Türkiye, especially in recent years, with the selection of ideal varieties and increasing experience in this field. This agricultural activity, which is concentrated in a few districts along the coastal belt of the Mediterranean Region in our country, should be planned and handled very sensitively. The fact that avocado provides a very high profit to its producers and that the demand for avocado is increasing due to its effects on human health indicate that there will be very serious developments in this field. In this study, avocado, which has attracted attention in Türkiye in recent years, was analyzed from the perspective of agricultural geography. In addition to the geographical distribution, production and trade of avocado cultivation in Türkiye, the history and global status of avocado agriculture are also mentioned.

## 1. Giriş

Türkiye, konumu ve coğrafi şartlarıyla zirai açıdan dünyanın en şanslı ülkelerindedir. Bu avantajı sayesinde Türkiye’de sıcak ve serin iklim tahıllarından pek çok tropikal meyveye, çok çeşitli tıbbi – aromatik bitkilerin yetiştiriciliğinden hayvancılık faaliyetlerinin her türlü yapılabilir. Bunun yanı sıra son yıllarda şiddetini artıran küresel iklim değişikliği, su kaynakları yönetimindeki problemler, bilinçsiz uygulamalar ve geçmişten kalma hatalı tarım metotları, Türkiye tarımının sürdürülebilirliğini sektöre uğratan ve beklenen atılımı yapmasını engelleyen faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu noktada Türkiye’nin tarımsal açıdan avantaj ve dezavantajlarını bir bütün halinde değerlendirerek hareket edilmesi, Türkiye’yi bulunduğu avantajlı bölgede önemli bir tarım merkezi haline getirecektir.

Türk tarım hayatına yeni dahil olan avokado için de orta ve uzun vadede planlamalar yapılarak sektörün şekillendirilmesi bu açıdan çok önemlidir. Avokado (*Persea americana* Mill.), son yıllarda dünya genelinde yıldızı parlayan, üreticisi ve ülkesine büyük kazanç sağlayan stratejik bir tarım ürünü olarak öne çıkmaktadır. Meyvenin bu kadar değerli olmasında besin içeriği ve bir kişinin ihtiyacı olan günlük vitamin ve minerallerin büyük bir bölümünü sağlaması en önemli faktördür. Ayrıca Covid-19 salgınıyla birlikte insanların sağlıklı beslenme konusunda daha da duyarlı olmaları bitkiye olan talebi çok fazla artırmıştır. Nitekim sadece Asya’daki avokadoya olan talepte adeta birkaç katlık artış yaşanmış ve bunda da sağlıklı beslenme ve yaşam tarzı konusunda artan farkındalık, avokado pazarındaki büyümenin ana itici güçlerinden biri olarak ortaya çıkmıştır (IndexBox, 2021; Huang vd., 2023). Avokadonun protein başta olmak üzere içerdiği yağ asitleri (Özellikle omega-3), fenolik bileşikler, vitamin (Özellikle E vitamini) ve lif değeri ile başta potasyum, magnezyum, demir ve fosfor olmak üzere yüksek mineral madde içeriği ürünü hızla popüler hale getirmiştir (Lee vd., 2004; Tavlı & Eroğlu Özkan, 2020; Rozan vd., 2021). Ayrıca avokadonun meyve, tohum, yaprak, kök, kabuk, çiçek ve taze sürgün gibi hemen her aksamının antidiyabetik, antifungal, antibakteriyel, antikanser, antiviral gibi etkilerinin olduğu da yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir (Dreher & Davenport, 2013; Dabas vd., 2013; Tavlı & Eroğlu Özkan, 2020; Demircan & Velioglu, 2021; Şan vd., 2022). Avokado bu özelliğinden ötürü “Süper Besin, Hayat Meyvesi” gibi sıfatlarla da anılmaktadır.

Avokado özelinde konunun Türkiye’deki boyutunu ele aldığımız bu çalışmada Ziraat Coğrafyası esaslarına göre konunun irdelenmesine ihtiyaç duyulmuştur. Avokadonun su isteği çok yüksek olan bir tarım ürünü olması Türkiye şartlarında belki de üzerinde durulması gereken en önemli husustur. Türkiye’de özellikle Akdeniz Bölgesi’nde kendine yayılış alanı bulan bu tarım ürünü ile ilgili olarak sürdürülebilir bir zirai faaliyet planlaması yapılarak yol alınması bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Zira şiddetini artıran ekstrem sıcaklar, oldukça zorlu geçen kurak devreler sadece Türkiye’nin Akdeniz Bölgesi’ni değil tüm Akdeniz Havzası’nı en riskli yer haline getirmiştir. Bu noktada avokado yetiştiriciliğinin temel noktaları incelenmiş, coğrafi dağılımı ortaya konarak konunun geleceğine yönelik önerilerde bulunulmaya çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Türkiye’nin tarım hayatındaki yeni sayılabilecek ürünlerden avokadonun Ziraat Coğrafyası odağında ele alındığı bu çalışmada söz konusu zirai faaliyetin coğrafi perspektifle analizi temel amaç olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda birincil ve ikincil verilerden yararlanılarak avokado yetiştiriciliğinin mevcut durumu ve sınırlılıkları tespit edilmeye çalışılmıştır. Bunlardan birincil verileri 2020 – 2022 yılları arasında Mersin (Anamur ve Silifke) ve Antalya (Alanya)’da yapmış olduğumuz saha çalışmaları kapsamında görüşmüş olduğumuz 11 avokado yetiştiricisinden alınan bilgiler oluşturmaktadır. İkincil verileri ise Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve International Trade Centre (ITC) verileri oluşturmaktadır. Türkiye’de avokado yetiştiriciliğinin coğrafi dağılımı kapsamında yetiştiricilik alanı ve üretim miktarları ArcGIS 10.8 ile sayısallaştırılarak izah edilmiştir. Bununla birlikte henüz çok yeni sayılabilecek avokadoyla ilgili sınırlı literatürün taranmasıyla da konuyla ilgili önceki çalışmalardan yararlanılmıştır.

## 3. Tarihsel Süreçte Avokado

Avokadonun anavatanı olan Latin Amerika kültür tarihinde binlerce yıllık bir geçmişi bulunmaktadır. Yapılan arkeolojik ve arkeobotanik çalışmalara göre M.Ö. 7000 ila 5000’ler arasında avokadonun Orta Amerika’da bilindiği anlaşılmaktadır. Fakat kültüre alınmış avokado örneklerine çok daha sonraları rastlanmış olup M.Ö. 750 civarında İnka mumyalarıyla gömülmüş kültür formlarına ait avokado kalıntıları ele geçirilmiştir (California Avocado Commission, 2020). Buna göre en iyimser tahminlerle avokado için medeniyet tarihimizde 2500 – 3000 yıllık bir kültürel geçmişi olduğunu söyleyebiliriz.

Etimolojik olarak “Avokado” ismi Aztek dilindeki “Ahuacatl” ve “Ahoacaquahuitl” kelimelerinden gelmektedir. Taşındığı anlam bakımından Antik Aztek, Olmek ve Maya kültürleri avokadoyu “Tanrının Armağanlarından/ Gifts of God” biri olarak nitelendirmişlerdir (Ayala Silva & Ledesma, 2014). Dünya genelinde günümüzde avokado ismi oldukça yaygın olup Türkiye’de de yaygın olarak “Avokado” adıyla anılmakta, meyvelerinin şeklinden kaynaklı olarak “Amerikan Armudu/Timsah Armudu” adı da literatürde geçmektedir.

Amerika menşeli bir bitki olması nedeniyle bu meyvenin Yeni Dünya kültüründe köklü bir mazisi olması normaldir. Maya, Aztek ve İnka medeniyetlerinde avokadonun çok özel bir yer tuttuğu anlaşılmaktadır. Buna en önemli gösterge ise söz konusu medeniyetlerin kullandığı ikonografilerde avokadonun önemli bir yer tutmuş olduğudur. Bu önem ise geçmiş Meksika mitlerinin aktarıldığı ikonografisinden anlaşıldığına göre avokadonun kişiye güç vermiş olması inancından kaynaklanmaktadır (Gutierrez & Villanueva, n.d.; Landon, 2009). Bitkinin besleyici özelliği yanı sıra avokado Eski Mezoamerika’da sadece diyetinde değil, aynı zamanda bölgede yaşamış farklı grupların mitolojisinde, folklorunda ve kültüründe de önemli bir yere sahip olmuştur (Gama-Campillo & Gómez-Pompa, 1992). Sonuç olarak Eski Dünya meyveciliğinde ve genel olarak diyetinde elma, üzüm, kiraz ne kadar köklü ve de yaygın bir yer işgal ediyorsa Amerika için (Özellikle Mezoamerika) de kakao ile birlikte avokado da aynı önemi taşımaktadır.



Meyvenin Eski Dünya'ya yayılması ise çok daha sonraları İspanyol fatihler aracılığıyla gerçekleşmiştir. İlk olarak 1500'lerde Avrupalı kaşiflerin Kuzey – Orta ve Güney Amerikalı yerli halkla olan etkileşimlerinin ardından belgelenmiş ve avokado için kabaca 500 yıllık bir literatür mazisi olduğunu söyleyebiliriz (Landon, 2009). Avokadonun yazılı metinlerde ilk geçtiği yer döneminin ünlü İspanyol coğrafyacısı Martín Fernández de Enciso (1470 – 1528) tarafından Sevilla'da, 1519'da yayınlanmış olan "Suma de Geografia" adlı eserdir (Galindo-Tovar vd. 2007). Sonraları pek çok Avrupalı öncü tarafından avokadodan bahsedildikçe bu bitki özellikle Avrupalıların dikkatini çekmeye başlamıştır. Nitekim 16. yüzyılın sonunda, İspanya ve Batı Hint Adaları kralı Felipe II. (1527 – 1598), Doğa Bilimci Francisco Hernández de Toledo (1515 – 1587)'dan Yeni İspanya (New Spain)'daki bitki, hayvan ve minerallerin, özellikle de bunların erdemleri ve kullanımına odaklanan bir çalışma istemiştir. Hernández bu kapsamda "Historia de las Plantas de la Nueva España" adlı kitabında "ahoacaquahuitl" adıyla avokadoyu; "incir gibi sarkan siyah meyveleri ve anason kokulu yaprakları olan meşe gibi bir ağaç..." olarak tanımlamış ve bu ağacın Yeni İspanya'nın her yerinde yetiştiğinden bahsetmiştir (Galindo-Tovar vd. 2007). Fakat daha önce de bahsedildiği gibi bitkinin Eski Dünya'ya taşınması ve yaygınlaşması çok sonraları olmuştur.

Bitkinin kültür tarihine baktığımızda ise avokadonun kültüre alma sürecinin başladığı belirli bir zaman noktasına işaret etmek ya da arkeolojik kayıtlardaki evcil ve yabani kalıntılar arasında ayırım yapmak zordur. İnsanların avokadonun meyvesinin kendileri için yenilebilir ve de faydalı olduğunu keşfetmesi; tohumları, yaprakları ve kabuğunun da tıbbi olarak kullanılabilir olduğu meyveye olan ilgiyi kısa sürede artırmıştır (McClung de Tapia, 1979). Meyvelerin içerdiği yüksek yağ içeriği muhtemelen insanlar için arzu edilirliliğini artırmış ve kolay erişim nedeniyle de yerleşim yerlerine daha yakın bahçeler oluşturulması fikrini doğurmuştur. Buna en somut bulgu ise Mayalardan kalma San Jose'deki yaklaşık 0,65 hektarlık bir alanı kaplayan ve avokado dahil 30 türe ait ortalama 240 ayrı bitkinin bulunduğu evlerinin yakınındaki bahçelerdir (Levasseur & Olivier, 2000; Landon, 2009). Paleoetnobotanik çalışmalara göre avokado; Peru'nun Supe Vadisi'nde en azından 3200 yıl öncesine kadar Caral Uygarlığı'nda tanınıyor olup önemli bir temel gıda maddesi olarak yararlanılmaktaydı. Yine Peru'daki bir diğer antik yerleşme olan Caballo Muerto'daki, Moche Vadisi'nde 4500 ila 3800 yıl öncesinden başlayarak avokadonun önemli bir yer işgal ettiği anlaşılmaktadır (Galindo-Tovar vd. 2007). Modern anlamda bitkinin ilk kültüre alındığı yer olarak ise günümüzde Meksika'nın Puebla Eyaleti'nde yer alan Tehuacán Vadisi işaret edilmektedir (MacNeish, 1967; Landon, 2009; Ayala Silva & Ledesma, 2014). Tehuacán Vadisi'nde bulunan Coxcatlan Mağarası'ndaki 1967 yılında yapılan keşifte yaklaşık 9000 ila 10.000 yıllık bilinen ve eski avokado buluntusu tespit edilmiştir (Smith, 1967). Tehuacán Vadisinde elde edilen bulgular ışığında Mezoamerika'da en azından M.Ö. 5000'lerden itibaren avokadonun kültüre alınmaya başladığı anlaşılmaktadır (Smith, 1966; Galindo-Tovar vd. 2007). Modern bahçecilik teknikleri kullanılarak ilk defa 1833 yılında Florida'da avokado bahçesi Dr. Henry Perrine (1797 – 1840) tarafından oluşturulmuşsa da bu girişim daha ziyade münferit ve de inceleme amacıyla yapılmıştır (Ayala Silva & Ledesma, 2014). Ticari manada ilk girişim ise

oldukça yaygın yetiştirilen Fuerte çeşidinin ilk olarak 1911'de Meksika'dan Kaliforniya'ya taşınmasıyla zirai yayılımı başlamıştır. Kısa süre içerisinde ise Eski Dünya'nın çoğu ülkesinde ve Okyanusya'da yetiştiriciliği yapılmaya başlanmıştır.

Avokado, Eski Dünya'da özellikle de Avrupa'da 1900'lerin ikinci yarısı itibarıyla popülerite kazanmış olup sağlıklı yaşam trendleriyle birlikte son yıllarda daha da yaygın hale gelmiştir. Türkiye'de ise çok daha yakın yıllarda, 1970'lerde ilk girişimler başlamıştır. Avokadonun Türkiye'deki gelişim seyri ilk yıllarda çok düşük ölçekli son yıllarda ise oldukça hızlı bir gelişim seyri göstermiştir. Akdeniz Havzası için İspanya'dan İsrail'e kadar avokado yetiştiriciliğinin tartışıldığı ve konuyu yerel yönetimler ve akademik çevrelerle bir bütün halinde inceleyen ülkelere karşın söz konusu faaliyet Türkiye'de biraz daha plansız gelişme göstermektedir.

#### 4. Avokadonun Botanik Özellikleri ve Yetiştirme Şartları

Avokado (*Persea americana* Mill.), Defnegiller (Lauraceae) familyasından olup anavatanı Meksika olmakla beraber genel olarak Orta ve Güney Amerika'nın kuzeyine kadar bu saha genişletilebilir. Meksika'da tanımlanmış 12 *Persea* türü bulunmakla birlikte bunların çoğu yenmeyen meyveler üretmekte, en yaygın olarak yetiştirilen ise çalışma öznemiz olan *P. americana*'dır. Meyvesinin besin içeriğinden ötürü "Süper Besin" olarak da adlandırılan avokado, son yıllarda zirai ürünler içerisinde en fazla çeşit geliştirilen bitkilerden biridir.

Avokadonun morfolojik özelliklerine baktığımızda bitkinin belli başlı karakteristikleriyle dikkat çektiği görülmektedir (Şekil 1). Fakat avokadoyu belli başlı yapısal özellikleriyle izah etmeden önce bitkinin polimorfik (Çok çeşitli yapıda) karakterde örnekler barındırdığını belirtmek gerekir. Avokado; 20 m.'ye kadar boyolanabilen, zikzak dallanma eğilimi gösteren, gövdesinde dikey yarıkların bulunduğu, etli bir kabuk tabakasıyla kaplı gövdeye sahip bir bitkidir. Avokado herdem yeşil ve bol yapraklı olup koyu yeşil renkli, ekseri oval – eliptik ve en önemli karakteristiği de Meksika menşeli türlerin yapraklarında anasona benzer bir koku salgılıyor olması şeklinde tarif edilebilir. Çiçekleri salkım halindeki demetlerin uçlarında, yeşil/yeşilimtrak renkte ve oldukça küçüktür. Fakat avokado çiçeklerinde asıl dikkat çeken nokta bitki tozlaşmasında da asıl belirleyici olan "A" ve "B" tipi denilen çiçeklere sahip olmasıdır. Bunlardan "A" tipi çiçekli türlerde ilk günün ilk saatlerinde dişi (Sadece birkaç saatliğine dişi safha), ikinci günün erken saatlerinde ise erkek dönemine girmektedir. Buna karşılık "B" tipi çiçeklerde öğleden sonra çiçekler dişi, ikinci günün sabahında ise erkek dönemine geçmektedir. Bu sayede türlerin tozlanması aşamasında birbirlerini destekleme özelliği gösterirler. Nitekim zirai kısımda da değinileceği üzere avokado bahçesi tesisinde bitkinin bu özelliğinden kaynaklı olarak farklı türlerin karışık bir şekilde dikilmesiyle bahçe tesis etmek en doğru yöntem olacaktır. Bitkinin asıl yetiştiricilik amacı olan ve ekonomik değeri haiz kısmı meyvelerine baktığımızda ağırlıkları çeşide bağlı olarak 100 ila 1000 g. arasında değişim göstermektedir. Yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan ticari çeşitlerde ise ağırlık 150 – 200 g. arasında değişmektedir. Meyveler şekil açısından armuda benzerlik göstermektedir. Son dönemlerde pazarlarda yaygınlık kazanmaya başlayan "Parmak (Bebek/Baby) Avokado" ise küçük hıyarlara benzemektedir (Tozlanmamış,



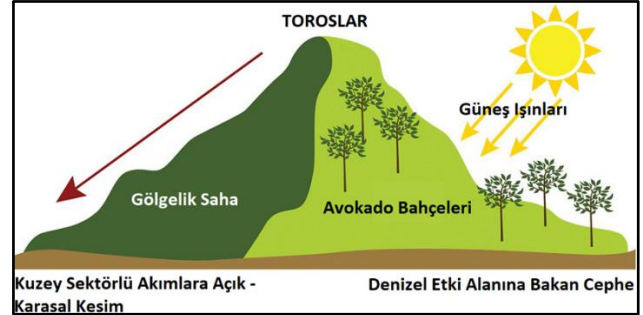
çekirdeksiz avokado). Meyve kabuk rengi açık yeşilden koyu yeşile ve sonrasında da koyu kahverengine kadar bir renk çeşitliliği göstermektedir. Meyve olgunlaştıkça kabuk rengi koyuya çalmaktadır. Meyvenin kabuğu düz olabildiği gibi pütürlü / siğilli bir dokuya da sahip olabilmekte ve olgunlaşan meyvelerde etli kısımdan kolayca ayrılabilir. Meyvenin etli kısmı sarımtırak renkten ekruya değişen tonlarda olabilmektedir. Kabuk ile etli kısım arası ise fıstık yeşilindedir. Meyvenin merkezi kısmında oldukça iri tek bir çekirdek bulunmakta olup kahverengi bir zarla kaplıdır. Meyvenin çekirdeği meyve verimliliğinde önemli bir belirleyici olup çeşit özelliklerinde dikkat edilen bir husustur. Örneğin; Iriet ve Greengold çeşitlerinde çekirdek küçük, Zutano ve Hellen'de orta, Pueblo ve Northrup çeşitlerinde ise oldukça iridir (Avocado Variety Collection, 2024).



Şekil 1. Solda günün ilk saatlerinde açmış olan dişi çiçek ve sağda erkek çiçek.

Ticari manada avokado yetiştiriciliği için gerekli olan iklim şartlarına baktığımızda esasında subtropikal bölgelerin bitkisi olup son yıllarda dünyanın tropikal ve subtropikal bölgelerinde, kışların ılık geçtiği sahalarda yetiştiriciliği yaygınlık kazanmıştır. Öte yandan avokado için tür ve alttürlerine göre subtropikal özellikte Meksika, Guatemala ve Guatemala x Meksika melezleri ile tropikal şartlardaki Batı Hint ve Batı Hint x Guatemala melezleri için farklı sıcaklık istekleri söz konusudur (Wolstenholme, 2002; Ayala Silva & Ledesma, 2014). Avokado için yabancı formlarda 16° – 24°C arası sıcaklıklar uygunken kültür çeşitleri için optimum sıcaklık değerleri 18°C'nin üzerinde ve 35°C'ye kadar olan aralık ifade edilmektedir (Ayala Silva & Ledesma, 2014; Bayram, n.d.) Nitekim bitki her ne kadar tropikal ve subtropikal yerlerde yetişebiliyor olsa da çok yüksek sıcaklıklar da avokado için zararlıdır. Örneğin; sıcaklıkların 40°C ve üzerine çıkmasıyla ağaç başına %20 ila %50 arasında ürün kaybı yaşanmakta, rüzgârın da devreye girmesiyle önemli miktarda yeni tutan meyvelerin dökülmesine neden olmaktadır (Wolstenholme, 2002; Bayram, n.d.). Türkiye koşullarında genellikle yüksek sıcaklıklara bağlı olarak avokado zararı (Genç fidanlar hariç) yok denecek düzeydedir. Bitki, dona karşı da oldukça hassas olduğundan özellikle don olayının görülmediği ve kuvvetli rüzgârlara açık olmayan yerlerde iyi gelişim göstermektedir. Bu açıdan avokado bahçeleri için rüzgâra karşı korunaklı yerler olması önemlidir (Şekil 2). Avokado da iklim istekleri için kesin değerler söylemek güçtür. Zira 500'ün üzerinde çeşidi bulunan avokado da bazı çeşitler düşük sıcaklıklardan çok çabuk etkileniyorken bazıları nispeten daha toleranslı olabilmektedir. Özellikle avokado için büyük risk teşkil eden orta kuvvette (-2,2°C ile -4,4°C) ve kuvvetli (-4,4°C ve daha altı) donlar Antalya ve Mersin'de zaman zaman çok ciddi

zararlara yol açabilmekte, hatta bazı donlu gecelerde ağaç ölümleri görülebilmektedir. Çeşitlere göre -1°C ile -6,5°C arasında değişen değerlerde zarar görebilen avokadoda Türkiye'de de yetiştiriciliği en fazla yapılan Hass çeşidi -1,1°C'ye kadar dayanabiliyorken, MacArthur, Ettinger, Nabal, Rincon gibi çeşitler -6°C'ye kadar dayanabilmektedirler. Yeni geliştirilen Meksika kökenli çeşitlerden Mexicola Grande -5,6°C ve Mexicola -6,7°C'ye kadar dayanım gösterebilmektedir (Bayram & Arslan, 2007). Don olayına bağlı olarak ağaçlarda ciddi manada zararlar meydana gelirken, meyve dökülmelerine de sebep olmasıyla rekolteyi ciddi manada düşürmektedir. Avokado için ortalama sıcaklık 21°C'nin altına düştüğünde, özellikle de çiçeklenme aşamasındaysa, çiçeğin organları çok iyi çalışmamakta ve 15,5°C'nin altına düştüğünde ise meyve tutumu olmamaktadır.



Şekil 2. Akdeniz Bölgesi avokado bahçeleri kesiti (Bayram, n.d. den düzenlenmiştir).

Avokado yetiştiriciliğinde en önemli parametre sudur. Bitkinin gelişimi için yıllık 800 – 1700 mm. yağışa ihtiyaç vardır. Fakat kışları ılık ve yazları sıcak – kurak geçen subtropikal kesimlerde (Özellikle de Akdeniz havzasında) muhakkak sulamaya ihtiyaç vardır. Nitekim Antalya ve Mersin'deki saha çalışmalarımızda da üreticilerin en fazla üzerinde durdukları konu ilkbahar sonu ve yaz sezonu boyunca sulamanın bir zorunluluk halini almış olduğudur. Yağışların düzensiz oluşu da avokado yetiştiriciliği için istenmeyen bir durumdur. Örneğin; Şili/Petorca'da 1 kg. avokado için 389.5 lt. temiz su gerekmektedir (Çevre Adaleti, 2024). Bitkinin bu yüksek su isteği bazı geleneksel avokado yetiştiriciliği yapılan yerlerde veya avokado yetiştiriciliğine yeni başlanan yerlerde ciddi su krizine sebep olmuştur. Nitekim Meksika'nın Michoacán eyaleti ile Şili'nin Petorca ili gibi bazı avokado üretim bölgelerinde çok ciddi su sıkıntısı yaratmıştır. Konuyu somutlaştırabilmek adına seçilmiş tarım ürünleri ve işlenmiş gıdaların dünya ortalama su ayak izlerine bakacak olursak işlenmiş gıdaların su ayak izlerinin oldukça yüksek oldukları görülmektedir. Örneğin 1 kg çikolata üretimi için 24.000 litre su, 1 kg. peynir için 5.000 litre su, 1 kg. pirinç için 3.400 litre, 1 kg mısır üretimi için 900 litre, 1 kg patates üretimi için 250 litre iken 1 kg sığır eti için bu oran 15.500 litredir (Hoekstra, 2008). Araştırma konumuzun öznesini oluşturan avokado için ise bu oran adet başına 227 litredir. Ortalama 5 adet avokadoyu 1 kg. kabul edersek su ayak izi 1.135 litreye ulaşmaktadır. Buna göre avokadonun su isteğini geleneksel ürünlerle kıyasladığımızda elmaya göre üç kat, domatese göre ise 18 kat daha fazladır (Hoekstra, 2008). Bu noktada Cárceles Rodríguez ve ark. (2023) ifade ettiği üzere Türkiye'nin de içerisinde bulunduğu Akdeniz Havzası

avokado yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliği için dikkat çekilmesi gereken en önemli sahaların başında gelmektedir.

Toprak şartları bakımından avokado çok seçici olmayan bir bitkidir. Avokado, 1 m.'den daha derin, iyi havalandırılan, kumlu-tınlı ve drenajı iyi olan toprakları sevmektedir. Drenajı iyi olmayan yerlerde taban suyu seviyesinin yüksek olması ve tuzlanma problemi ile karşılaşılması avokado yetiştiriciliği için istenmeyen bir durumdur zira tuzlu topraklar avokado için risk oluşturmaktadır. Buna karşılık avokado için yapılan aşırı sulamalar toprakların tuzlanmasına da zemin hazırlamaktadır. Tuzluluk arttıkça da avokado veriminde düşüş yaşanmaktadır. Nitekim toprak tuzluluğu ve avokado yetiştiriciliği ilişkisi doğrultusunda yapılan çalışmalar avokado yetiştiriciliğini en fazla sınırlayan faktörler arasında toprak tuzluluğunu göstermiştir (Berkessa, 2020). Avokado için toprağın pH değerinin 5 – 7 aralığında olması idealdir.

Avokado yetiştiriciliğinde çeşidin seçimi ve özelliklerinin bilinmesi en önemli noktadır. Dünyada ticari amaçla yetiştiriciliği yapılan avokadolar (*Persea americana* Mill.), Guatemala, Meksika ve Batı Hint alttürlerinden elde edilen çok sayıda çeşidi kapsamaktadır. Günümüzde dünya genelinde ve Türkiye'de en fazla yetiştiriciliği yapılan Hass çeşididir. Üreticilerle yapılan görüşmelerden bu çeşidin Türkiye koşulları için de çok uygun olduğu ve tüketiciler tarafından da en sevilen çeşit olduğu anlaşılmıştır. Söz konusu çeşidin meyve yağ oranı ortalamasının bir miktar üstünde olup ekonomik verimliliğe ulaştığında ağaç başına 600 kadar meyve alınabilmesiyle en verimli çeşit olarak öne çıkmaktadır. Bu çeşidin en büyük handikabı ise soğuk zarar eşiğinin  $-1,1^{\circ}\text{C}$  olmasıyla diğer çeşitlerden daha hassas olmasıdır (Tablo 1). Don riskine karşı Bacon, Zutano ve Ettinger gibi çeşitler daha elverişli olmakla beraber ortalama meyve ağırlığı ve verimlilik açısından biraz daha düşük kalitededirler. Türkiye'de üreticilerce Hass çeşidinden sonra Bacon çeşidinin en fazla tercih edilen bir diğer çeşit olduğu belirtilmiştir. Avokado da çeşidin çok iyi bilinmesi ve yetiştiricilik yapılacak sahanın iyi bir şekilde tanınmasının ardından bahçede birden fazla çeşidin kullanılması tozlanma açısından çok faydalı olacaktır. Ayrıca avokadonun tıpkı zeytindeki gibi periyodisite göstermesi de bahçe tesisinde tercih edilecek çeşitlerin seçimi noktasında önemli bir belirleyicidir.

**Tablo 1.** Belli başlı avokado çeşitlerinin genel özellikleri.

Çeşitler	Soğuk zarar eşiği	Ekonomik verim yaşı	Ort. Meyve ağırlığı (g.)	10 – 12 yaş verimi (adet/ağaç)	Meyve yağ oranı (%)
Hass	$-1,1^{\circ}\text{C}$	8–10	160–200	500–600	16–18
Fuerte	$-2,8^{\circ}\text{C}$	8–10	200–400	190–200	17–20
Bacon	$-4,4^{\circ}\text{C}$	8–10	175–350	300–320	15–16
Zutano	$-3,0^{\circ}\text{C}$	8–10	175–285	250–300	15–18
Ettinger	$-3,0^{\circ}\text{C}$	8–10	250–350	160–170	15–18

Kaynak: Bayram, n.d..

Avokado yetiştiriciliği konusunda üzerinde dikkatle durulması gereken bir diğer nokta da bitkinin hasat dönemi ve hasat sonrası uygulamalarıdır. Nitekim üreticiler tarafından da donlu günler ve hasat sezonu faaliyetin en zahmetli ve zorlu günleri olarak işaret edilmiştir. Avokadonun iklimterik olmasından kaynaklı olarak tıpkı muzdaki gibi hasat edildikten sonra tüketilebilecek

olgunluğa erişmesi için soğuk hava donanımlı ( $3,3^{\circ}$  ila  $5,6^{\circ}\text{C}$ ) depolarda / gemilerde muhafaza edilerek tüketim sahasına ulaştırılana kadar olgunlaştırılması gerekmekte olduğudur. Bir avokado bahçesinde meyvelerin tamamının aynı zamanda ağaç olumuna gelmemesi, hasat zamanının tespitinde bazı sorunları meydana getirmektedir. İklimterik özellikteki avokadoların ilk etapta ağaç olumu aşamasına gelip sonrasında da tüketime hazır hale gelmesi için hasat sonrası bir süre daha olgunlaştırılarak yeme olumuna hazır hale getirilmesi gerekmektedir. Avokadolarla çeşide bağlı olarak dikimden 3 – 4 yıl sonra ilk meyveler alınmaya başlar ve 10 yaşından itibaren de ekonomik verimliliğe ulaşmış olur. Avokadoda hasat sezonu oldukça uzun olup en fazla yetiştiriciliği yapılan Hass çeşidinde ocak sonundan başlayarak haziran ayına kadar devam etmektedir.

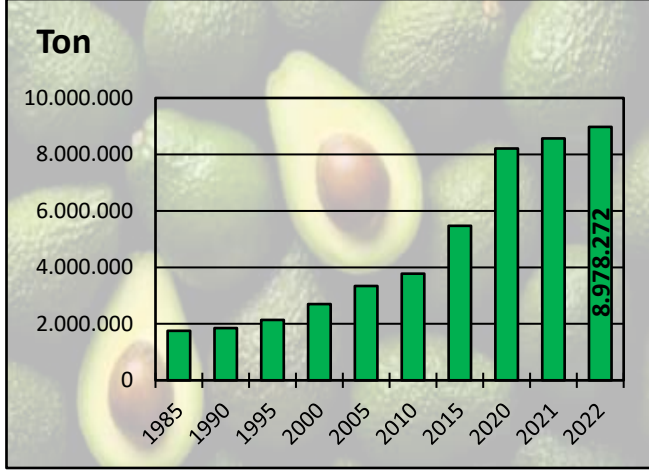
Avokadoda hasat döneminin belirlenmesi ve ağaç olumuna gelen meyvelerin tespiti kadar bunların toplanıp depolanması da büyük titizlik gerektirmektedir. Avokadoların mümkünse elle ve saplı bir şekilde, meyveye zarar vermeden toplanması gerekmektedir. Sapın çok kısa olması veya sap ile meyvenin birleşme kısmına zarar verilmesi avokadoda çok hızlı bozulmalar yaratmaktadır. Öte yandan meyve sapının da ambalajlama esnasında diğer meyvelere zarar vermeyecek uzunlukta bırakılması çok önemlidir. Hasat edilen meyvelerin çok hızlı bir sürede soğuk hava depolarına ( $4^{\circ}\text{C}$  –  $5^{\circ}\text{C}$ ) yerleştirilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde meyveler yüksek solunuma bağlı olarak kısa sürede yeme olumuna gelecek ve pazarlara ulaşmadan çürüyecektir. İdeal soğuk hava deposu şartlarında avokadolar 2 aya kadar muhafaza edilebilmektedir.

## 5. Dünya Genelinde Avokado Üretimi

Avokado daha önce de bahsedildiği gibi subtropikal ve tropikal bölgelerde yetiştiriciliği yapılan, anavatanı günümüz Meksika'sı merkez olmak üzere Mezoamerika olan bir bitkidir. Avokadonun yetiştiriciliği kısa denilebilecek bir sürede hızla yayılmış ve ticari manada dünya genelinde yaklaşık bir asırlık süreçte azımsanmayacak bir boyuta taşınmıştır. Dünya genelinde 2022 yılı itibarıyla Antarktika hariç tüm kıtalardan toplam 71 ülkede ticari manada avokado yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bu ülkelerin bir kısmı küresel çapta avokado üretim ve ticaret merkeziyken bazılarında üretim 1.000 tonu dahi bulmamaktadır (Barbados, Trinidad ve Tobago, Surinam, Porto Riko, Bhutan ve Malezya gibi). Ayrıca dünya genelinde avokado yetiştiriciliğinin tüm meyvecilik faaliyetleri içerisinde hala çok sınırlı bir payı olduğunu belirtmek gerekir. Nitekim 2022 yılına gelindiğinde yemişler hariç tüm meyve alanları 78.039.967 ha. alan kaplamakta olup aynı yıl avokado 884.035 ha. alanda (FAO, n.d.), yani tüm meyvecilik alanlarının sadece %1,1'inde yapılmıştır.

Avokado üretiminin dünya genelinde yıllar itibarıyla gelişimine baktığımızda 1985'te iki milyon tonun altında (1.752.860 ton) olan üretim 2010 yılına değin küçük ölçekli artışlarla 3.777.990 tona kadar çıkmıştır (Şekil 3). Toplam 25 yıllık süreçte dünya avokado üretimi %115 oranında artış göstermiştir. 2010'dan sonra ise avokado üretiminde çok daha hızlı ve de dikkat çekici bir artış sürecine girilmiştir. 2015 yılına gelindiğinde 5.473.730 ton olan üretim 2020'ye gelindiğinde 8.209.609 ton olmuş, aradan geçen sadece 5 yıllık süreçte avokado üretiminde %50'lik artış gerçekleşmiştir. Son olarak 2022'de ise dünya avokado üretimi 9 milyon tona yaklaşmış ve 2010'dan 2022'ye değin

geçen 12 yıllık süreçte %137 oranında artmıştır. Avokadoya olan talebin artması, sağlıklı ve vegan beslenme alışkanlıklarının yaygınlaşması, COVID-19 salgınından sonra insanların beslenme konusunda daha seçici olması gibi eğilimler doğrultusunda ve de avokado yetiştiriciliğinde yeni aktörlerin de devreye girmesiyle daha da artacağını söyleyebiliriz. Bu artış seyrindeki en önemli handicap ise etkisini yıldan yıla daha da şiddetlendirerek hissettiren küresel iklim değişikliği olacaktır.

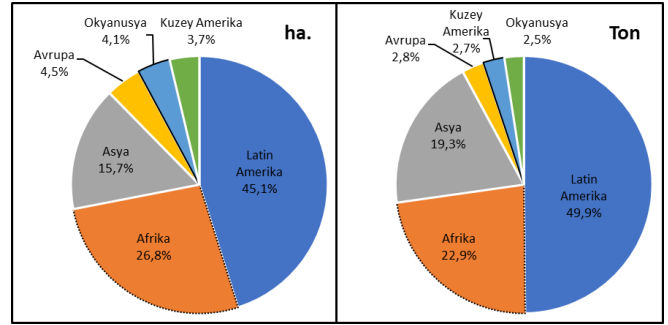


Şekil 3. Seçilmiş yıllar itibariyle dünya avokado üretiminin değişimi (FAO, n.d..).

Avokado ziraatının ilk olarak kıtalara göre dağılımına baktığımızda şekil 3'te de görüldüğü üzere Latin Amerika toplam 252.946 ha. avokado alanıyla dünya genelinde %45'lik bir payı elinde bulundurmaktadır. Burayı toplam 150.315 ha. alanla Afrika, 87.934 ha. ile de Asya izlemektedir. Diğer kıtaların payları ise nispeten birbirine yakındır. Buna göre avokado yetiştiriciliği için Latin Amerika merkezli bir faaliyet olduğunu, bununla beraber Afrika ve Asya ile birlikte avokado yetiştiriciliğinin tamamının (%87,6) bu üç kıtada yapıldığını söyleyebiliriz. Fakat avokado üretim miktarında bazı değişiklikler göze çarpmakta olup dikim alanlarına tam anlamıyla paralel bir gelişimden bahsetmek mümkün değildir. Örneğin; Latin Amerika, avokado dikim alanında %45,1'lik paya sahipken, üretimde bu oran %50'ye yaklaşmıştır (Şekil 3). Buna göre dünya avokado üretiminin yarısını Latin Amerika sağlamaktadır. Afrika'da ise tam tersi bir durum söz konusu olup her ne kadar ikinci sırada yer alıyorsa da dikim alanının aksine üretimde payı gerileyerek 1.218.386 tonluk üretimiyle %23'lük bir dilimi oluşturmaktadır (Şekil 3). Asya ise tıpkı Latin Amerika'da olduğu gibi dikim alanındakinden daha fazla bir oransal değerle üretimde %20'ye yakın (1.028.480 ton) bir payı elinde bulundurmaktadır. Diğer üç kıtada sınırlı üretim değerleri bulunmakla beraber dikim alanında Kuzey Amerika son sıradayken, üretimde 142.340 tonla Okyanusya'yı geçerek 5. sıraya yerleşmiştir (Şekil 4).

Ülkeler özelinde avokado yetiştiriciliğine baktığımızda kıtalar ölçeğinde Latin Amerika, ülkeler ölçeğinde de Meksika, Kolombiya ve Peru merkezli bir faaliyet olduğunu söyleyebiliriz. Tablo 2'de de görüldüğü gibi söz konusu bu üç ülkenin toplam üretimleri (Yaklaşık 4.4 milyon ton) 2022 yılı dünya avokado üretiminin yarısına karşılık gelmektedir. Sadece Meksika, dünya avokado üretiminin %28.2 gibi çok büyük bir kısmını tek başına karşılamıştır. Söz konusu üç

ülkenin de üretimleri dikkat çekici oranda artmakta, 2012'den 2022'ye değin geçen süreçte avokado üretimi Kolombiya'da 3 katından fazla, Peru'da ise 2 katından fazla ve Meksika'da da 2 katına yakın oranda artış göstermiştir (Tablo 2). Latin Amerika'nın diğer önemli üreticileri ise Brezilya, Şili ve Venezuela'dır. Bunlardan Brezilya'da da üretimin kayda değer oranda artış gösterdiği ve 2022'de dünya avokado üretiminin %3.7'lik kısmını oluşturduğu görülmektedir. Şili ve Venezuela'da ise 2012'den 2022'ye kadar geçen sürede avokado üretiminde dikkat çekici bir artış olmadığı, dünya üretimindeki paylarının da sınırlı düzeyde kaldığı görülmektedir. Kıtalar ölçeğinde ikinci büyük üretici olan Afrika'da ise Kenya en büyük üretici olarak karşımıza çıkmaktadır. Kenya dünya avokado üretiminin %5.1'ini, Afrika toplam üretiminin de %37.6 gibi çok büyük bir kısmını karşılamaktadır. Ülkenin avokado üretimi de yıldan yıla kayda değer oranda artış göstermektedir. Buna karşılık Afrika'nın avokado üretiminde en hızlı atılımı yapan ülke Etiyopya olup 2012'den 2022'ye kadar olan süreçte üretim %555 gibi çarpıcı bir oranda artmıştır. Afrika'nın kuzeyindeki en büyük üretici olan Fas'ta da avokado üretimi artış seyrinde olup 2022'de 100 bin tona yaklaşmıştır.



Şekil 4. Kıtalara göre avokado üretim alanları ve miktarları (FAO, n.d..).

Tablo 2. Ülkeler ölçeğinde avokado üretim değerleri ve oransal payları.

Kıta	Ülke	Üretim miktarı (ton)		Değişim oranı (%)	Dünya üretimindeki payı (%)
		2012	2022		
Latin Amerika	Meksika	1.316.1	2.529.581	92.2	28.2
	Kolombiya	255.384	1.090.664	327.1	12.1
	Peru	268.525	866.457	222.6	9.6
	Brezilya	159.903	338.238	111.5	3.7
	Şili	160.000	168.010	5.0	1.9
	Venezuela	116.964	128.611	9.9	1.4
Afrika	Kenya	166.948	458.439	174.6	5.1
	Etiyopya	25.633	167.884	555.0	1.9
	G. Afrika	91.603	103.602	13.1	1.1
	Fas	54.340	98.720	81.7	1.1
	Malavi	-	94.095	-	1.0
	Kamerun	72.000	74.325	3.2	0.8
Asya	Endonezya	294.200	389.000	32.2	4.3
	Vietnam	-	210.594	-	2.3
	İsrail	77.500	189.667	144.7	2.1



	Çin	108.000	135.860	25.8	1.5
	Filipinler	20.908	20.076	-4.0	0.2
	Lübnan	7.922	19.408	145.0	0.2
Avrupa	İspanya	76.337	105.930	39.0	1.2
	Portekiz	-	25.790	-	0.3
	Yunanistan	1.477	13.890	840.4	0.1
Kuzey Amerika	ABD	238.495	142.340	-40.3	1.6
Okyanus ya	Avustralya	48.951	86.171	76.0	0.9
	Y. Zelanda	25.500	42.346	66.0	0.5

Kaynak: FAO, n.d..

Kıta ölçeğinde üçüncü büyük avokado üreticisi olan Asya'nın en büyük üretici ülkesi Endonezya olup 2022'de dünya üretiminin %4.3'ünü sağlamıştır. Ülkenin avokado üretimi 2012'den 2022'ye değin %32.2'lik artış göstermiştir. 2022 itibariyle ikinci en büyük üretici olan Vietnam'da resmi avokado verileri 2018'de tutulmaya başlanmış ve aynı yıl 77.874 ton olan üretim 2022'de 210.594 tona çıkmıştır ki (FAO, n.d.), ülkenin bu anlamda çok hızlı bir gelişim seyri içinde olduğu anlaşılmaktadır. Asya'da avokado üretimi komşu iki ülkede çok hızlı bir artış göstermekte olup bunlar İsrail ve Lübnan'dır. Her iki ülkede de avokado üretimi 2012'den 2022'ye kadar geçen sürede %140'ın üzerinde artış göstermiştir (Tablo 2). Dünya genelinde çok az ülkede avokado yetiştiriciliği gerileme eğiliminde olup bunlardan birisi de Filipinler'dir. Ülkenin 2012'de 20.908 ton olan üretimi 2022'de %4'lük bir gerilemeyle 20.076 tonla sınırlı kalmıştır. Avrupa'da 2022'de toplam 147.727 ton olan avokado üretiminin çok büyük bir kısmı İspanya'da gerçekleşmektedir. Ülkenin 2012'den 2022'ye kadar geçen sürede avokado üretimi %40'a yakın artmış ve 105.930 ton olmuştur. Portekiz ise ikinci büyük üretici olarak esasında avokado yetiştiriciliğine ticari manada çok yakın yıllarda başlamış bir ülkedir. İlk olarak 2019'da resmi istatistiklere konu olan Portekiz avokado üretimi söz konusu yılda 13.370 ton iken 2022'de 25.790 tona çıkmıştır. Dünya çapında 2012 – 2022 yılları arasındaki süreci ele aldığımızda avokado üretim artışı rekor düzeyde gerçekleşen ülkelerin başında Yunanistan gelmektedir. Ülkenin 2012'deki 1.477 tonla sınırlı olan üretimi 2022'de 13.890 tona çıkarak %840'lık bir artış göstermiştir (Tablo 2). Kuzey Amerika'nın tek avokado üreticisi olan ABD'de, dünya genelinde avokado yetiştiriciliğinin gerilediği birkaç ülkeden birisidir. Ülkenin Kaliforniya merkezli üretimi 2012'den 2022'ye %40.3 gibi dikkat çekici seviyelerde düşüş göstermiştir. Üretimdeki bu düşüş ABD'nin ithalatına da yansımış ve dışalımını kayda değer oranda artış göstermiştir. Okyanusya'daki duruma baktığımızda Avustralya ve Yeni Zelanda öne çıkmaktadır. Her iki ülkede de avokado üretimi artış eğilimindedir.

Verim konusuna baktığımızda ise avokadonun yapısal özelliğinden kaynaklı olarak bu durum yıldan yıla oldukça değişkenlik göstermektedir. Avokado tıpkı zeytinde olduğu gibi periyodisite göstermektedir. Bu duruma çeşit ve coğrafi faktörleri de eklediğimizde avokado verimliliği için yıldan yıla çok değişken bir tablonun karşımıza çıktığını söyleyebiliriz. Güncel verilerden hareketle 2022 yılı itibariyle dünya ortalama avokado verimi 101.560 g/ha. (Yani hektar başına 10.1 ton) iken El Salvador, Samoa, Panama ve Filistin gibi ülkelerde bu değerlerin birkaç katı verim elde edilmiştir. Burada asıl dikkat çeken nokta verimi çok yüksek olan ülkelerin esasında çok sınırlı düzeyde

avokado üreticisi ülkeler olduğudur. Avokado üretiminde önde gelen ülkelerin verim durumuna baktığımızda tablo 3'te de görüldüğü üzere Brezilya, Kenya, Vietnam ve Peru gibi ülkelerde ortalamanın üzerinde verim durumları karşımıza çıkmaktadır. Türkiye'nin de aynı yıl 111.028 g/ha. (Hektara 11.1 ton) verimi söz konusu olup dünya ortalamasının üzerinde kalmıştır (Tablo 3).

**Tablo 3.** 2022 yılı itibariyle avokado veriminin en yüksek olduğu ülkeler.

Ülkeler	Verim (100 g/ha.)	Ülkeler	Verim (100 g/ha.)
El Salvador	477.384	Fransız Polinezyası	139.764
Samoa	304.458	Guyana	139.189
Panama	290.283	Endonezya	133.370
Filistin	211.976	Bahamalar	128.383
Dominik Cum.	186.252	Küba	127.987
Brezilya	174.215	Doğu Timor	125.729
Kenya	168.871	Vietnam	125.355
İsrail	149.309	Peru	122.824
Trinidad ve Tobago	147.787	Venezuela	121.715
Surinam	145.348	<b>Türkiye</b>	<b>111.028</b>
Ruanda	143.049	<b>Dünya Ort.</b>	<b>101.560</b>

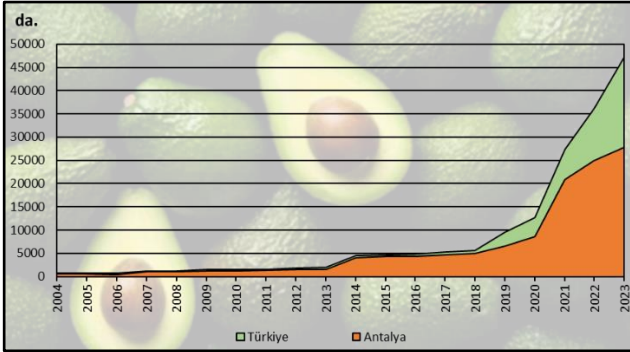
Kaynak: FAO, n.d..

## 6. Türkiye'de Avokado Yetiştiriciliği ve Coğrafi Dağılımı

Avokado daha önce de bahsedildiği gibi Türkiye tarımına sonradan dahil olmuş, ürün deseninin yeni elemanlarından. Ülkemizde Akdeniz Bölgesi'nde ekseriyetle muz yetiştiricilik alanlarına paralel bir yayılış sergileyen avokado bahçeleri, 36° kuzey enleminin çevresi boyunca uzanmaktadır. Söz konusu hat boyunca özellikle dağların güneye bakan yamaçlarında avokado bahçeleri tesis edilmiştir. Türkiye'de ilk olarak 1970'li yılların başında BM Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) aracılığıyla Kaliforniya'dan Hass, Fuerte, Bacon ve Zutano olmak üzere yetiştiriciliği en yaygın olan çeşitlerden dördü getirilmiştir. Bu çeşitlerle Antalya, Muğla (Dalaman), Mersin (Alata), Adana ve Hatay (İskenderun) koşullarında demonstrasyon çalışmalarına başlanmıştır (Demircan & Veliöğlu, 2021; Şan vd., 2022). Bu ilk girişimlerin ardından 1980'lerde dağınık halde bazı girişimler olsa da asıl gelişim 2010'lu yıllardan itibaren olmuştur.

Türkiye'de ve avokado yetiştiriciliğinin en fazla yapıldığı Antalya'da zirai faaliyet alanının gelişimine baktığımızda 2004 – 2013 yılları arasında çok düşük ölçekli bir gelişim dikkati çekmektedir (Şekil 4). 2013 yılına kadar Türkiye genelinde 2.000 dekarın altında kalan avokado bahçelerinin alanı 2014'e gelindiğinde 4.468 dekar çıkmış ve aynı yıl Antalya'da 4.070 dekar olarak gerçekleşmiştir. Buna göre 2014'te Türkiye avokado yetiştiricilik alanlarının %91.1 gibi çok büyük bir kısmı Antalya'da bulunuyordu. Takip eden yıllarda, 2014 – 2018 arasında yine stabile yakın bir süreç söz konusu olmuş ve Antalya avokado yetiştiriciliğindeki yegane merkez olma özelliğini korumuştur (Şekil 5). Fakat 2018'den sonra hem ülke çapında avokado yetiştiricilik sahası genişlemiş hem de Antalya yanı sıra Mersin'de önemli bir aktör olarak faaliyete dahil olmuştur. Örneğin; 2020'de Türkiye'de toplam avokado yetiştiricilik alanı 12.648 da. iken Antalya'da bu

değer 8.572 da. olmuş (TÜİK, n.d.) ve Antalya'nın Türkiye avokado yetiştiricilik alanındaki payı %67.7'ye inmiştir. Sonraki yıllarda ise başka illerin de avokado yetiştiriciliğine başlaması ve Mersin'deki hızlı gelişimle Antalya'nın payı düşmüş olsa da hâlâ Türkiye avokado üretiminde birinci sıradadır.



Şekil 5. Türkiye ve Antalya'da yıllar itibariyle avokado yetiştiricilik alanlarındaki değişim (TÜİK, n.d.).

Avokado yetiştiriciliğinin alansal durumunu il ve ilçeler ölçeğinde incelediğimizde Alanya'yı istisna tutarsak avokadonun hâlâ Türkiye için alternatif ya da çok yeni bir ürün olduğunu söyleyebiliriz. Ağaç sayılarını incelediğimizde de görüleceği üzere her ne kadar çok ciddi bir avokado dikimi söz konusuysa da mevcut meyvecilik faaliyetleri içerisinde çok küçük bir paya sahip olduğu anlaşılmaktadır. Türkiye avokado üretiminde ilk sırada yer alan Antalya'da, avokado alanları tüm meyvecilik alanları içerisinde yaklaşık %3'lük bir payı oluşturmaktadır. Antalya'nın en büyük avokado üreticisi Alanya'da ise söz konusu faaliyetin artık büyük ölçekli bir sektör olduğu ve kayda değer bir yayılış gösterdiği anlaşılmaktadır. Nitekim Alanya, toplam 15.500 da. avokado alanıyla ilçe meyvelik alanlarının kabaca beşte birinin bu faaliyete ayrıldığı anlaşılmaktadır (Tablo 4). Gazipaşa'da da mevcut avokado bahçeleriyle ilçe meyvecilik alanlarının %7.6 gibi azımsanmayacak bir kısmının avokadoya ayrılması dikkate değerdir. Manavgat ve Serik'te ise bu faaliyet ilçe ölçeğinde hâlâ sınırlıdır. Türkiye'nin ikinci büyük avokado üreticisi Mersin'de ise toplam meyvecilik alanları içerisinde avokado bahçelerinin payı %1'i dahi bulamamaktadır (Tablo 4). Mersin içerisinde en büyük üretici olan ve 3.000 da. alanda avokado yetiştirilen Anamur'da ise bu oran %3 seviyelerindedir. Silifke, Erdemli ve Tarsus'un payları ise %1'in altında kalmıştır. Adana'nın, Yumurtalık ilçesinde ise toplam 1.650 da. avokado alanıyla tüm meyve alanları içerisinde %3.1'lik pay bu faaliyete ayrılmıştır. Diğer il ve ilçelerde avokado yetiştiriciliği tüm meyvecilik faaliyetleri içerisinde oldukça sınırlı düzeyde kalmıştır.

Tablo 4. 2022 yılı itibariyle Türkiye'deki en fazla avokado yetiştiriciliği yapılan merkezlerde avokado bahçelerinin oransal değerleri.

Lokasyon	Toplam meyvelik alanı (da.)	Avokado alanı (da.)	Avokado alanlarının toplam meyve bahçeleri içindeki payı (%)
Antalya	848.052	24.976	2.94
Alanya	72.323	15.500	21.43
Gazipaşa	68.352	5.200	7.60

Manavgat	84.584	2.100	2.48
Serik	70.982	800	1.12
<b>Mersin</b>	<b>1.577.153</b>	<b>6.688</b>	<b>0.42</b>
Anamur	99.696	3.000	3.00
Silifke	148.080	1.300	0.87
Erdemli	149.982	720	0.48
Tarsus	416.724	620	0.14
<b>Adana</b>	<b>1.038.031</b>	<b>3.557</b>	<b>0.34</b>
Yumurtalık	52.352	1.650	3.15
Karataş	144.112	1.100	0.76
<b>Muğla</b>	<b>1.198.700</b>	<b>559</b>	<b>0.04</b>
Ortaca	46.655	200	0.42
<b>Hatay</b>	<b>1.011.034</b>	<b>324</b>	<b>0.03</b>
Arsuz	94.832	160	0.16

Kaynak: TÜİK, n.d..

Türkiye'de avokado yetiştiricilik alanlarının dağılımına baktığımızda faaliyetin Alanya ve Anamur merkezli olacak şekilde çevreye doğru azalarak yayıldığı görülmektedir. Antalya ve Mersin'in sınırındaki ilçelerden doğu ve batıya doğru gidildikçe faaliyetin seyrekleştiği dikkat çekmektedir (Şekil 6). Bununla birlikte topografyanın elverdiği ölçüde denizel etkinin iç kısımlara doğru sokulabildiği yerlerde avokado yetiştiriciliğinin yayıldığı da görebilmekteyiz. Bu durum özellikle Adana'da ve yer yer Muğla'da kendini göstermektedir.

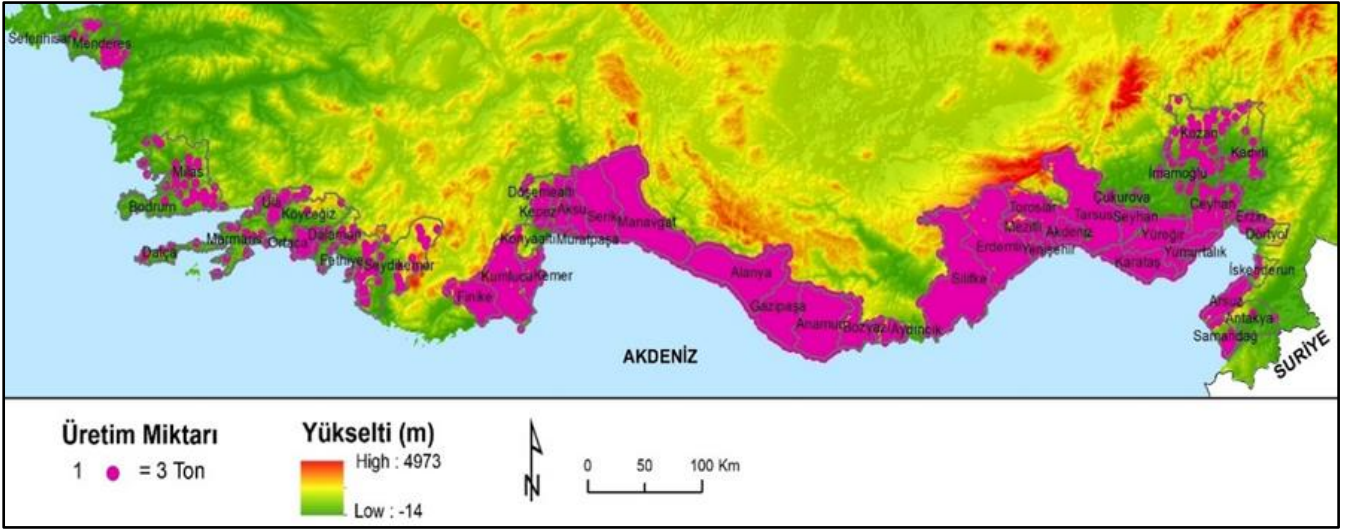
Türkiye'de avokado üretimi ve ağaç sayılarındaki gelişime baktığımızda 2005 yılında sadece 475 tonla sınırlı kalan avokado üretimi 5 yıl sonra iki katından fazla bir artış göstermiş ve 1.207 tona çıkmıştır (Tablo 5). Nihayet 2017 yılına gelindiğinde iki bin tonu aşan avokado üretimimiz ertesi yıl üç bin tonu aşmış, sonraki yıl dört bin tonu ve 2020'de de altı bin tona yakın üretimle devamlı artış seyrini korumuştur. İlk olarak 2021'de çok yüksek bir artış değeri yakalamış, 2022'de ise bir önceki yıla kıyasla %342'lik artışla 40.181 tona ulaşmış, bu değerle de Türkiye avokado üretiminin en yüksek değeri yakalanmıştır. Fakat 2023 yılında tarihinde ilk defa avokado yetiştiriciliği bir miktar gerileme göstermiş ve 38.462 tonla sınırlı kalmıştır (Tablo 5).

Ağaç varlığına baktığımızda özellikle belediyelerin Tarımsal Hizmetler Dairesi aracılığıyla vermiş olduğu hibe ve destekler sayesinde son yıllarda katlanarak artışların yaşandığı görülmektedir. Türkiye'de 2020'ye değin meyve veren ağaç sayısı 100 binin altındayken 2021'de 121.090'a, 2022'de 409.520'ye ve 2023'te de 494.643 adetle neredeyse yarım milyon ağaca ulaşmıştır. Meyve vermeyen ağaç sayısı ise benzer şekilde özellikle son yıllarda rekor bir hızla artış göstermiştir. Türkiye'de 2019'da 133.367 adet olan meyve vermeyen ağaç sayısı, 2021'de 600 bine yaklaşmış, 2022'de 582.695 olmuş ve 2023'te 795.553'e çıkmıştır (Tablo 5). Buna göre 6 – 7 yıla kadar meyve vermeyen ağaçların da ekonomik verimliliğe geçmesiyle Türkiye avokado üretiminin 100 bin tonu aşacağını ifade edebiliriz.

Verim konusuna baktığımızda ise avokado yetiştiriciliğinde hektar başına ortalama 7 ton ürün alınabildiği gibi coğrafi şartlara ve çeşit özelliğine bağlı olarak bu değer 20 tona kadar çıkabilmektedir. Türkiye şartlarında 2022 itibariyle toplam 3.619 ha. kapama avokado bahçesi olduğu ve 409.520 adet meyve veren yaşta ağaç olduğunu göz önüne aldığımızda hektar başına 113 ağaç düşmektedir (TÜİK, n.d.). Buna göre aynı yıl ağaç başına ortalama 98 kg. ürün alınmış olup buna göre de hektar başına 11 ton gibi dünya ortalamasının bir miktar üzerinde (Dünya







Şekil 7. Türkiye’de avokado üretim miktarının coğrafi dağılımı.

avokado ithalatı, COVID-19 salgının en şiddetli olduğu 2020 devresinde sağlıklı verilerin olmayışından kaynaklı tespit edilememiş, 2021’de 3 milyon tonu aşmış, 2022’de çok az bir gerilemeyle 2.9 milyon ton olmuş ve 2023’te de 3.3 milyon tona ulaşmıştır. Daha önce de bahsedildiği gibi en büyük ithalatçı konumunda olan ABD, son 5 yılda 1 milyon tonun üzerinde avokado ithal etmiş ve 2023 yılı verilerine göre dünya avokado ithalatının %38.3’ünü gerçekleştirmiştir. ABD’nin ardından ithalatı en fazla olan ve görece düzenli bir şekilde artan ülke Hollanda’dır. Ülkenin avokado ithalatı 2020’den itibaren 300 bin tonun altına düşmemiş, 2022’de bir miktar gerilese de 2023’te yeniden artarak 378.535 tona çıkmıştır (Tablo 6). İspanya, Fransa ve Almanya diğer önemli avokado ithalatçısı ülkeler olup genel anlamda ithalatta ABD ve Avrupa ağırlıklı ticari akış net bir şekilde görülebilmektedir. 2023 yılı itibariyle bahis konusu bu 5 ülkenin avokado ithalatı, dünya toplam avokado ithalatının %67.7 gibi önemli bir kısmını teşkil etmektedir. Türkiye’nin avokado ithalatındaki seyrine baktığımızda düzenli artış seyri ülkemiz için de söz konusudur. Avokado genel olarak üst gelir seviyesine hitap eden bir ürün olduğu ve de Türkiye’de henüz yaygınlık kazanmadığı için ithalat miktarları hala çok küçük ölçeklidir. Türkiye’nin 2019’daki 2.841 tonluk avokado ithalatı beşinci yılın sonunda %285.5’luk artışla 10.954 tona çıkmıştır (Tablo 6). Türkiye bu değeriyle dünya çapında 2023 yılında 30. sıraya yerleşmiştir.

Tablo 6. Son beş yılda dünyada en fazla avokado ithalatı yapan ülkeler ve Türkiye’nin durumu.

Ülkeler	İthalat (Ton)				
	2019	2020	2021	2022	2023
ABD	1.105.191	1.116.499	1.213.095	1.132.800	1.261.585
Hollanda	278.913	351.035	379.316	348.532	378.535
İspanya	136.013	-	214.202	202.014	240.565
Fransa	165.287	170.749	181.998	200.872	192.312
Almanya	97.092	123.365	122.127	130.772	157.710
Türkiye	2.841	3.677	6.368	7.337	10.954
<b>Dünya Top.</b>	<b>2.583.709</b>	<b>-</b>	<b>3.128.074</b>	<b>2.967.910</b>	<b>3.294.762</b>
İthalat (000 Döner \$)					
ABD	2.863.791	2.540.264	3.138.646	3.380.386	3.086.847
Hollanda	817.596	1.027.919	1.020.974	911.557	1.164.609
İspanya	521.365	518.858	540.240	533.363	595.328
Fransa	341.286	389.303	487.260	410.416	558.518
Almanya	348.635	387.203	398.573	384.893	523.497
Türkiye	2.002	2.781	4.530	6.389	9.849
<b>Dünya Top.</b>	<b>7.114.062</b>	<b>7.267.516</b>	<b>8.270.797</b>	<b>7.971.260</b>	<b>8.465.169</b>

Kaynak: ITC, n.d..

Avokado ithalatının mali boyutuna baktığımızda ise miktara paralel olarak inişli çıkışlı seyir burada da karşımıza çıkmakta, bununla birlikte son 5 yılın ortalamasına baktığımızda 7.8 milyar \$’lık bir ithalat hacmi olduğu anlaşılmaktadır. Son olarak 2023 yılında ise 8.4 milyar \$ ile en yüksek değere ulaşılmıştır. En büyük ithalatçı konumundaki ABD’nin, bu noktada da en fazla döviz harcayan ülkesi beklenen bir durum olup 2023 yılı itibariyle dünya avokado ithalatının %36.4’lük kısmını ABD ödemiştir. Hollanda, İspanya, Fransa ve Almanya’da avokadoya en fazla döviz ödeyen ülkeler konumundadır (Tablo 6). Türkiye ise sınırlı avokado ithalatına 2019’da 2 milyon \$ ödemiş, 2021’de 4.5 milyon \$ olmuş ve 2023’te de 9.8 milyon \$’a çıkmıştır (Tablo 6). Avokado ithalatına harcanan döviz bakımından ise Türkiye, 2023 itibariyle 44. sırada yer almıştır.

Avokado ihracatına baktığımızda esasında avokado üretimi konusunda bahsettiğimiz başlıca aktörlerin bu noktada ilk sıralarda yer aldıkları görülmektedir. Avokado üretiminde lider olan Meksika ve Peru, ihracatta da lider konumda olup 2023 yılı itibariyle söz konusu bu ülke dünya avokado arzının %56’sını sağlamaktadırlar. Avokado periyoditesine bağlı olarak ihracatta da inişli çıkışlı seyir kendini göstermekte olsa da genel manada artış trendi dikkat çekmektedir. Nitekim dünya genelinde 2019 yılında 2.3

milyon ton olan avokado ihracatı, 2023'e gelindiğinde 3.2 milyon tona çıkmıştır. Bunun kabaca 1/3'ünü tek başına Meksika sağlamış, Peru ile birlikte yarım fazlasını tedarik etmişlerdir. Tablo 7'de beşinci sırada yer alan ve Afrika'nın en önemli avokado tedarikçisi olan Kenya'yı bir kenara bırakacak olursak en dikkat çeken ülkeler sınırlı avokado üretimleri olan Hollanda ve İspanya'dır. Söz konusu bu iki ülkenin de avokado ihracatları son 5 yılda genel olarak artmıştır. Bundaki en önemli nokta ise yeniden ihracat (Re-Export) ile Hollanda ve İspanya'nın avokado ihracatından elde etmiş oldukları kazançtır. Türkiye gibi henüz avokado sektörüne yeni yeni dahil olan bir ülkenin ihracat pozisyonuna baktığımızda beklendiği üzere çok sınırlı bir hacmi olup 2019'daki 687 tonluk avokado ihracatı, beş yılın sonunda 5.728 tona çıkmıştır (Tablo 7). Söz konusu ihracatla Türkiye, 2023 dünya sıralamasında 27. sırada bulunmaktadır.

**Tablo 7.** Son beş yılda dünyada en fazla avokado ihracatı yapan ülkeler ve Türkiye'nin durumu.

Ülkeler	İhracat (Ton)				
	2019	2020	2021	2022	2023
Meksika	952.201	978.908	1.227.070	1.041.787	1.220.919
Peru	312.073	410.697	541.520	582.953	598.493
Hollanda	270.108	333.212	366.439	320.798	345.890
İspanya	119.144	138.401	139.925	150.148	133.639
Kenya	63.356	79.081	95.036	103.240	122.581
Türkiye	687	887	522	3.804	5.728
<b>Dünya Top.</b>	<b>2.305.266</b>	<b>2.568.878</b>	<b>3.047.471</b>	<b>2.940.098</b>	<b>3.252.681</b>
İhracat (000 Değer \$)					
Meksika	2.912.587	2.665.846	3.045.660	3.143.310	2.835.943
Hollanda	886.300	1.059.181	1.158.077	905.029	1.083.916
Peru	751.330	759.054	1.048.300	883.988	963.427
İspanya	384.646	442.889	462.013	415.791	413.889
İsrail	76.890	62.861	58.955	100.759	260.760
Türkiye	1.204	1.545	842	5.940	8.077
<b>Dünya Top.</b>	<b>6.309.257</b>	<b>6.423.207</b>	<b>7.342.905</b>	<b>6.989.987</b>	<b>7.270.287</b>

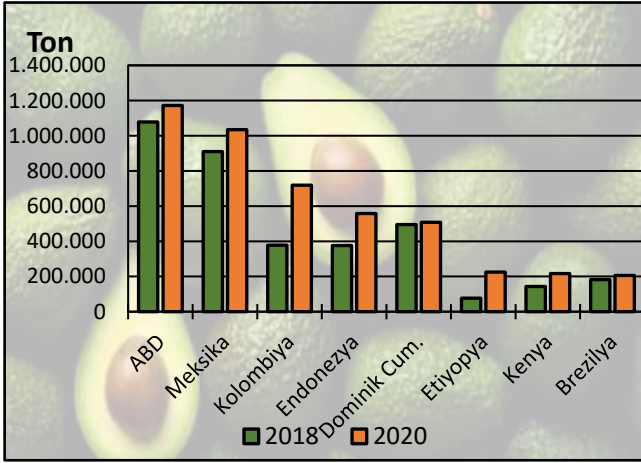
**Kaynak:** ITC, n.d..

Avokado ihracatının mali boyutuna baktığımızda bu alanda da kayda değer bir artış olduğu görülmekte ve 2019'daki 6.3 milyar \$'lık avokado ihracatı 2023 itibariyle %15.2'lik artışla 7.2 milyar \$'a çıkmıştır (Tablo 7). Ülkeler ölçeğinde en büyük tedarikçi olan Meksika, avokadodan en fazla gelir elde eden ülke olup 2022'de 3 milyar \$'ın üzerindeki ihracat geliri, 2023'te bir miktar gerileyerek 2.8 milyar \$ olmuştur. İhracat miktarında ikinci sırada yer alan Peru, ihracattan elde edilen gelirden 3. sıraya gerilemiş, Hollanda ise 2. sıraya yükselmiştir. Hollanda genel olarak avokado ihracatından 1 milyar \$'ın üzerinde kazanç sağlamakta ve 2023 yılındaki ihracat geliriyle de dünya avokado ihracatının %15'ini kazanmıştır. Peru ise her ne kadar Hollanda'dan daha fazla avokado üretim, satışını yapsa da elde ettiği gelir her seferinde Hollanda'nın gerisinde olmuştur. Bu da avokado gibi pazar değeri yüksek ve üst gelir grubuna hitap eden tarım ürünlerinde sadece üretimin değil pazarlama stratejileri ve küresel ticaret ağına hakim olmanın çok daha önemli olduğunu somut bir şekilde göstermektedir. İspanya'nın da avokado ihracatından kayda değer bir geliri söz konusu olup son birkaç yılda bu miktarda azalma görülmektedir (Tablo 7). Ortadoğu'nun önemli üreticilerinden İsrail'in de avokado ihracatından elde ettiği gelir son yıllarda hızla artmış ve dünya sıralamasında 5. sıraya yerleşmiştir. Türkiye'nin sınırlı ihracatından elde ettiği gelir ise 2021 yılı bir kenara bırakılacak olursa genel

olarak artış eğilimindedir. 2020'de 1.5 milyon \$'lık avokado ihracat geliri, 2023'e gelindiğinde 8 milyon \$ olmuş ve bu değerle dünya sıralamasında 29. sırada yer almıştır.

Avokado ticaretiyle ilgili son olarak Türkiye'nin partnerlerine baktığımızda ithalatta Kenya en önemli tedarikçi olup 2023 itibariyle 8.996 tonluk avokado ithalatıyla toplam avokado alımımızın %82'sini karşılamıştır. Tanzanya (1.056 ton) ve Peru (418 ton) diğer önemli tedarikçilerdir (ITC, n.d.). Avokado ihracatımızda 3.751 tonla Rusya ilk sırada yer almakta, burayı 869 tonla Gürcistan, 199 tonla da Ukrayna takip etmektedir (ITC, n.d.). Türkiye'nin avokado ticaretinde ithalatta Afrika, ihracatta ise Karadeniz ülkelerinin öne çıktığı anlaşılmaktadır.

Avokado üretimi ve ticaretini inceledikten sonra ülkelerin tüketim durumlarına baktığımızda yıldan yıla bu alanda da kayda değer artışlar olduğu, söz konusu artışların ise beklendiği üzere ekonomik açıdan gelişmiş ülkelerde ortaya çıktığı görülmektedir. Şekil 8'de de görüldüğü üzere dünyanın avokado konusundaki ağırlık merkezlerinden en önemlisi olan ABD, tüketim noktasında da ilk sırada yer almakta ve 2018'deki 1.077.832 tonluk tüketim, yaklaşık 100 bin tonluk artışla 2020'de 1.172.089 tona ulaşmıştır (Şekil 8). Dünyanın önemli avokado tedarikçilerinden Meksika ise avokado tüketiminde ikinci sırada yer almakta olup söz konusu yıllarda tüketimi 909.763 tondan 1.034.475 tona çıkmıştır. Kolombiya ise avokado tüketiminin 2 yıl içerisinde en fazla arttığı ülke olup 377.792 tondan 719.023 tona yükselmiştir. Endonezya'da da tüketim kayda değer oranda artarak 375.594 tondan 557.711 tona yükselmiştir. Dominik Cumhuriyeti'nde dikkat çekici bir değişim söz konusu değilken Etiyopya'da da bu alanda ciddi bir artış görülmektedir (Şekil 8). Önemli avokado tedarikçilerinden Kenya ve Brezilya'da ise tüketim çok düşük seviyelerde olup bu alanda 2018'den 2020'ye değin ciddi bir değişim yaşanmamıştır. Dikkat çekici bir şekilde avokado tüketiminde Avrupa ülkeleri ilk 10'da yer almamış, Fransa, 2020'deki 118.041 tonluk tüketimiyle 12. sırada, 99.505 tonluk tüketimiyle İspanya 17. sırada ve 95.862 tonluk tüketimiyle de Almanya 18. sırada yer almıştır (World Population Review, 2024). Henüz Türk halkının diyetinde yeni yeni yer edinmeye başlayan avokado ülke genelinde 2018'de 4.510 ton tüketilmişken 2020'ye gelindiğinde 8.105 tona çıkmıştır (World Population Review, 2024). Kişi başına avokado tüketimine baktığımızda 2022 yılı verilerine göre ABD'de 8.4 kg., Meksika'da 8.1 kg., Avustralya 4.7 kg., Norveç'te 2.8 kg., İsviçre 2.2 kg., Fransa 2.4 kg., BK 1.6 kg., Almanya 1.3 kg. ve Belçika 1.2 kg.'dır (CBI, 2024). Görüldüğü üzere kişi başına avokado tüketiminde bu defa gelişmiş ülkelerin dikkat çektiği anlaşılmaktadır. Avokado, Türkiye'de genellikle büyük şehirlerde, gelir seviyesi yüksek kesim tarafından tüketilen bir meyvedir (Er vd., 2023). Aynı yıl Türkiye'de ise kişi başına avokado tüketimi 60 – 70 g. civarında kalmıştır.



Şekil 8. 2018 – 2020 yıllarında dünyada en fazla avokado tüketen ülkelerdeki değişim (World Population Review, 2024).

Avokado denildiğinde esasında bitkinin sadece meyveleri akla gelmekte ve bir gıda maddesi olarak değerlendirilmektedir. Halbuki avokado bitkisinin yaprakları, tohumu/çekirdeği, meyvesinin kabuğu gibi diğer aksamaları da ekonomik değeri haiz kısımlardır. Bunun aynı sıra meyvelerinden elde edilen yağ ise en değerli bitkisel yağlar arasında gösterilmekte hem gıda hem de kozmetik sanayinde aranan bir ürün olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca avokadonun tohum, meyve kabuğu ve yaprakları zengin besin ve fitokimyasal kaynağıdır. Avokadonun değerlendirilmeyen kısımlarının da antioksidan özellikleri ve tohumlarının avokadonun etli kısımlarından daha fazla fenolik madde içerdiği tespit edilmiştir (Demircan & Veliöğlu, 2022; Çelik vd., 2023). Avokado çekirdeği ile ilgili olarak son yıllarda çekirdeğin yüzeyindeki kahverengi kabuk soyulduktan sonra rendelenmesiyle salatalara çeşni, demlenerek çay şeklinde veya rendelenmiş çekirdeğin kaynatılmasıyla saç maskesi olarak alternatif kullanım alanları ortaya çıkmıştır. Yapılan çalışmalar avokado çekirdeğinin polifenollerce oldukça zengin olduğunu ve yüksek miktarda fenolik bileşikler içerdiğini ortaya koymuştur. Nitekim yapılan analizler sonucunda avokado çekirdeğinin sentetik antioksidanlardan daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu anlaşılmıştır (Rodríguez-Carpena vd., 2011; Gümüştpe vd., 2022). Meyvenin etli kısmı ise genellikle çiğ şekilde günün her öğününde, pişirilerek çorba ve çeşitli tencere yemeği şeklinde tüketilebilmektedir. Avokado yağı ise gıda maddesi ve kozmetik sektörüne yönelik başlı başına bir sanayi kolu olmuş ve avokado da bu özelliğiyle endüstriyel bir bitki özelliği kazanmıştır. Türkiye’de avokado genellikle çiğ olarak tost, salata ve kahvaltılarda tereyağına alternatif olarak kullanılmaktadır. Avokado yağı kullanımı henüz yaygınlık kazanmamış olup kozmetik sektöründe avokado içerikli ürünler ise oldukça yaygındır.

## 8. Sonuç ve Tartışma

Türkiye’de avokado yetiştiriciliğini ziraat coğrafyası odağında ele aldığımız bu çalışmada geçmişten günümüze değin yaşanan gelişmeler bir bütün olarak değerlendirilmiş, Türkiye’nin bu alandaki sınırlılıkları ve potansiyeli ortaya konmaya çalışılmıştır. Yapmış olduğumuz saha çalışmaları ve literatür bilgisinden hareketle Türkiye avokado yetiştiriciliği için kısa ve orta vadede;

- ❖ Avokado yetiştiriciliğinin kısa bir süre sonra 100 bin tona yaklaşacağı,
- ❖ İzmir’in güneyi, Aydın, Muğla, Adana, Osmaniye ve Hatay’da avokadonun yeni yetişme alanlarına kavuşacağı,
- ❖ Alım gücü ve alışkanlıkların değişmesiyle Türkiye’nin avokado talebinin daha da artacağı,
- ❖ Üretimin yanı sıra avokado ithalatının daha da artacağı,
- ❖ Avokadoya yönelik hibe ve desteklerin artarak devam edeceği,
- ❖ Akdeniz Bölgesi’nde muza en büyük rakip olacağı öngörülmektedir.

Yapılan saha çalışmaları avokadoya yoğun bir talep olduğunu ve hızlı bir dikim süreci yaşandığını göstermiştir. Bahis konusu öngörülerden hareketle ise şu noktalara mutlaka dikkat çekilmesi gerekmektedir;

- ❖ Avokado gibi su isteği çok fazla olan bir bitki için Akdeniz Bölgesi su yönetimi – avokado ilişkisi muhakkak gözden geçirilmelidir.
- ❖ Olası bir iklim krizinde avokado yetiştiriciliğinin ne şekilde etkileneceğine yönelik tedbirlerin alınması gerekmektedir.
- ❖ Yağışların yetersiz olduğu dönemlerde sulamanın zorunlu olduğu ve su isteği de yüksek olan avokado için yetiştiricilik sahalarında meydana gelebilecek tuzlanma, bölge ziraatı için ayrıca kaygı verici bir noktadır.
- ❖ Türkiye’nin sürdürülebilir avokado yetiştiriciliği için ne kadarlık bir alana ihtiyaç duyulmaktadır?

Buraya kadar sıralanan öngörüler ve dikkat çekilmesi gereken noktalar yanı sıra Türkiye’nin avokado yetiştiriciliği sürecinde genel ve yerel bazı noktalara da dikkat çekilmesi gerekmektedir. Sıklıkla vurgulandığı üzere avokado değerli, üreticisine iyi gelir sağlayan bir tarım ürünüdür. Bu da ürüne olan kötü niyetli yaklaşımları da artırmaktadır. Üreticilerin de sıklıkla dile getirdiği üzere ne yazık ki hasat dönemi çok uzun olan avokado da bu dönemde hırsızlık vakaları çok sık yaşanmaktadır. Bu da üreticileri zaten zahmetli olan avokado yetiştiriciliği noktasında ayrıca tedbirler almaya zorlamaktadır. Türlü sebeplerden (Maliyet, bilinçsizlik, hırsızlık gibi) yapılan erken hasat ise avokado yetiştiriciliğinde en istenmeyen durumdur ki bu da Türkiye’de sıkça karşılaşılan bir durumdur. Erken hasat meyve kalitesini olumsuz yönde etkilediği gibi yerli avokadoya olan ilgiyi de düşürmekte ve bu anlamda olumsuz bir imaj yaratmaktadır.

Türkiye, sadece avokado yetiştiriciliğine odaklanmamalı, Hollanda’da olduğu gibi yeniden ihracata (Re-Export) da ciddi anlamda yönelmelidir. Bir yarımada olma özelliğinden yararlanarak avokado ticaretinde daha fazla söz sahibi bir ülke olarak söz konusu zirai faaliyetten daha çok yarar sağlama yoluna gitmelidir. Avokado tüketiminde önemli bir merkez olan Avrupa’ya ve de avokado tüketimi için büyük bir pazar potansiyeli bulunan Körfez Ülkeleri’ne yakınlığını kullanarak bu alana daha fazla eğilmesi uygun olacaktır. Bu noktada dikkat çekilmesi gereken bir nokta da gerek ticaret gerekse yerli üretim için avokadonun iklimterik özellik göstermesinden ötürü soğuk hava depolarının tesis edilmesi gerektiğidir. Bu tesisler



yapılırken de kapasiteleri hem küresel ticarete hem de yerli üretimin ihtiyacına cevap verecek özellikte olmalıdır.

### Araştırmacıların katkı oranı

**Güven Şahin:** Literatür taraması, Haritalama, Makale yazımı, Düzenleme.

### Çatışma beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

### Kaynakça

- Avocado Variety Collection (2024, January 17). *Avocado varieties*. <https://avocado.ucr.edu/>
- Ayala Silva, T. & Ledesma, N. (2014). Avocado history, biodiversity and production. In Nandwani, D. (Ed.), *Sustainable horticultural systems* (pp. 157-205). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-06904-3\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-06904-3_8)
- Bayram, S. & Arslan, M. (2007). Düşük ve yüksek sıcaklıkların avokado yetiştiriciliği üzerine etkisi. *Derim*, 24(2), 9 – 19.
- Bayram, S. (n.d.). *Avokado yetiştiriciliği*. BATEM – Antalya İl Tarım Orman Müdürlüğü. Retrieved June 18, 2024, from <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/batem/Belgeler/Kutuphane/Teknik%20Bilgiler/Avokado%20Yetistirciligi.pdf>
- Berkessa, A.J. (2020). Salinity and avocado production, a review. *International Journal of Forestry and Horticulture (IJFH)*, 6(1), 32-38. DOI: <http://dx.doi.org/10.20431/2454-9487.0601004>
- California Avocado Commission. (2020, July 23). *The history of California avocados*. <https://californiaavocado.com/avocado101/the-history-of-california-avocados/#:~:text=The%20avocado%20>
- Cárceles Rodríguez, B., Durán Zuazo, V.H., Franco Tarifa, D., Cuadros Tavira, S., Sacristan, P.C. & García-Tejero, I.F. (2023). Irrigation alternatives for avocado (*Persea americana* Mill.) in the Mediterranean Subtropical Region in the context of climate change: A review. *Agriculture*, 13(5), 1049. <https://doi.org/10.3390/agriculture13051049>
- CBI (2024, January 17). *The European market potential for avocados*. <https://www.cbi.eu/market-information/fresh-fruit-vegetables/avocados/market-potential>
- Çelik, C., Binici, S., Yıldırım, A.N., Şan, B., Yıldırım, F. & Bayram, S. (2023). Antalya ekolojik koşullarında yetiştirilen 4 avokado (*Persea americana* Mill.) çeşidinin meyve özellikleri ile farklı dokularının bazı biyokimyasal içeriklerinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 38(1), 173 – 186.
- Çevre Adaleti (2024, January 17). *Petorca, Valparaiso Şili'deki avokado tarımsallığı ve su krizi*. <https://www.cevreadaleti.org/conflict/the-avocado-agribusiness-and-water-drought-in-petorca-chile/?translate=tr>
- Dabas, D., Shegog, R.M., Ziegler, G.R. & Lambert, J.D. (2013). Avocado (*Persea americana*) seed as a source of bioactive phytochemicals. *Curr. Pharm. Des.*, 19(34), 6133 – 6140. DOI: 10.2174/1381612811319340007
- Demircan, B. & Veliöğlu, Y.S. (2021). Avokado: Bileşimi ve sağlık üzerine etkileri. *Akademik Gıda*, 19(3), 309 – 324.
- Demircan, B. & Veliöğlu, Y. S., (2022). Avokado: İşlenmesi ve kullanım alanları. *Akademik Gıda*, 20(1), 80 – 93. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.1097866>
- Dreher, M.L. & Davenport, A.J. (2013). Hass avocado composition and potential health effects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(7), 738 – 750. DOI: 10.1080/10408398.2011.556759.
- Er, S., Dokuzlu, S., Karimi, A., (2023). Türkiye’de avokado üretimi ve dış ticareti. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi (TEAD)*, 9(1), 81 – 95.
- Food and Agriculture Organization (FAO), (n.d.). *International agricultural production statistics*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved June 18, 2024, from <http://www.fao.org/faostat/en/#data>
- Galindo-Tovar, M. E., Arzate-Fernandez, A. M., Ogata-Aguilar, N. & Lander-Torres, I. (2007). The avocado (*Persea americana*, Lauraceae) crop in Mesoamerica: 10.000 years of history. *Harvard Papers in Botany*, 12(2), 325 – 334.
- Gama-Campillo, L. A. & Gómez-Pompa, A. (1992). An ethnoecological approach for the study of *Persea*: A case study in the Maya area. In C. J. Lovatt (Ed.), *Proceedings of the 2nd World Avocado Congress* (pp. 11-17). University of California Riverside and California Avocado Society.
- Gutierrez, M. L. & Villanueva, M. (n.d.). *The avocado in the Prehispanic time*. World Avocado Congress Proceedings. Retrieved June 18, 2024, from [https://www.avocadosource.com/WAC6/WAC6\\_TOC.html](https://www.avocadosource.com/WAC6/WAC6_TOC.html)
- Gümüştape, L., Aydın, E. & Özkan, G. (2022). Avokadonun biyoaktif bileşenleri ve sağlık üzerine etkileri. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 10(1), 341 – 359. <https://doi.org/10.21923/jesd.1005610>
- Hoekstra, A.Y. (2008). The water footprint of food. In Förare, J. (Ed.), *Water for food*, The Swedish research council for environment (pp. 49-60). Agricultural Sciences and Spatial Planning (Formas).
- Huang, K.M., Guan, Z., Blare, T. & Hammami, A. M. (2023). Global avocado boom. *Choices*, 38, 1-9.
- IndexBox. (2021, March 22). *The Asian-Pacific avocado market peaks near \$1.4B*. <https://www.globaltrademag.com/the-asian-pacific-avocado-market-peaks-near-1-4b/>
- International Trade Centre (ITC). (n.d.). Trade map – trade competitiveness map. ITC. Retrieved June 18, 2024, from <http://www.intracen.org/>
- Landon, Amanda J. (2009). Domestication and significance of *Persea americana*, the avocado, in Mesoamerica. *Nebraska Anthropologist*, 47, 62-79. (Son erişim: 18.06.2024). <https://digitalcommons.unl.edu/nebanthro/47>
- Lee, J., Koo, N. & Min, D.B. (2004). Reactive oxygen species, aging, and antioxidative nutraceuticals. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 3(1), 21 – 33. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2004.tb00058.x>
- Levasseur, V. & Olivier, A. (2000). The farming system and traditional agroforestry systems in the Maya community of San Jose, Belize. *Agroforestry Systems*, 49, 275 – 288.
- MacNeish, R. S. (1967). A summary of the subsistence. In D. S. Byers (Ed.), *The prehistory of the Tehuacan Valley V.I environment and subsistence*, (pp. 290-310). University of Texas Press.
- McClung de Tapia, E. (1979). *Plants and subsistence in the Teotihuacan Valley, A.D. 100-750* [Doctoral dissertation, Brandeis University]. University Microfilms International.
- Rodríguez-Carpena, J. G., Morcuende, D., Andrade, M. J., Kylli, P. & Estevez, M. (2011). Avocado (*Persea americana* Mill.) phenolics, in vitro antioxidant and antimicrobial activities, and inhibition of lipid and protein oxidation in porcine patties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(10), 5625–5635.
- Rozan, M.A.G., Boriy, E.G. & Bayomy, H.M. (2021). Chemical composition, bioactive compounds and antioxidant activity of six avocado cultivars *Persea americana* Mill. (Lauraceae) grown in Egypt. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 33(10), 815 – 826. DOI: 10.9755/ejfa.2021.v33.i10.2772
- Smith, C.E.Jr. (1966). Archeological evidence for selection in avocado. *Economic Botany*, 20(2), 169 – 175. DOI:10.1007/bf02904012
- Smith, C. E. Jr. (1967). Plant remains. In D. S. Byers (Ed.), *The prehistory of the Tehuacan Valley V.I environment and subsistence*, (pp. 220-254). University of Texas Press.

Şan, B., Yıldırım, A.N., Yıldırım, F., Binici, S., Çelik, C., Bayram, S. & Yılmaz, M. (2022). Antalya ekolojik koşullarında bazı avokado (*Persea americana* Mill.) çeşitlerinin yağ asitleri içerikleri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(3), 525 – 531.  
DOI: 10.37908/mkutbd.1128282

Tavlı, Ö.F. & Eroğlu Özkan, E., (2020). Ülkemiz kültür bitkilerinden *Persea americana* Mill. (Avokado) ve tıbbi açıdan değerlendirilmesi. *Lokman Hekim Dergisi* 10(1), 28 – 36.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (n.d.). Bitkisel üretim istatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu. Retrieved June 18, 2024, from

<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>

Wolstenholme, B. N. (2002). Ecology: Climate and the edaphic environment. In A. W. Whaley, B. Schaffer & B. N. Wolstenholme (Eds.) *The avocado: Botany, production and uses*, (pp. 71-99). Cabi Publishing

World Population Review (2024, January 17). *Avocado consumption by Country* 2024.

<https://worldpopulationreview.com/country-rankings/avocado-consumption-by-country>



© Author(s) 2024. This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



## Analysis of Barriers to Sustainable Tourism Development with Interpretive Structural Modelling and Fuzzy PIPRECIA

Kuttusi Zorlu\*<sup>1</sup>, Volkan Dede<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ardahan Üniversitesi, İnsani Bilimler ve Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Ardahan, Türkiye.

<sup>2</sup>Ardahan Üniversitesi, İnsani Bilimler ve Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Ardahan, Türkiye.

### Keywords

Sustainable tourism barriers  
ISM-MICMAC  
Fuzzy PIPRECIA  
Güzelyurt  
Cappadocia

### Research Article

Received: 21.10.2024

Accepted: 07.12.2024

Published: 20.12.2024



### Abstract

This research aims to identify the barriers to sustainable tourism (ST) development, model the interrelationships between these barriers, and rank them in order of importance. The ST barriers were modelled and clustered using ISM (Interpretive Structural Modelling) and MICMAC (Matriced' Impacts Croise's Multiplication Applique'e a' un Classement), and their ordering was determined using the fuzzy PIPRECIA (PIVot Pairwise Relative Criteria Importance Assessment) technique. For this purpose, a new model integrating ISM, MICMAC, and fuzzy PIPRECIA methods was proposed for the first time in the literature to model and analyse the barriers to ST development. This proposed model was applied as a case study in Güzelyurt (Aksaray-Türkiye), an important tourism region of Cappadocia. According to the results, infrastructural and superstructure deficiencies, a focus on economic gain, a lack of cooperation and coordination among the stakeholders, the inability to provide economic benefits, the lack of a holistic planning approach, and a lack of sustainable tourism management practises were the most important barriers to sustainable tourism. It is thought that the findings and the proposed methodological framework will contribute to the ST research literature in a theoretical context. In practical terms, it is believed to indirectly contribute to possible ST planning and management in the Güzelyurt district.

## Yorumlayıcı Yapısal Modelleme ve Bulanık PIPRECIA ile Sürdürülebilir Turizm Gelişimine Yönelik Engellerin Analizi

### Anahtar Kelimeler

Sürdürülebilir turizm engelleri  
ISM-MICMAC  
Fuzzy PIPRECIA  
Güzelyurt  
Kapadokya

### Araştırma Makalesi

Geliş: 21.10.2024

Kabul: 07.12.2024

Yayınlanma: 20.12.2024

### Özet

Bu araştırmanın amacı sürdürülebilir turizm (ST) gelişiminin önündeki engelleri belirlemek, bu engeller arasındaki ilişkileri modellemek ve bunları önem sırasına göre sıralamaktır. ST engelleri YYM (Yorumlayıcı Yapısal Modelleme) ve MICMAC (Matriced' Impacts Croise's Multiplication Applique'e a' un Classement) kullanılarak modellenmiş ve kümelenebilir ve sıralamaları bulanık PIPRECIA (PIVot Pairwise Relative Criteria Importance Assessment) tekniği kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla, ST gelişiminin önündeki engelleri modellemek ve analiz etmek için literatürde ilk kez YYM, MICMAC ve bulanık PIPRECIA yöntemlerini birleştiren yeni bir model önerilmiştir. Önerilen bu model, Kapadokya'nın önemli bir turizm bölgesi olan Güzelyurt'ta (Aksaray-Türkiye) bir vaka çalışması olarak uygulanmıştır. Sonuçlara göre, altyapı ve üstyapı eksiklikleri, ekonomik kazanıma odaklanma, paydaşlar arasında iş birliği ve koordinasyon eksikliği, ekonomik fayda sağlayamama, bütüncül bir planlama yaklaşımının eksikliği ve sürdürülebilir turizm yönetimi uygulamalarının eksikliği sürdürülebilir turizmin önündeki en önemli engellerdir. Bulguların ve önerilen metodolojik çerçevenin ST araştırma literatürüne teorik bağlamda katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Pratik açıdan ise Güzelyurt ilçesinde olası ST planlama ve yönetimine dolaylı olarak katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

### Sorumlu Yazar

\*<sup>1</sup>Doç. Dr., [kuttusizorlu@gmail.com](mailto:kuttusizorlu@gmail.com), ORCID ID [0000-0001-8924-6549](https://orcid.org/0000-0001-8924-6549)

<sup>2</sup>Doç. Dr., [volkandede@ardahan.edu.tr](mailto:volkandede@ardahan.edu.tr), ORCID ID [0000-0003-4523-1390](https://orcid.org/0000-0003-4523-1390)

### Kaynak Göster (APA)

**Atıf/Citation:** Zorlu, K. & Dede, V. (2024) Analysis of barriers to sustainable tourism development with Interpretive Structural Modelling and Fuzzy PIPRECIA. *Journal of Anatolian Geography*, 2(2), 84-96.



## 1. Introduction

Tourism has economic, sociocultural, and environmental consequences (Timur & Getz, 2009). These results and effects can occur both positively and negatively. In parallel with negative results, sustainable tourism (ST) activities worldwide have gained importance. ST is a tourism approach that considers current and future economic, sociocultural, and environmental impacts and meets the needs of visitors, industry, the environment, and host communities (UNWTO, 2013). ST has three pillars: economic, ecological, and sociocultural. Financial sustainability and development, environmental sustainability focus on the development-resource relationship, and sociocultural sustainability focus on the development-society relationship (Timur & Getz, 2009).

ST is known as tourism based on sustainable development concepts, taking complete account of economic, social, and environmental impacts (Tseng et al., 2018). To ensure sustainability, it is stated that there is a need to develop and manage tourism activities in destinations without compromising natural and cultural resources (Blancas et al., 2015). In particular, it is important to understand how various human activities interact with regional topographic conditions and the consequences of this interaction on biodiversity and ecosystem sustainability (Eraslan, 2024a). In this context, urban area development is seen as an important factor threatening the natural environment (Eraslan, 2024b). However, as in other sectors, it is known that there are various difficulties in ensuring sustainability in the tourism industry (Streimikiene et al., 2021). The intensity of these challenges tends to vary from place to place, and they are more prevalent in economies dependent on tourism activities (Dembovska & Zvaigzne, 2021).

It is stated that the implementation of ST is complicated due to the current socio-economic and political conditions, especially in developing countries (Tosun, 2001). Implementation of ST in these countries faces numerous challenges, including a lack of funding, qualified personnel, local community participation, and so on (Yadav & Sahu, 2015). Other pressing challenges in implementing ST include high energy consumption, food waste, general waste management, limited access to finance, and low investment levels (Pan et al., 2018).

When ST is considered in Türkiye, it is known that most of the problems and difficulties mentioned in the literature are also experienced in Türkiye. In his study, Tosun (2001) talked about the problems with ST in Turkey. These include the priorities of the national economy, the lack of a modern approach to tourism development, the structure of the public administration system, environmental problems, too much commercialisation, and the structure of the international tourism system, among other things.

Although there are many meaningful academic and practical discussions on ST in the literature, it is stated that decision-making in applying ST is complex (Mihalic, 2016). Management stakeholders, in particular, are perplexed about balancing and achieving tourism development's environmental, economic, and social goals (Zhang, 2016). In general, the barriers to ST have been addressed through conceptual studies. Apart from this, there are studies (García-Melón et al., 2012; Zhang, 2016; Hatipoğlu et al., 2016; Lee & Hsieh, 2016; Yadav et al., 2018; Tseng et al., 2018; Ocampo et al., 2018; Ren, 2020; Liu & Suk, 2021;

Salamzadeh et al., 2021; Huang et al., 2022; Tajer & Demir, 2022; Tajer & Demir, 2024) evaluating ST and ST barriers empirically in the literature. However, few studies (Hatipoğlu et al., 2016; Yadav et al., 2018; Ren, 2020) empirically evaluate the mutual causal relationships between the barriers encountered in ST and the significance of the challenges. Based on this gap, the current study proposes a two-stage methodology consisting of ISM-MICMAC and fuzzy PIPRECIA, focusing on analysing barriers encountered in ST implementation.

One of these techniques, ISM, is proposed by Warfield (1974), in which direct and indirect relationships between different factors are defined together with their hierarchical structures. In this approach, the structure of a complex topic or problem is depicted in a carefully designed model that includes graphics and words (Shankar et al., 2003). Detailed information about the ISM methodology is presented in the method section. Many studies (Sindhu et al., 2016; Chen et al., 2021; Raut et al., 2018; Gholami et al., 2020; Trivedi et al., 2021) deal with the issue of sustainability barriers with the ISM technique. Some researchers define ISM in tourism as sustainable and rural tourism development (Yadav et al., 2018; Tseng et al., 2018; Weng et al., 2021; Zorlu et al., 2022; Hussain et al., 2024), customer satisfaction determination in spa tourism (Mi et al., 2019), medical tourism (Sadeh & Garkaz, 2019; Aiwerioghene et al., 2021), and analysis of factors affecting foreign investment (Gupta et al., 2021). For example, Yadav et al. (2018) analysed 16 ST barriers with ISM in their study in the Indian National Chambal Sanctuary (NCS) conservation area. According to their findings, they identified the lack of coordination among stakeholders and the lack of government incentives as the two most important ST barriers in the region. Building on the literature discussed above, the ISM methodology has been used to model and understand these advantages and the complex relationships among various barriers in many studies. For this reason, it would be appropriate to use the ISM technique to analyse mutual causal relationships between ST barriers in the current study.

In the second analysis phase of this study (to determine the importance level of ST barriers), MCDM techniques were also used. MCDM is a collection of tools and methods to solve problems with multiple and often conflicting criteria (Sodenkamp et al., 2018). Because in the real environment, successful decision-making usually requires consideration of more than one factor (criteria) (Peng et al., 2020). There are many criterion weighting techniques in the MCDM family of methods that are frequently used by researchers. Among these techniques, the AHP technique is quite widely used. However, in cases where the number of criteria is high, the number of pairwise criteria comparisons increases in the AHP technique, creating a disadvantage. In SWARA, another method, criteria are first listed according to their importance level. Researchers (Stanujkic et al., 2017) developed the PIPRECIA technique to overcome the mentioned techniques' complexity. However, in the classical PIPRECIA, evaluating the barriers to ST is challenging due to the decision-maker's vague, inconsistent, and ambiguous information. Indeed, since the MCDM technique often fails to address the uncertainty in real-world situations, many researchers have suggested using Zadeh's (1965) fuzzy set (FS) theory with MCDM (Abdel-Basset et al., 2018). Therefore, using a PIPRECIA technique integrated with fuzzy numbers was deemed appropriate in this study.

The Güzelyurt district (Aksaray-Türkiye), an important destination of the Cappadocia Region, was chosen as the case to prove the applicability of the proposed method. The reasons for selecting the Güzelyurt district as the study area are discussed in detail in the following sections. Since the two-stage methodological framework proposed in the study, the study is anticipated to make a theoretical contribution to the literature. In addition, it is thought that the study's findings will provide practical contributions to providing information to tourism stakeholders.

## 2. Material and Methods

### 2.1. Güzelyurt district and ST barriers

Güzelyurt district of Aksaray province is located in the south of the Central Kızılırmak Section of the Central Anatolia Region. The research area has a topography developed by volcanic-climatic-fluvial processes, and in this case, it is reflected in natural tourist attractions. In addition, the site, which has been a settlement since prehistoric times (Pekak, 1993), has significant historical and cultural touristic offerings. Despite the touristic attractions of the district (Ihlara and Manastırlar Valley, rock-carved churches, caves, fairy chimneys, tuff cones, Melendiz Stream, traditional architectural structures, folk culture elements, etc.), (Figure 1) the tourism activities carried out in the district have remained in the shadow of the Nevşehir region.

The district mainly provides services for the daily use of the Nevşehir region. As a result of the newly developing tourism activities in the district centre and the settlements around the Ihlara Valley, the number of tourists visiting the Güzelyurt district in 2019 was 17,642, while a total of 543,125 people visited the district's Ihlara Valley (Guzelyurt District Governorship, 2020). ST is still a distant concept for the district, which hosts many visitors yearly (Varnacı Uzun, 2012). Progress can only be made in the community with ST planning. As a result, it is critical to comprehend the barriers that stand in the way of ST in Güzelyurt, as well as the relationships between these barriers. For this reason, the present study aims to evaluate the challenges in front of ST in the district. For this purpose, 12 barriers (Table 1) were identified through an extensive literature review, expert opinions, and field studies.

With the methodological approach of the current study (explained in detail in the following sections), the causal relationships between these 12 barriers were examined, and inferences were made by finding the weights of the barriers.

### 2.2. Interpretive structural modeling (ISM)

First developed by Warfield, ISM is a methodological approach that belongs to the family of soft operations research approaches (Dev & Shankar, 2016). In the current study, the ISM methodology was chosen because of its advantages and because it has been used in many studies to model and understand the complex relationships between various barriers. The steps to implement the ISM methodology are as follows:

*Step 1:* The variable related to the subject (ST barriers in the current research) is determined.

*Step 2:* Contextual relationships are established between the determined variables.

*Step 3:* A structural self-interacting matrix (SSIM) is created, showing the binary relationships between the

variables. The following four symbols represent the relationships between the variables  $i$  and  $j$ .

- V: The barrier  $i$  affects  $j$ , and  $j$  does not affect  $i$ .
- A: The  $j$  barrier affects  $i$ , and  $i$  do not affect  $j$ .
- X: The barrier  $i$  affects  $j$ , and  $j$  affects  $i$ .
- O:  $i$  and  $j$  have no connection.

*Step 4:* The initial accessibility matrix is obtained by replacing the letters (V, A, X, O) in the matrix obtained in the previous step with 1 and 0. The basic rules for 1 and 0 are as follows:

- If the relationship between  $i$  and  $j$  in SSIM is V, then entry  $(i, j)$  in the accessibility matrix is 1 and entry  $(j, i)$  is 0.
- If the relationship between  $i$  and  $j$  in SSIM is A, then entry  $(i, j)$  in the accessibility matrix is 0 and entry  $(j, i)$  is 1.
- If the relationship between  $i$  and  $j$  in SSIM is X, then the entry  $(i, j)$  and  $(j, i)$  in the accessibility matrix is 1.
- If the relationship between  $i$  and  $j$  in SSIM is 0, then the entry  $(i, j)$  and  $(j, i)$  in the accessibility matrix is 0.

The initial matrix is checked for transitivity to arrive at the final accessibility matrix. Transitivity rule; If the X barrier is related to the Y barrier and the Y barrier is associated with Z, then naturally, the X and Z barriers are also described.

*Step 5:* In this step, the final accessibility matrix obtained in the previous step is divided into different levels. The final accessibility matrix is converted to the conical matrix according to the accepted levels.

*Step 6:* A directional diagram consisting of nodes and arrows is drawn based on the data in the conic matrices.

*Step 7:* The transitive links in the diagram obtained in the previous step are removed, replaced with expressions at the nodes, and an ISM-based model is obtained.

*Step 8:* In the last step, MICMAC analysis is performed. developed by Warfield, ISM<sub>1</sub> is a methodological

### 2.3. Operations on fuzzy numbers

If the membership function  $\mu_{\tilde{A}}(x): R \rightarrow [0,1]$  is equal to Equation (1), a fuzzy number  $\tilde{A}$  on R will be a triangular fuzzy number (TFN):

$$\mu_{\tilde{A}}(x) \begin{cases} \frac{x-l}{m-l} & l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m} & m \leq x \leq u \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

where  $l$  represents the lower and  $u$  upper bounds of the fuzzy number  $\tilde{A}$  and  $m$  is the modal value. TFN can be marked as  $\tilde{A} = (l, m, u)$ .

The operations of TFN  $\tilde{A}_1 = (l_1, m_1, u_1)$  and  $\tilde{A}_2 = (l_2, m_2, u_2)$  are as follows:

(1) Addition:

$$\tilde{A}_1 \oplus \tilde{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) + (l_2, m_2, u_2) = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (2)$$

(2) Multiplication:

$$\tilde{A}_1 \otimes \tilde{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) \otimes (l_2, m_2, u_2) = (l_1 \times l_2, m_1 \times m_2, u_1 \times u_2) \quad (3)$$





**Figure 1.** Some of the important tourist attractions in Güzelyurt. a) Selime fairy chimneys, rock-carved structures and Selime Cathedral; b) and c) Ihlara Canyon; d) "Great Church Mosque" and examples of civil architecture in Güzelyurt Monastery Valley; e) Selime fairy chimneys; f) Melendiz River flowing through Ihlara Canyon.



**Table 1.** ST barriers.

ST Barriers	Hussain et al. (2024)	Connell et al. (2009)	Torres Delgado et al. (2021)	Dodds & Butler (2010)	Dodds (2007)	Hatipoğlu et al. (2016)	Harrison et al. (2003)	Neto (2003)	Pan et al. (2018)	Pektaş et al. (2014)	Timur & Getz (2009)	Tosun (2000)	Várnaci Uzun & Somuncu (2011, 2012)	Zorlu (2019, 2020)
B1- Lack of cooperation and coordination among stakeholders				✓	✓	✓	✓		✓		✓			✓
B2- Infrastructure and superstructure inadequacies		✓		✓						✓				✓
B3- Lack of knowledge and information	✓			✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	
B4- Lack of interest and awareness	✓		✓	✓	✓	✓				✓	✓			✓
B5- Inability to generate economic income from tourism								✓					✓	✓
B6- Lack of a holistic planning approach				✓		✓	✓				✓			
B7- Prioritizing economic gain			✓	✓								✓	✓	✓
B8- The dominance of mass tourism								✓				✓		✓
B9- Lack of community participation	✓			✓	✓	✓		✓				✓	✓	
B10- Lack of local-scale tourism data	✓		✓			✓			✓					✓
B11- The pressure of tourism activities on the natural, historical and cultural environment								✓	✓	✓		✓		✓
B12- Lack of sustainable tourism management practices		✓		✓							✓	✓	✓	✓

(3) Subtraction:

$$\begin{aligned} \tilde{A}_1 \ominus \tilde{A}_2 &= (l_1, m_1, u_1) - (l_2, m_2, u_2) \\ &= (l_1 - u_2, m_1 - m_2, u_2 - l_2) \end{aligned} \quad (4)$$

(4) Division:

$$\frac{\tilde{A}_1}{\tilde{A}_2} = \frac{(l_1, m_1, u_1)}{(l_2, m_2, u_2)} = \left( \frac{l_1}{u_2}, \frac{m_1}{m_2}, \frac{u_1}{l_2} \right) \quad (5)$$

(5) Reciprocal:

$$\tilde{A}_1^{-1} = (l_1, m_1, u_1)^{-1} = \left( \frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1} \right) \quad (6)$$

$$\bar{s}_j^r = \begin{cases} > \bar{1} \text{ if } C_j > C_j - 1 \\ = \bar{1} \text{ if } C_j = C_j - 1 \\ < \bar{1} \text{ if } C_j < C_j - 1 \end{cases} \quad (7)$$

where  $\bar{s}_j^r$  denotes the evaluation of the criteria by the decision maker  $r$ . Then, to obtain a linguistic matrix  $\bar{s}_j$ , it is necessary to take the average of the matrix  $\bar{s}_j^r$  using the geometric mean. Decision makers evaluate the criteria by applying the scales in Tables 2 and 3.

### 2.4. Fuzzy PIPRECIA method

Sola The PIPRECIA method (Stanujkic et al., 2017) is known as a new MCDM approach used to determine the weight values of the criteria. Compared to SWARA, a similar method, the PIPRECIA method allows the evaluation of criteria without ranking them in order of importance (Stević et al., 2018; Đalić et al., 2020). The extension of the PIPRECIA method in fuzzy form was developed by Stević et al. (2018). The advantages of the PIPRECIA method emerge, especially with the group decision-making processes in fuzzy models (Stević et al., 2018). Many researchers (Stević et al., 2018; Stanković et al., 2020; Tomašević et al., 2020; Đalić et al., 2020; Vesković et al., 2020; Blagojević et al., 2020; Özdağoğlu et al., 2021; Arman & Kundakçı, 2022) have successfully applied the method in different subject areas. The fuzzy PIPRECIA method consists of 10 steps shown below (Stević et al., 2018; Tomašević et al., 2020; Vesković et al., 2020; Arman & Kundakçı, 2022;):

*Step 1.* A set of criteria is created to be evaluated by experts. In this step, all criteria from the first to the last criterion are listed without being classified.

*Step 2.* To determine the relative importance of the criteria, each decision maker evaluates the previously listed criteria separately, starting from the second criterion, as in Equation (7).

**Table 2.** Scale 1–2 for evaluation of criteria.

Linguistic term	TFNs				
	$l$	$m$	$u$	DFV	
Almost equal value	1	1.000	1.000	1.050	1.008
Slightly more significant	2	1.100	1.150	1.200	1.150
Moderately more significant	3	1.200	1.300	1.350	1.292
More significant	4	1.300	1.450	1.500	1.433
Much more significant	5	1.400	1.600	1.650	1.575
Dominantly more significant	6	1.500	1.750	1.800	1.717
Absolutely more significant	7	1.600	1.900	1.950	1.858

**Table 3.** Scale 0-1 for evaluation of criteria.

$l$	TFNs			DFV		Linguistic term
	$m$	$u$				
0.667	1.000	1.000	0.944	1*	Scale 0-1	Weakly less significant
0.500	0.667	1.000	0.694	2*		Moderately less significant
0.400	0.500	0.667	0.511	3*		Less significant
0.333	0.400	0.500	0.406	4*		Really less significant
0.286	0.333	0.400	0.337	5*		Much less significant
0.250	0.286	0.333	0.288	6*		Dominantly less significant
0.222	0.250	0.286	0.251	7*		Absolutely less significant

Step 3. The coefficient  $\bar{k}_j$  is determined as in Equation (8).

$$\bar{k}_j = \begin{cases} = 1 & \text{if } j = 1 \\ 2 - \bar{s}_j & \text{if } j = 1 \end{cases} \quad (8)$$

Step 4. Fuzzy weight values ( $\bar{q}_j$ ) are determined.

$$\bar{q}_j = \begin{cases} = \bar{1} & \text{if } j = 1 \\ \frac{\bar{q}_j - \bar{1}}{\bar{k}_j} & \text{if } j > 1 \end{cases} \quad (9)$$

Step 5. The relative weight of criteria  $\bar{w}_j$  is determined.

$$\bar{w}_j = \frac{\bar{q}_j}{\sum_{j=1}^n \bar{q}_j} \quad (10)$$

The next steps include the application steps of the inverse fuzzy PIPRECIA method.

Step 6. Starting from the penultimate criterion, inter-criteria evaluation is made according to Table 2 and Table 3.

$$\bar{s}_j'' = \begin{cases} > \bar{1} & \text{if } C_j > C_j + 1 \\ \bar{1} & \text{if } C_j = C_j + 1 \\ < \bar{1} & \text{if } C_j < C_j + 1 \end{cases} \quad (11)$$

Step 7.  $\bar{k}'_j$  coefficient is determined as in Equation (12).

$$\bar{k}'_j = \begin{cases} = 1 & \text{if } j = n \\ 2 - \bar{s}'_j & \text{if } j = n \end{cases} \quad (12)$$

where,  $n$  indicates the total number of criteria.

Step 8. Fuzzy weight values ( $\bar{q}'_j$ ) are determined.

$$\bar{q}'_j = \begin{cases} = \bar{1} & \text{if } j = n \\ \frac{\bar{q}'_j - \bar{1}}{\bar{k}'_j} & \text{if } j < n \end{cases} \quad (13)$$

Step 9. The relative weight of criteria  $\bar{w}'_j$  is determined.

$$\bar{w}'_j = \frac{\bar{q}'_j}{\sum_{j=1}^n \bar{q}'_j} \quad (14)$$

Step 10. The average value of  $\bar{w}_j''$  needs to be calculated to determine the final weights of the criteria.

$$\bar{w}_j'' = \frac{\bar{w}_j + \bar{w}'_j}{2} \quad (15)$$

### 3. Results

#### 3.1. ISM analysis

In implementing the ISM, expert opinions are considered to determine the relationships between the identified barriers. A group of seven experts was selected for the study (Table 4).

Table 4. Details of the decision panel.

Experts	Organisation	Education	Experience (year)
E1	University-Academia	Ph.D.	10
E2	University-Academia	Ph.D.	15
E3	Tourism company	Master	9
E4	University-Academia	Ph.D.	12
E5	University-Academia	Ph.D.	17
E6	University-Academia	Master	3
E7	Tourism company	Master	13

By following the application steps of the ISM methodology (1-4 steps), the experts evaluated the relationships between the 12 variables that prevent ST. As a result of this process, a structural self-interacting matrix (SSIM) (Table 5), an initial reachability matrix (Table 6), and a final reachability matrix (Table 7) were obtained.

Table 5. Development of a structural self-interacting matrix (SSIM).

Barriers	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
B1	X	O	V	O	O	V	O	O	X	V	O	A
B2		X	O	O	A	O	O	O	O	O	V	O
B3			X	O	O	A	O	V	O	V	O	O
B4				X	A	O	O	O	A	V	O	O
B5					X	X	V	O	A	O	O	A
B6						X	O	V	X	O	V	V
B7							X	X	O	O	V	O
B8								X	O	O	V	A
B9									X	V	O	A
B10										O	X	A
B11											X	A
B12												X

Not(s): B- Barriers; B1- Lack of cooperation and coordination among stakeholders; B2- Infrastructure and superstructure inadequacies; B3- Lack of knowledge and information; B4- Lack of interest and awareness; B5- Inability to generate economic income from tourism; B6- Lack of a holistic planning approach; B7- Prioritizing economic gain; B8- The dominance of mass tourism; B9- Lack of community participation; B10- Lack of local-scale tourism data; B11- The pressure of tourism activities on the natural, historical and cultural environment; B12- Lack of sustainable tourism management practices.

Table 6. Initial reachability matrix.

Barriers	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
B1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0
B2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
B3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
B4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
B5	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
B6	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
B7	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0
B8	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
B9	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0
B10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
B11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
B12	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1

Table 7. Final reachability matrix.

Barriers	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	Driving power
B1	1	1*	1	1*	1*	1	1*	1*	1	1	1*	1*	12
B2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1*	1	0	3
B3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1*	0	3
B4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
B5	1*	1	1*	1	1	1	1	1*	1*	1*	1*	1*	12
B6	1*	1*	1	1*	1	1	1*	1	1	1*	1	1	12
B7	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1*	1	0	4
B8	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	4
B9	1	1*	1*	1	1	1	1*	1*	1	1*	1*	1*	12
B10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
B11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
B12	1	1*	1*	1*	1	1*	1*	1	1	1	1	1	12

Dep ende nce Pow er	5	6	6	6	5	5	7	7	5	11	11	5
---------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	---

\* Transitivity means the value after consideration.

At this stage (Step 5), the levelling process (Table 8) was performed to determine the degree of importance of the barriers in front of the ST. Later, the conical matrix (Table 9) was developed.

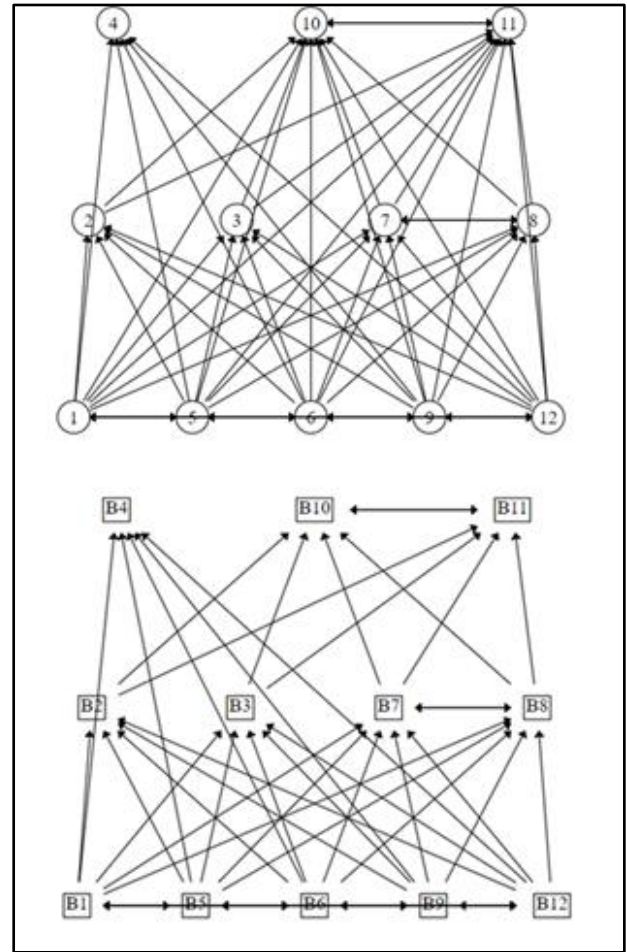
**Table 8.** Level partitioning (Iteration I-II-III).

Barriers	Reachability Set R(Mi)	Antecedent Set A(Ni)	Intersection Set R(Mi) ∩ A(Ni)	Level
B1	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12,	1, 5, 6, 9, 12,	1, 5, 6, 9, 12,	III
B2	2,	1, 2, 5, 6, 9, 12,	2,	II
B3	3,	1, 3, 5, 6, 9, 12,	3,	II
B4		1, 5, 6, 9, 12,		I
B5	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12,	1, 5, 6, 9, 12,	1, 5, 6, 9, 12,	III
B6	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12,	1, 5, 6, 9, 12,	1, 5, 6, 9, 12,	III
B7	7, 8,	1, 5, 6, 7, 8, 9, 12,	7, 8,	II
B8	7, 8,	1, 5, 6, 7, 8, 9, 12,	7, 8,	II
B9	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12,	1, 5, 6, 9, 12,	1, 5, 6, 9, 12,	III
B10		1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12,		I
B11		1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12,		I
B12	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12,	1, 5, 6, 9, 12,	1, 5, 6, 9, 12,	III

**Table 9.** Reduced conical matrix.

Barriers	B4	B10	B11	B2	B3	B7	B8	B1	B5	B6	B9	B12	Driving power	Level
B4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	I
B10	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	I
B11	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	I
B2	0	*	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	II
B3	0	1	*	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	II
B7	0	*	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	4	II
B8	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	4	II
B1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	II
B5	*	0	0	*	1	*	*	*	1	1	1	1	2	I
B6	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	I
B9	*	0	0	*	1	*	1	*	1	1	1	1	2	I
B12	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	I
Depen dence Power	6	1	1	6	6	7	7	5	5	5	5	5		

The first diagram showing the interrelationships between the barriers was obtained using the conic matrix obtained in the previous step. Then, by removing transitivity from the diagram and replacing the nodes with expressions, the final structural-interpretive model was obtained (Figure 2). Any arrow from barrier *i* to barrier *j* indicates that barrier *i* can result in barrier *j*, while a two-way arrow indicates a reciprocal relationship between barriers.



**Figure 2.** Interpretive structural model of ST barriers. *Not(s):* B- Barriers; B1- Lack of cooperation and coordination among stakeholders; B2- Infrastructure and superstructure inadequacies; B3- Lack of knowledge and information; B4- Lack of interest and awareness; B5- Inability to generate economic income from tourism; B6- Lack of a holistic planning approach; B7- Prioritizing economic gain; B8- The dominance of mass tourism; B9- Lack of community participation; B10- Lack of local-scale tourism data; B11- The pressure of tourism activities on the natural, historical and cultural environment; B12- Lack of sustainable tourism management practices.

**3.2. MICMAC analysis**

The final stage of ISM is MICMAC (Matriced' Impacts Croise's Multiplication Applique'e a' un Classement) analysis. MICMAC analysis categorises all barriers into four categories: (I) autonomous, (II) dependent, (III) linked, and (IV) independent, based on their driving and dependent forces. MICMAC analysis findings are presented in Figure 3.

Autonomous barriers (I): These represent barriers that have weak driving and dependency powers and are relatively disconnected from the system. There are no barriers in this cluster in the analysis. However, B2, B3, and B4 are on the border of autonomous and dependent barriers. Dependent barriers (II): It has a weak repulsive and strong dependent power, so barriers in this group are affected by independent or connection barriers. The present study identified B7, B8, B10, and B11 as dependent barriers. These barriers are highly dependent on the barriers in the independent group (B1, B5, B6, B9, and B12). Linkage barriers (III) consist of high driving and dependent barriers. In the current research, no connection barriers were detected. Independent barriers



(IV) have a high driving force but a low dependent power. These are the main barriers; any change will also affect the other barriers. The research findings included B1, B5, B6, B9, and B12 in this disability class.

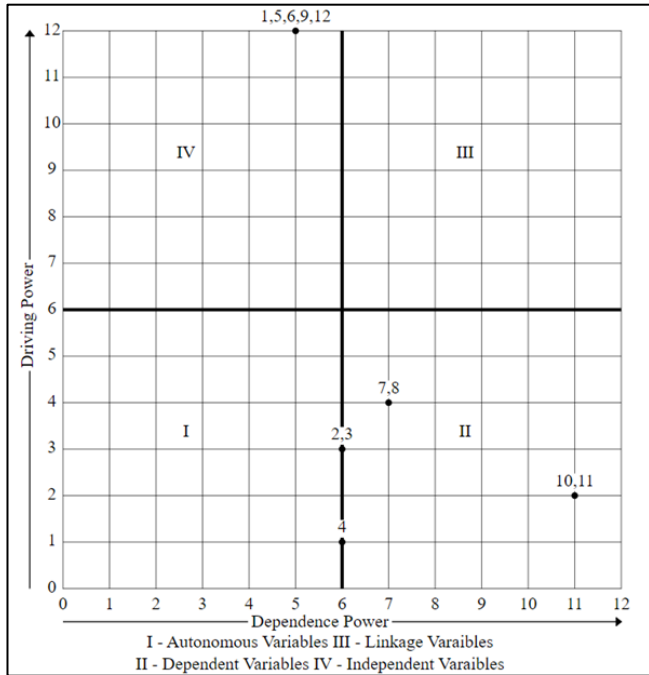


Figure 3. MICMAC analysis.

3.3. Weighting of criteria with fuzzy PIPRECIA

The first stage of the analysis involves applying the steps of fuzzy PIPRECIA and Inverse fuzzy PIPRECIA. Tables 10 and 11 show the evaluations of three different DMs (DMs consist of academics related to the field of tourism) and a geometric mean (GM) of those opinions.

Table 10. DMs' opinions on the criteria (Fuzzy PIPRECIA).

PIPRECIA	B1	B2	B3	B4
DM1	1,6	1,9	1,9	0,2
DM2	1,5	1,7	1,8	0,3
DM3	1,5	1,7	1,8	0,3
GM	1,5	1,7	1,8	0,3

	B5	B6	B7	B8
DM1	1,5	1,7	1,8	0,6
DM2	1,4	1,6	1,6	1,1
DM3	1,6	1,9	1,9	1,2
GM	1,4	1,7	1,7	0,9

	B9	B10	B11	B12
DM1	1,2	1,3	1,3	0,3
DM2	1,1	1,1	1,2	1,1
DM3	1,1	1,1	1,2	0,2
GM	1,1	1,1	1,2	0,4

Table 11. DMs' opinions on the criteria (inverse fuzzy PIPRECIA).

I-PIPRECIA	B12	B11	B10	B9
DM1	0,4	0,5	0,6	0,2
DM2	0,6	1,0	1,0	0,4
DM3	0,6	1,0	1,0	0,3
GM	0,5	0,7	0,8	0,3

	B8	B7	B6	B5
DM1	0,4	0,5	0,6	1,4
DM2	0,2	0,3	0,4	1,5
DM3	0,2	0,3	0,4	1,5
GM	0,3	0,3	0,4	1,4

	B4	B3	B2	B1
DM1	1,1	1,1	1,2	1,1
DM2	0,5	0,6	1,0	1,5
DM3	0,3	0,4	0,5	1,0
GM	0,5	0,6	0,8	0,8

In the second step, based on Equation (7), a  $\bar{s}_j$  matrix was created as follows (Table 12):

$$\bar{s}_2 = (1.533, 1.799, 1.849)$$

$$\bar{s}_3 = (0.612, 0.756, 0.814)$$

$$\bar{s}_4 = (1.266, 1.398, 1.448)$$

$$\bar{s}_{12} = (1.533, 1.799, 1.849)$$

Then, by applying Equation (8), the values in the  $\bar{s}_j$  matrix were subtracted from two numbers to obtain the  $\bar{k}_j$  matrix.

According to Equation (8), the value  $\bar{k}_1 = (1.000, 1.000, 1.000)$

$$\bar{k}_2 = (2 - 1.849, 2 - 1.799, 2 - 1.533) = (0.151, 0.201, 0.467)$$

$$\bar{k}_3 = (2 - 0.437, 2 - 0.358, 2 - 0.303) = (1.563, 1.642, 1.697)$$

$$\bar{k}_4 = (2 - 1.344, 2 - 1.294, 2 - 1.197) = (0.656, 0.706, 0.803)$$

$$\bar{k}_{12} = (2 - 1.849, 2 - 1.799, 2 - 1.533) = (0.151, 0.201, 0.467)$$

According to Equation (9),  $\bar{q}_j$  values were obtained as follows:

$$\bar{q}_1 = (1.000, 1.000, 1.000)$$

$$\bar{q}_2 = \left( \frac{1.000}{0.467}, \frac{1.000}{0.201}, \frac{1.000}{0.151} \right) = (2.140, 4.966, 6.608)$$

$$\bar{q}_3 = \left( \frac{2.140}{1.697}, \frac{4.966}{1.642}, \frac{6.608}{1.563} \right) = (1.261, 3.024, 4.227)$$

$$\bar{q}_4 = \left( \frac{1.261}{0.803}, \frac{3.024}{0.706}, \frac{4.227}{0.656} \right) = (1.570, 4.284, 6.448)$$

$$\bar{q}_{12} = \left( \frac{2.222}{0.467}, \frac{23.250}{0.201}, \frac{6.448}{0.151} \right) = (4.754, 115.462, 414.942)$$

Applying equation (10), the relative weights were calculated as follows:

$$\bar{w}_1 = \left( \frac{1.000}{29.600}, \frac{1.000}{274.069}, \frac{1.000}{759.812} \right) = (0.034, 0.004, 0.001)$$

$$\bar{w}_2 = \left( \frac{2.140}{29.600}, \frac{4.966}{274.069}, \frac{6.608}{759.812} \right) = (0.072, 0.018, 0.009)$$

$$\bar{w}_3 = \left( \frac{1.261}{29.600}, \frac{3.024}{274.069}, \frac{4.227}{759.812} \right) = (0.043, 0.011, 0.006)$$

$$\bar{w}_{12} = \left( \frac{4.754}{29.600}, \frac{115.462}{274.069}, \frac{414.942}{759.812} \right) = (0.161, 0.421, 0.546)$$

**Table 12.** Calculation and results of fuzzy PIPRECIA for criteria.

PIPR ECIA	$s_j$			$k_j$			$q_j$			$w_j$			D F	
B1				1,0	1,0	1,0	1,00	1,00	1,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B2	1,5	1,7	1,8	0,1	0,2	0,4	2,1	4,96	6,60	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B3	0,3	0,3	0,4	1,5	1,6	1,6	1,2	3,02	4,22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B4	1,1	1,2	1,3	0,6	0,7	0,8	1,5	4,28	6,44	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B5	1,4	1,7	1,7	0,2	0,2	0,5	3,1	16,8	31,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
B6	0,9	1,1	1,1	0,8	0,8	1,0	3,0	19,6	38,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
B7	1,2	1,3	1,3	0,6	0,6	0,7	3,8	29,6	62,4	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1
B8	0,3	0,3	0,4	1,5	1,6	1,6	2,2	18,1	40,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B9	1,1	1,1	1,2	0,7	0,8	0,8	2,6	22,6	53,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B10	0,4	0,5	0,5	1,4	1,4	1,5	1,7	15,1	37,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B11	1,2	1,3	1,3	0,6	0,6	0,7	2,2	23,2	62,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B12	1,5	1,7	1,8	0,1	0,2	0,4	4,7	115,	414,	0,1	0,4	0,5	0,3	0,3
	33	99	49	51	01	67	54	462	942	61	21	46	99	99
							29,	274,	759,				1,0	1,0
							60	069	812					0

Equation (11)–(15), the inverse fuzzy PIPRECIA method methodology, must be applied to determine the final weights of the criteria. The only difference between these and the above steps is that they are calculated starting from the last criterion (Table 13).

**Table 13.** Calculation and results of fuzzy inverse PIPRECIA for criteria.

I- PIPRE CIA	$s_j$			$k_j$			$q_j$			$w_j$			D F	
B1	0,	0,	0,	1,	1,	1,	1,2	20,	73,2	0,	0,	0,	0,	0,
B2	33	40	51	48	59	66	66	438	23	10	22	27	21	21
B3	6	5	1	9	5	4	2,1	32,	109,	0,	0,	0,	0,	0,
B4	49	74	79	20	25	50	06	591	033	17	35	41	33	33
B5	8	6	6	4	4	2	1,0	8,2	22,2	0,	0,	0,	0,	0,
B6	81	91	08	92	08	18	58	88	62	08	09	08	08	08
B7	9	5	0	0	5	1	8	1	5	8	1	5	9	9
B8	0,	0,	0,	1,	1,	1,	1,2	8,9	20,4	0,	0,	0,	0,	0,
B9	56	67	84	15	32	43	49	89	79	10	09	07	09	09
B10	8	4	3	7	6	2	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
B11	1,	1,	1,	0,	0,	0,	1,7	11,	23,6	0,	0,	0,	0,	0,
B12	42	64	69	31	36	57	88	915	85	14	13	09	12	12
	8	0	0	0	0	2	9	0	0	9	0	0	7	7
	1,	1,	1,	0,	0,	0,	1,0	4,2	7,34	0,	0,	0,	0,	0,
	43	64	69	30	35	56	23	94	4	08	04	02	05	05
	3	9	9	1	1	7	5	7	8	5	7	8	0	0
	1,	1,	1,	0,	0,	0,	0,5	1,5	2,21	0,	0,	0,	0,	0,
	46	69	74	25	30	53	80	09	4	04	01	00	02	02
	6	8	9	1	2	4	0,	0,	0,	8	6	8	0	0
	0,	0,	0,	1,	1,	1,	0,3	0,4	0,55	0,	0,	0,	0,	0,
	32	38	47	52	61	68	10	55	7	02	00	00	00	00
	0	1	4	6	9	0	6	5	2	6	5	2	8	8
	1,	1,	1,	0,	0,	0,	0,5	0,7	0,84	0,	0,	0,	0,	0,
	19	29	34	65	70	80	21	37	9	04	00	00	01	01
	7	4	4	6	6	3	3	8	3	3	8	3	3	3
	0,	0,	0,	1,	1,	1,	0,4	0,5	0,55	0,	0,	0,	0,	0,
	33	40	51	48	59	66	18	20	7	03	00	00	01	01
	6	5	1	9	5	4	5	6	2	5	6	2	0	0
	0,	0,	0,	1,	1,	1,	0,6	0,8	0,88	0,	0,	0,	0,	0,
	56	79	87	12	20	43	96	29	8	05	00	00	01	01
	2	4	4	6	6	8	8	9	3	8	9	3	6	6
				1,	1,	1,	1,0	1,0	1,00	0,	0,	0,	0,	0,
				00	00	00	00	00	0	08	01	00	02	02
				0	0	0				3	1	4	2	2
							12,	91,	262,				1,	1,
							015	564	091				00	00
													0	0

The final weights of the criteria are obtained by applying Equation (15). The final weights of the criteria are presented in Table 14.

$$\bar{w}'_1 = \frac{0.008 + 0.213}{2} = 0.111$$

$$\bar{w}'_2 = \frac{0.026 + 0.336}{2} = 0.181$$

$$\bar{w}'_3 = \frac{0.015 + 0.089}{2} = 0.052$$

... ..

$$\bar{w}'_{12} = \frac{0.399 + 0.022}{2} = 0.210$$

**Table 14.** Final weights of criteria.

Barriers	Weights	Rank
B1- Lack of cooperation and coordination among stakeholders	0,111	3
B2- Infrastructure and superstructure inadequacies	0,181	2
B3- Lack of knowledge and information	0,052	8
B4- Lack of interest and awareness	0,058	7
B5- Inability to generate economic income from tourism	0,096	4
B6- Lack of a holistic planning approach	0,062	6
B7- Prioritizing economic gain	0,064	5
B8- The dominance of mass tourism	0,037	1
B9- Lack of community participation	0,047	1
B10- Lack of local-scale tourism data	0,032	1
B11- The pressure of tourism activities on the natural, historical and cultural environment	0,050	2
B12- Lack of sustainable tourism management practices	0,210	9

## 4. Discussion

### 4.1. General inference

In the present study, results based on two different methodologies were obtained. When the results of the ISM analysis are examined;

First, at the bottom of the hierarchy, B1 (lack of coordination among stakeholders), B5 (inability to generate economic income from tourism), B6 (lack of a holistic planning approach), B9 (lack of community participation), and B12 (lack of sustainable tourism management practises) are the most effective barriers to ST implementation. In MICMAC analysis, these are independent barriers with high driving power and weak, dependent power. These five barriers are seen as the main barriers and play a significant role in forming all other barriers. For this reason, since any change or improvement will affect other barriers, these barriers are significant in implementing ST in the Güzelyurt district. At the next level of the hierarchy, B2 (inadequacies in infrastructure and superstructure), B3 (lack of knowledge and information), B7 (prioritising economic gain), and B8 (the dominance of mass tourism) took place. B7 and B8 (with B10 and B11) of these barriers are weak driving, dependent barriers with strong addictive powers. It is also at the second level in B2 and B3, which are on the border of autonomous-dependent barriers. Since dependent barriers depend on other

barriers, a possible improvement in other barriers will also improve dependent barriers. Autonomous barriers represent barriers disconnected from the system and should be addressed in depth in ST applications. At the top of the ISM hierarchy are B4 (lack of interest and awareness), B10 (lack of local-scale tourism data), and B11 (the pressure of tourism activities on the natural, historical, and cultural environment). Of these barriers, B4 is at the border of autonomous-dependent barriers, while B10 and B11 are included in the class of dependent barriers. Since these barriers are at the top of the hierarchy, they are seen as the least important ones.

Secondly, according to the fuzzy PIPRECIA findings, the barriers were identified in order from the most important to the least important; B12 → B2 → B1 → B5 → B7 → B6 → B4 → B3 → B11 → B9 → B8 → B10. The main barriers in the ISM findings are B5, B6, and B12, with high-importance values. B2 and B7 are intermediate-level barriers.

Different interpretations can be made by taking all the findings in the present study as a reference. Firstly, the lack of sustainable management practices has been identified as an essential factor preventing ST development in the district. The element in question can be considered a combination of all other factors (e.g., lack of community participation, lack of cooperation and coordination, focus on economic gain, and lack of a holistic planning understanding). Ballantyne et al. (2009) suggested that natural areas should be protected within the sustainability framework of good tourism management practices and that stakeholders should act together. Therefore, it is necessary to establish mechanisms linking the participation of stakeholders in the planning process to ST practices (Hatipoğlu et al., 2016).

Secondly, one of the district's most significant barriers to ST is the lack of infrastructure and superstructure investments. This finding is broadly consistent with similar studies' results (Hatipoğlu et al., 2016; Yadav et al., 2018; Graci & Vliet, 2020; Ren, 2020; Liu & Suk, 2021; Jena & Dwivedi, 2021). The most important reason is that public and private sector investments primarily focus on other regions of Cappadocia. Although the district is an important tourism region of Cappadocia, it has not been at the forefront like other regions (Ürgüp, Göreme, Avanos etc.). This has led to insufficient tourism investments in the district. Suppose the basic infrastructure and superstructure are inadequate. In that case, the community, which hosts more than five hundred thousand visitors annually (mostly excursionists), is more likely to feel the negative effects of tourism.

Thirdly, the lack of cooperation and coordination among the stakeholders and the lack of holistic planning understanding. As suggested in the literature (Yüksel et al., 2005; Lozano, 2008; Hatipoğlu et al., 2016; Tseng et al., 2018), cooperation and synchronised decision-making are essential for the sustainability of destinations. Indeed, Tseng et al. (2018) emphasised that cooperation between tourism parties is a critical issue in tapping into previously inaccessible markets and taking advantage of opportunities to improve ST. Hatipoğlu et al. (2016), on the other hand, found in their study that a large number of parties should be involved in the development of projects, and it is recommended to establish institutional structures to facilitate cooperation between stakeholders with conflicting interests. However, they also stated that it is difficult to establish such a cooperation platform in Türkiye due to deficiencies in the legal framework. In addition, it was underlined that the lack

of a holistic approach in the community might prevent sustainable tourism's realisation (Hatipoğlu et al., 2016).

Fourthly, there are the findings on economic sustainability, which is one of the three pillars of ST. Due to both analyses, the fact that the district residents could not benefit from tourism and, as a result, focused on economic gain was determined to be an essential finding. Tourism is often seen as important only for its economic benefits to relevant stakeholders (Tosun, 2001; Alipour & Kılıç, 2005; Blackstock, 2005; Bramwell & Lane, 2005; Dodds, 2007). In the general framework, Tosun (2001) stated that tourism development is mainly based on long-term investments but carried out for short-term benefits. He argued that this was due to the macroeconomic imperatives of developing countries. This determination, consistent with the literature's (Varnacı Uzun & Somuncu, 2012; Zhang, 2016; Hatipoğlu et al., 2016; Graci & Vliet, 2020) findings, shows that economic sustainability, one of the easiest three pillars of sustainability in the district, cannot be achieved. For this reason, the reflection of an understanding that focuses on the economic benefit of environmental resources will also be negative.

Fifthly, the lack of community participation in tourism throughout the district is an important ST problem. The community engagement paradigm is considered an integral component of ST (Cole, 2006; Waligo et al., 2013; Wang & Ap, 2013). As suggested in the literature (Cole, 2006; Moscardo, 2008; Aref, 2011; Graci & Vliet, 2020; Tosun, 2000), it has been determined that not including community members in tourism decision-making processes in the district is an important ST barrier. Cole (2006) stated that lack of knowledge, skills, trust, capital, and belief are the most important barriers to community participation. Graci and Vliet (2020) also emphasised the necessity of building community capacity for ST development. Involving all stakeholders in relevant decisions with a participatory approach in tourism facilitates the acceptance and implementation of strategic management plans. At the same time, it is considered necessary to create a sustainability strategy for the destination and to ensure collective decisions.

## 5. Conclusion

Using integrated ISM, MICMAC, and fuzzy PIPRECIA techniques, the current study attempted to explain the hierarchical structure of the barriers limiting ST in an essential region of Cappadocia. The results of the methods used are based entirely on mathematical models. ST barriers were classified into three hierarchies as a result of two-stage analyses. These three hierarchies of barriers provide a holistic scenario for understanding the importance of ST barriers in the county. In addition, based on the opinion of the group that has expertise in the field and the subject, the importance levels of ST barriers in the district were determined. The fuzzy PIPRECIA technique, which allows experts to define the weight value in determining the importance levels of the barriers, has produced more reliable and original results than the traditional PIPRECIA. All the findings will provide policymakers at the national and local levels with ideas to facilitate ST development in the district. However, while contributing to the theory, the integrated use of ISM and fuzzy PIPRECIA techniques in analysing barriers to ST development would make sense.



This study was conducted with some limitations. These limitations may need to be considered in future studies. First, the research analyses are based on expert opinions, which may vary according to different groups. In addition, although many criteria affect ST, some criteria specific to the research field have been selected. Secondly, a few respondents with knowledge and experience on the subject were chosen rather than a large number of experts. Finally, the lack of statistical validity of the results obtained in the ISM and fuzzy PIPRECIA approaches is one of the study's limitations.

### Contribution rate of researchers

**Kuttusi Zorlu:** Literature review, Field study, Modeling, Article writing; **Volkan Dede:** Editing, Analysis, Article writing.

### Declaration of competing interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

### References

- Abdel-Basset, M., Mohamed, M. & Smarandache, F. (2018). An extension of neutrosophic AHP–SWOT analysis for strategic planning and decision-making. *Symmetry*, 10(4), 116. <https://doi.org/10.3390/math10040116>.
- Aiwerioghene, E. M., Singh, M. & Ajmera, P. (2021). Modelling the factors affecting Nigerian medical tourism sector using an interpretive structural modelling approach. *International Journal of Healthcare Management*, 14(2), 563–575. <https://doi.org/10.1080/20479700.2019.1677036>.
- Alipour, H. & Kilic, H. (2005). An institutional appraisal of tourism development and planning: The case of the Turkish Republic of North Cyprus (TRNC). *Tourism Management*, 26(1), 79-94. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2003.08.017>.
- Aref, F. (2011). Barriers to community capacity building for tourism development in communities in Shiraz, Iran. *Journal of Sustainable Tourism*, 19(3), 347–359. <https://doi.org/10.1080/09669582.2010.517314>.
- Arman, K. & Kundakci, N. (2022). Evaluating critical factors affecting the adoption of blockchain technology in banking industry using fuzzy PIPRECIA method. *Journal of Balikesir University Institute of Social Sciences*, 25(47), 79-92. <https://doi.org/10.31795/baunsobed.975891>.
- Ballantyne, B., Packer, J. & Hughes, K. (2009). Tourists' support for conservation messages and sustainable management practices in wildlife tourism experiences. *Tourism Management*, 30, 658–664. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2008.11.003>.
- Blackstock, K. (2005). A critical look at community based tourism. *Community Development Journal*, 40(1), 39-49. doi: 1 0. 1 093/cdj/bsi005.
- Blagojević, A., Stević, Ž., Marinković, D., Kasalica, S. & Rajilić, S. (2020). A novel entropy-fuzzy PIPRECIA-DEA model for safety evaluation of railway traffic. *Symmetry*, 12(9), 1479.
- Blancas, F.J., Lozano-Oyola, M. & Gonzalez, M. (2015). A European sustainable tourism labels proposal using a composite indicator. *Environmental Impact Assessment Review*, 54, 39-54. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2015.05.001>.
- Bramwell, B. & Lane, B. (2005). Editorial: Sustainable tourism research and the importance of societal and social science trends. *Journal of Sustainable Tourism*, 13(1), 1-3. Doi: 10.1080/17501220508668469.
- Chen, W. K., Nalluri, V., Lin, M. L. & Lin, C. T. (2021). Identifying decisive socio-political sustainability barriers in the supply chain of banking sector in India: Causality analysis using ISM and MICMAC. *Mathematics*, 9(3), 240. <https://doi.org/10.3390/math9030240>.
- Cole, S. (2006). Information and empowerment: The keys to achieving sustainable tourism. *Journal of Sustainable Tourism*, 14(6), 629–644. doi:10.2167/jost607.0.
- Connell, J., Page, S. & Bentley, T. (2009). Towards sustainable tourism planning in New Zealand: Monitoring local government planning under the resource management act. *Tourism Management*, 30(6), 867–877. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2008.12.001>.
- Đalić, I., Stević, Ž., Karamasa, C. & Puška, A. (2020). A novel integrated fuzzy PIPRECIA—interval rough SAW model: Green supplier selection. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 3(1), 126–145. <https://doi.org/10.31181/dmame2003114d>.
- Dembovska, I. & Zvaigzne, A. (2021). Sustainability and its challenges in destinations that highly depend on tourism: A thematic literature review. *Worldwide Hospitality and Tourism Themes*, 13(6), 697-708. <https://doi.org/10.1108/WHATT-07-2021-0098>.
- Dev, N. K. & Shankar, R. (2016). Using interpretive structure modeling to analyze the interactions between environmental sustainability boundary enablers. *Benchmarking: An International Journal*, 23(3), 601-617. <https://doi.org/10.1108/BIJ-05-2013-0063>.
- Dodds, R. (2007). Sustainable tourism and policy implementation: Lessons from the case of Calvia, Spain. *Current Issues in Tourism*, 10(4), 296–322. <https://doi.org/10.2167/cit278.0>.
- Dodds, R. & Butler, R. W. (2010). Barriers to implementing sustainable tourism policy in mass tourism destinations. *Tourism: An International Multidisciplinary Journal of Tourism*, 5(1), 35-53. <https://doi.org/10.32920/22183750.v1>.
- Eraslan, B. (2024a). The Impact of Topography on Human Modification: The Case of Eastern and Central Black Sea. *Journal of Anatolian Geography*, 1(1), 51-61.
- Eraslan, B. (2024b). Analysis of Settlement Dynamics of Central Districts of Samsun Province Using Google Earth Engine (1980-2030). *The Journal of Kesit Academy*, 10(40), 678-703.
- García-Melon, M., Gomez-Navarro, T. & Acuna-Dutra, S. (2012). A combined ANP-delphi ~ approach to evaluate sustainable tourism. *Environmental Impact Assessment Review*, 34, 41-50. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2011.12.001>.
- Gholami, H., Bachok, M.F., Saman, M.Z.M., Streimikiene, D., Sharif, S. & Zakuan, N. (2020). An ISM approach for the barrier analysis in implementing green campus operations: Towards higher education sustainability. *Sustainability*, 12(1), 363. <https://doi.org/10.3390/su12010363>.
- Graci, S. & Vliet, L. (2020). Examining stakeholder perceptions towards sustainable tourism in an island destination: The case of Savusavu, Fiji. *Tourism Planning & Development*, 17(1), 62-81. <https://doi.org/10.1080/21568316.2019.1657933>.
- Gupta, A., Gupta, S. & Shekhar, A. (2021). Determining interrelationship between factors impacting foreign direct investment in tourism: An ISM-based approach. *Asia-Pacific Journal of Management Research and Innovation*, 17(1-2), 17-30. doi: 10.1177/ 2319510X211048584.
- Guzelyurt District Governorate. (2020). *Feasibility report on increasing tourism diversity, investment and employment in the tourism sector in Güzelyurt*. AHILER Development Agency. <https://www.ahika.gov.tr/assets/upload/dosyalar/aksaray-guzelyurt-turizm-cesitliligin-artirma-fizibilitesi--revize.pdf>
- Harrison, L.C., Jayawardena, C. & Clayton, A. (2003). Sustainable tourism development in the Caribbean: Practical challenges. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 15(5), 294-298. <https://doi.org/10.1108/09596110310482227>.
- Hatipoğlu, B., Alvarez, M. D. & Ertuna, B. (2016). Barriers to stakeholder involvement in the planning of sustainable tourism:

- The case of the Thrace region in Turkey. *Journal of Cleaner Production*, 111, 306–317. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.11.059>.
- Huang, W., Chen, C. Y. & Fu, Y. K. (2022). The sustainable island tourism evaluation model using the FDM-DEMATEL-ANP method. *Sustainability*, 14(12), 7244. <https://doi.org/10.3390/su14127244>.
- Hussain, K., Sun, H., Ramzan, M., Mahmood, S. & Zubair Saeed, M. (2024). Interpretive structural modeling of barriers to sustainable tourism development: A developing economy perspective. *Sustainability*, 16(13), 5442. <https://doi.org/10.3390/su16135442>
- Jena, R. K. & Dwivedi, Y. (2021). Prioritizing the barriers to tourism growth in rural India: An integrated multi-criteria decision making (MCDM) approach. *Journal of Tourism Futures*, 9(3), 393–416. doi: 10.1108/JTF-10-2020-0171.
- Lee, T. H. & Hsieh, H. P. (2016). Indicators of sustainable tourism: A case study from a Taiwan's wetland. *Ecological Indicators*, 67, 779–787. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.03.023>.
- Liu, Y. & Suk, S. (2021). Influencing factors of Azerbaijan and China's sustainable tourism development strategy under the one belt one road initiative. *Sustainability*, 14(1), 187. <https://doi.org/10.3390/su14010187>.
- Lozano, R. (2008). Envisioning sustainability three-dimensionally. *Journal of Cleaner Production*, 16(17), 1838–1846. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.02.008>.
- Mi, C., Chen, Y., Cheng, C., Uwanyirigira, J. L., & Lin, C. (2019). Exploring the Determinants of Hot Spring Tourism Customer Satisfaction: Causal Relationships Analysis Using ISM. *Sustainability*, 11(9), 2613. <https://doi.org/10.3390/su11092613>
- Mihalic, T. (2016). Sustainable-responsible tourism discourse – towards 'responsustainable' tourism. *Journal of Cleaner Production*, 111, 461–470. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.062>.
- Moscardo, G. (2008). Community capacity building: An emerging challenge for tourism development. In G. Moscardo (Ed.), *Building community capacity for tourism development* (pp. 1–15). CABI.
- Neto, F. (2003). A new approach to sustainable tourism development: Moving beyond environmental protection. *Natural Resources Forum*, 27(3), 212–222. <https://doi.org/10.1111/1477-8947.00056>.
- Ocampo, L., Ebisa, J. A., Ombe, J. & Escoto, M. G. (2018). Sustainable ecotourism indicators with fuzzy Delphi method—A Philippine perspective. *Ecological Indicators*, 93, 874–888. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.05.060>.
- Özdağoğlu, A., Öztaş, G. Z., Keleş, M. K. & Genç, V. (2021). An integrated PIPRECIA and COPRAS method under fuzzy environment: A case of truck tractor selection. *Alphanumeric Journal*, 9(2), 269–298. <https://doi.org/10.17093/alphanumeric.1005970>
- Pan, S. Y., Gao, M. & Kim, H. (2018). Advances and challenges in sustainable tourism toward a green economy. *Science of the Total Environment*, 635(1), 452–469. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.134>.
- Pekak, M. S. (1993). Byzantine/Post-Byzantine churches in Güzelyurt (Gelveri) 1. *Hacettepe University Journal of Faculty of Letters*, 10(2), 123–160. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/598095>.
- Pektaş, F., Can, M., Acar, Y., Eşitti, B., Çullu Kaygısız, N. & Ardic Yetiş, Ş. (2014). Barriers to Güzelyurt Gelveri tourism: Idea tray method. In A. Kılıçlar (Ed.), *Proceedings of the 15th National Tourism Congress* (pp. 733–743).
- Peng, X., Zhang, X. & Luo, Z. (2020). Pythagorean fuzzy MCDM method based on CoCoSo and CRITIC with score function for 5G industry evaluation. *Artificial Intelligence Review*, 53, 3813–3847. <https://doi.org/10.1007/s10462-019-09780-x>.
- Raut, R., Narkhede, B.E., Gardas, B.B. & Luong, H.T. (2018). An ISM approach for the barrier analysis in implementing sustainable practices: The Indian oil and gas sector. *Benchmarking: An International Journal*, 25(4), 1245–1271, doi: 10.1108/BIJ-05-2016-0073.
- Ren, J. (2020). 2-Tuple DEMATEL for complex interrelationships analysis: Barriers identification, cause-effect analysis and policy implications for sustainable tourism industry. In *Advanced Operations Management for Complex Systems Analysis* (pp. 33–56). Springer
- Sadeh, E. & Garkaz, M. (2019). Interpretive structural modeling of quality factors in both medical and hospitality services in the medical tourism industry. *Journal of Travel & Tourism Marketing*, 36(2), 253–267. <https://doi.org/10.1080/10548408.2018.1527273>.
- Salamzadeh, A., Ebrahimi, P., Soleimani, M. & Fekete-Farkas, M. (2021). An AHP approach to identify the barriers of sustainable geotourism development in Iran: An economic view. *Geoheritage*, 13(3), 1–11. <https://doi.org/10.1007/s12371-021-00581-9>.
- Shankar, R., Narain, R. & Agarwal, A. (2003). An interpretive structural modeling of knowledge management in engineering industries. *Journal of Advances in Management Research*, 1(1), 28–40. <https://doi.org/10.1108/97279810380000356>.
- Sindhu, S., Nehra, V. & Luthra, S. (2016). Identification and analysis of barriers in implementation of solar energy in Indian rural sector using integrated ISM and fuzzy MICMAC approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 70–88. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.04.033>.
- Sodenkamp, M. A., Tavana, M. & Di Caprio, D. (2018). An aggregation method for solving group multi-criteria decision-making problems with single-valued neutrosophic sets. *Applied Soft Computing*, 71, 715–727. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2018.07.020>.
- Stankovic, M., Stevic, Z., Kumar Das, D., Subotić, M. & Pamucar, D. (2020). A new fuzzy MARCOS method for road traffic risk analysis. *Mathematics*, 8(3), 457. <https://doi.org/10.3390/math8030457>
- Stanujkić, D., Zavadskas, E. K., Karabasevic, D., Smarandache, F. & Turskis, Z. (2017). The use of the pivot pairwise relative criteria importance assessment method for determining the weights of criteria. *Romanian Journal of Economic Forecasting*, 20(4), 116–133.
- Stević, Ž., Stjepanović, Ž., Božičković, Z., Das, D.K. & Stanujkić, D. (2018). Assessment of conditions for implementing information technology in a warehouse system: A novel fuzzy piprecia method. *Symmetry*, 10(11), 586.
- Streimikiene, D., Svagzdiene, B., Jasinskas, E. & Simanavicius, A. (2021). Sustainable tourism development and competitiveness: The systematic literature review. *Sustainable Development*, 29(1), 259–271. <https://doi.org/10.1002/sd.2133>.
- Tajer, E. & Demir, S. (2022). Ecotourism strategy of UNESCO city in Iran: Applying a new quantitative method integrated with BWM. *Journal of Cleaner Production*, 376, 134284. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134284>.
- Tajer, E. & Demir, S. (2024). Ecotourism branding in protected areas of Iran: Using an efficient hybrid multi-criteria decision-making method model. *International Journal of Tourism Research*, 26(1), e2639. <https://doi.org/10.1002/jtr.2639>
- Timur, S. & Getz, D. (2009). Sustainable tourism development: How do destination stakeholders perceive sustainable urban tourism?. *Sustainable Development*, 17(4), 220–232. <https://doi.org/10.1002/sd.2133>.
- Tomašević, M., Lapuh, L., Stević, Ž., Stanujkić, D. & Karabašević, D. (2020). Evaluation of criteria for the implementation of high-performance computing (HPC) in Danube Region Countries using fuzzy PIPRECIA Method. *Sustainability*, 12(7), 3017
- Torres-Delgado, A., Lopez Palomeque, F., Elorrieta Sanz, B. & Font Urgell, X. (2021). Monitoring sustainable management in local tourist destinations: Performance, drivers and barriers. *Journal of Sustainable Tourism*, 31(7), 1672–1693. <https://doi.org/10.1080/09669582.2021.1937190>.

- Tosun, C. (2000). Limits to community participation in the tourism development process in developing countries. *Tourism Management*, 21(6), 613–633. [https://doi.org/10.1016/S0261-5177\(00\)00009-1](https://doi.org/10.1016/S0261-5177(00)00009-1).
- Tosun, C. (2001). Challenges of sustainable tourism development in the developing world: The case of Turkey. *Tourism Management*, 22(3), 289–303. [https://doi.org/10.1016/S0261-5177\(00\)00060-1](https://doi.org/10.1016/S0261-5177(00)00060-1).
- Trivedi, A., Jakhar, S. & Sinha, D. (2021). Analyzing barriers to inland waterways as a sustainable transportation mode in India: A dematel-ISM based approach. *Journal of Cleaner Production*, 295, 126301. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126301>.
- Tseng, M.L., Wu, K.J., Lee, C.H., Lim, M.K., Bui, T.D. & Chen, C.C. (2018). Assessing sustainable tourism in Vietnam: A hierarchical structure approach. *Journal of Cleaner Production*, 195, 406-417. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.198>.
- UNWTO. (2013). *Sustainable tourism governance and management in coastal areas of Africa*. <https://doi.org/10.18111/9789284414741>.
- Varnacı Uzun, F. (2012). *Sustainable tourism in the Ihlara Valley cultural landscape* (Thesis No: 320339) [PhD Thesis, Ankara University]. National Thesis Center, Türkiye.
- Varnacı Uzun, F. & Somuncu, M. (2011). The Opinions of Local People in Context of Relations Between Cultural Landscape Protection and Tourism: Case of Ihlara Valley. *Ankara University Journal of Environmental Sciences*, 3(2), 21–36. [https://doi.org/10.1501/Csaum\\_0000000051](https://doi.org/10.1501/Csaum_0000000051).
- Varnacı Uzun, F. & Somuncu, M. (2012). Opinions of the Tourists Visiting Ihlara Valley about the Participation of Local People in Tourism. *Karamanoğlu Mehmetbey University Journal of Social and Economic Research*, 14(22), 113–118. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/107295>.
- Vesković, S., Milinković, S., Abramović, B. & Ljubaj, I. (2020). Determining criteria significance in selecting reach stackers by applying the fuzzy PIPRECIA method. *Operational Research in Engineering Sciences Theory and Applications*, 3(1), 72–88.
- Waligo, V. M., Clarke, J. & Hawkins, R. (2013). Implementing sustainable tourism: A multi-stakeholder involvement management framework. *Tourism Management*, 36, 342–353. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2012.10.008>.
- Wang, D. & Ap, J. (2013). Factors affecting tourism policy implementation: A conceptual framework and a case study in China. *Tourism Management*, 36, 221–233. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2012.11.021>.
- Warfield JW (1974) Developing interconnected matrices in structural modeling. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 4(1):81–87
- Weng, G., Pan, Y. & Li, J. (2021). Study on the influencing factors and acting path of the sustainable development of rural tourism based on EEAM-ISM model. *Sustainability*, 13(10), 5682. <https://doi.org/10.3390/su13105682>.
- Yadav, N. & Sahu, N. C. (2015). Economic valuation of protected areas and recreational sites in India: Some review findings. *International Journal of Environmental Policy and Decision Making*, 1(4), 297–310.
- Yadav, N., Sahu, N. C., Sahoo, D. & Yadav, D. K. (2018). Analysis of barriers to sustainable tourism management in a protected area: A case from India. *Benchmarking: An International Journal*, 25(6), 1956-1976. <https://doi.org/10.1108/BIJ-09-2016-0149>.
- Yüksel, F., Bramwell, B. & Yüksel, A. (2005). Centralized and decentralized tourism governance in Turkey. *Annals of Tourism Research*, 32(4), 859-886. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2004.09.006>.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information Control*, 8(3), 338–353.
- Zhang, J. (2016). Weighing and realizing the environmental, economic and social goals of tourism development using an analytic network process-goal programming approach. *Journal of Cleaner Production*, 127, 262-273. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.131>.
- Zorlu, K. (2019). *Community participation and empowerment in sustainable tourism development and planning: The case of Güzelyurt district (Aksaray)*. (Thesis No: 604037) [PhD Thesis, Ondokuz Mayıs University]. National Thesis Center, Türkiye.
- Zorlu, K. & Yılmaz, A. (2020). Determination of strategies of ecotourism in protected areas with SWOT-AHP method: The case of Aksaray-Ihlara special environmental protection zone (SEPZ). *Journal of Geography*, 40, 247-257. <https://doi.org/10.26650/JGEOG2019-0051>.
- Zorlu, K., Dede, V. & Eraslan, S. (2022). Analysis of Barriers Limiting Community Capacity Building (CCB) in Ardahan Province Tourism with Interpretive Structural Modeling (ISM) *Journal of Humanities and Tourism Research*, 12(2), 235-251. <https://doi.org/10.14230/johut1181>.



© Author(s) 2024. This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>





## Trabzon İli Kıyı Şeridinde 1980-2030 Yılları Arasında Kentsel Yayılmanın GHSL (Global Human Settlement Layer) ve GEE (Google Earth Engine) ile Analizi

Murat Fıçıcı\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ardahan Üniversitesi, İnsani Bilimler ve Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Ardahan, Türkiye.

### Anahtar Kelimeler

Mekân-Zaman değişimi  
Kıyı kentleşmesi  
Google Earth Engine  
GHSL verisi

### Araştırma Makalesi

Geliş: 11.11.2024  
Kabul: 16.12.2024  
Yayınlanma: 20.12.2024



### Özet

Yerleşim, toplumların mekânsal organizasyonunu ve bu organizasyonun ekonomik, sosyal ve politik etkileşimlerle nasıl değiştiğini anlamak açısından önemli bir kavramdır. Bu çalışma, Trabzon ili kıyı ilçelerindeki yerleşim alanlarının 1980'den 2030'a kadar olan süreçte zamansal ve mekânsal değişimini incelemektedir. Araştırmanın amacı, Trabzon'un kıyı kesimlerinde yerleşim alanlarının büyüme dinamiklerini analiz ederek sahil hattındaki yoğunluğun iç kesimlere doğru yayılma eğilimlerini ortaya koymaktır. Bu kapsamda, nüfus hareketleri, kentleşme süreçleri ve yerleşimlerin ekonomik ve sosyal bağlarını dikkate alınmıştır. Bu çalışmada, GHSL (Global Human Settlement Layer) verisi kullanılarak, Google Earth Engine platformunda Trabzon kıyı ilçelerinin dağılım dinamikleri detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Çalışmada, 1980, 1990, 2000, 2010, 2020 ve 2030 yıllarına ait verilerle yapılan analizlerde, her 10 yıllık dönemde kıyı ilçelerindeki yerleşim alanlarının değişim haritaları oluşturulmuştur. Bu analizlerde, Beşikdüzü, Vakfıkebir, Akçaabat ve Ortahisar gibi kıyı ilçelerinde sahil boyunca yerleşim yoğunluğunun arttığı, bu yoğunluğun ise iç kesimlere doğru genişlemeye devam ettiği tespit edilmiştir. Özellikle Akçaabat ve Ortahisar gibi ilçelerde ticaret ve yönetim merkezlerinin genişlemeye katkı sağladığı gözlemlenmiştir. Bulgular, altyapı yatırımlarının artması, ekonomik sistemlerin çeşitlenmesi ve sahil hattında gelişen ticaret ile turizmin yerleşim genişlemesine katkıda bulunduğunu ortaya koymaktadır. Çalışmanın sonuçları, 2020 ve 2030 yılları arasında kıyı şeritlerinde ekonomik ve turistik çekiciliğin artmasıyla birlikte yerleşim alanlarının daha da genişleyeceğini ve iç kesimlere doğru yayılımın süreceğini öngörmektedir. Bu çalışma, literatürde Trabzon gibi coğrafi olarak sınırlı bölgelerde yerleşim alanlarının zamansal ve mekânsal değişimini analiz eden sınırlı sayıda çalışma arasında yer almakta ve bu alandaki önemli bir boşluğu doldurmaktadır.

## Analysis of Urban Sprawl Along the Coastline of Trabzon Province Between 1980-2030 Using GHSL (Global Human Settlement Layer) and GEE (Google Earth Engine)

### Keywords

Space-Time change  
Coastal urbanization  
Google Earth Engine  
GHSL data

### Research Article

Received: 11.11.2024  
Accepted: 16.12.2024  
Published: 20.12.2024

### Abstract

Settlement is an important concept in understanding the spatial organization of societies and how this organization changes through economic, social, and political interactions. This study examines the temporal and spatial dynamics of settlement areas in the coastal districts of Trabzon province from 1980 to 2030. The aim of the research is to analyze the growth dynamics of settlement areas in the coastal areas of Trabzon and to reveal the tendency of density along the coastline to spread towards inland areas. This study considered population movements, urbanization processes, and the economic and social contexts of settlements. Using the GHSL (Global Human Settlement Layer) data on the Google Earth Engine platform, this study looked in depth at how the coastal districts of Trabzon's population changed over time and where they lived. In the study, analysis was conducted using data from 1980, 1990, 2000, 2010, 2020, and 2030, and change maps of settlement areas in coastal districts were produced for each 10-year period. The studies showed that in coastal districts like Beşikdüzü, Vakfıkebir, Akçaabat, and Ortahisar, the number of homes increased along the coast, and this trend continued as you moved into the interior. We observed the contribution of commercial and administrative centers, particularly in districts like Akçaabat and Ortahisar, to this expansion. The findings indicate that the increase in infrastructure investments, the diversification of economic systems, and the development of trade and tourism along the coastline have contributed to the expansion of settlement areas. The results of the study project that settlement areas will continue to grow further between 2020 and 2030, with economic and touristic attractions on the

coastline, and that the expansion towards inland areas will persist. This study fills an important gap in the literature, being among the limited number of studies that analyze the temporal and spatial changes in settlement areas in geographically constrained regions like Trabzon.

## 1. Giriş

Yerleşim, toplumların mekânsal örgütlenmesini ve ekonomik, sosyal, politik faktörlerin mekân üzerindeki etkilerini tanımlayan önemli bir kavramdır (Harvey, 1989). Yerleşim mekân ilişkisi, doğal çevrenin yerleşim modelleri üzerindeki etkisini ve yerleşim süreçlerinin zaman içindeki değişimlerini incelemektedir (Soja, 1980). Mekân ve yerleşim ilişkisi sadece fiziki alanları değil, aynı zamanda kültürel ve sosyal dinamiklerin oluşturduğu mekânları da kapsamaktadır (Lefebvre, 1991). Örneğin, Harvey'in (1996) mekân üzerine çalışmalarında yerleşimlerin gelişiminde sermaye birikiminin ve politik kararların önemli etkiler taşıdığı vurgulanmaktadır.

Yerleşme ve nüfus ilişkisi de kentsel ve kırsal alanların gelişim süreçlerini anlamak açısından önemli bir konudur. Trabzon ili, tarihsel ve coğrafi özellikleriyle bu konuda önemli bir inceleme sahası sunmaktadır. Literatürde bu konuya yönelik çeşitli çalışmalar, Trabzon'un yerleşme dinamiklerini etkileyen birçok konuyla olan ilişkisini anlamamıza yardımcı olacaktır.

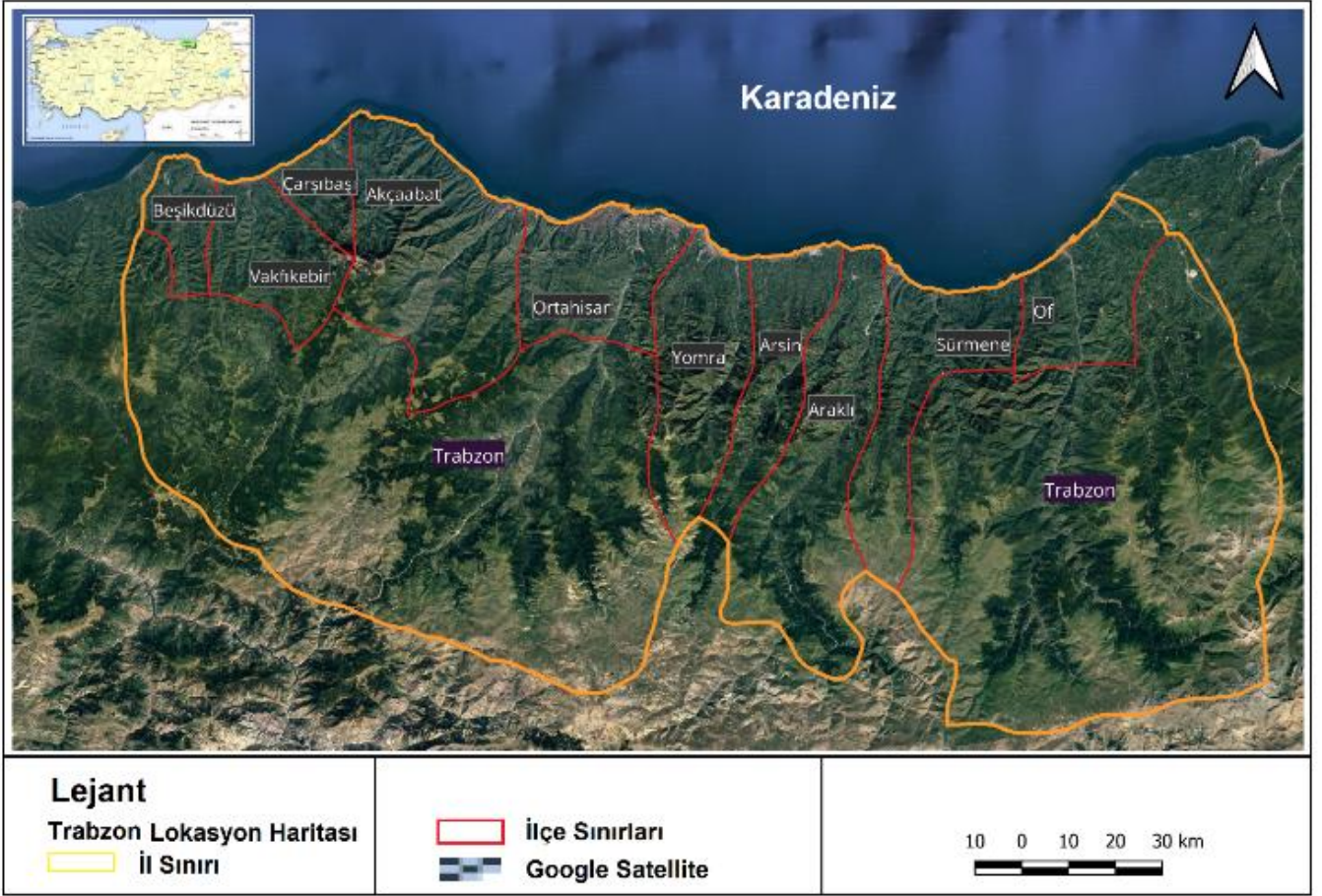
Bayartan (2007), Trabzon'da kentsel fonksiyonların ve özel fonksiyonların kentsel gelişime olan etkilerini ele almış, coğrafi konumun kentleşme üzerindeki belirgin etkilerini vurgulamıştır. Trabzon'un sahil şeridindeki dar alanlarda gelişen ve topoğrafya ile şekillenen kent yapısı bu açıdan önemlidir. Doğanay (1986, 2006), Trabzon'un nüfus hareketleri ve göç dinamiklerini incelemiş, göçlerin yerleşme süreçlerine etkisini ve nüfus artışının mekânsal yayılım üzerindeki baskısını değerlendirmiştir. Ayrıca, Trabzon'un doğal çevre özelliklerinin yerleşim üzerindeki belirleyici etkileri ele alınmıştır. Göney (1984) ve Tümertekin (1973) ise, Türkiye genelinde şehirleşme ve şehirselleşme fonksiyonları üzerine çalışmış ve Trabzon'un yerleşme modelini diğer şehirlerle kıyaslamıştır. Trabzon'un kıyı konumunun kentleşme üzerindeki etkileri bu bağlamda analiz edilmiştir. Tanoğlu (1954, 1969), yerleşme coğrafyasının temel fikirlerini ele alarak, Trabzon gibi coğrafi olarak sınırlı alanda gelişen yerleşimlerin nüfus hareketleriyle nasıl şekillendiğini açıklamıştır. Aynı zamanda Uğur ve Aliagaoglu (2019), Trabzon'un kentsel yerleşim dinamiklerini detaylandırmış ve bu dinamiklerin coğrafi ve sosyal unsurlarla olan ilişkisini ele almıştır. Trabzon'un yerleşim alanlarının sahil şeridinde yoğunlaşması ve kentsel yayılmanın iç kesimlere sınırlı kalması coğrafi ve sosyal yapının bir sonucu olarak değerlendirilmiştir (Erüz vd., 2010).

Trabzon, Karadeniz Bölgesi'nin kıyı kesiminde yer alan bir kent olarak topografik koşulları ve tarihsel yerleşim özellikleri ile dikkat çeken bir bölgedir. Trabzon'un kentleşme süreci üzerine yapılan çalışmalarda, kıyı ve dağlık alanların yerleşim üzerindeki belirleyici etkileri üzerinde durulmuştur (Uzunali & Acar, 2020). Örneğin Öksüz ve Yeşiltepe (2010), Trabzon'un yerleşim alanlarının genişlemesinde ulaşım ağlarının etkisini vurgulamıştır. Özellikle sahil şeridindeki yoğun yerleşim, kentin fiziksel yapısı ile uyumlu bir şekilde şekillenmiştir. Ayrıca Karadeniz kıyısındaki kentlerin büyük çoğunluğunda olduğu gibi Trabzon'da da topografyanın yerleşim dinamikleri üzerindeki etkisi belirgin bir biçimde gözlemlenmektedir

(Eraslan, 2024b). Trabzon, yerleşim alanlarının genişlemesi ve bu genişlemenin özellikle kıyı alanlarına olan baskısı ile de dikkat çekmektedir. 1980'lerden günümüze kadar geçen süreçte, Trabzon'daki yerleşim yoğunluğu kıyı ve yamaç alanlarının kullanımı ile belirlenmiştir (Siyavuş & Belge, 2022).

GHSL (Global Human Settlement Layer) verisi, yerleşim alanlarının mekânsal ve zamansal değişimlerini anlamak açısından büyük önem taşımaktadır. Liu ve ark. (2020), GHSL'nin Çin'deki yerleşim alanlarını doğru bir şekilde belirleme başarısını analiz etmiş ve bu verinin yerleşim dinamiklerini izlemek için oldukça uygun olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmanın sonuçları, GHSL verisinin hem kırsal hem de kentsel alanlar için yüksek doğruluk sağladığını göstermektedir. Ehrlich ve ark. (2021), GHSL verisinin açık ve tutarlı bir şekilde yerleşim alanlarını, nüfus yoğunluğunu ve kentsel gelişimi analiz etmek için kullanılabilirliğini vurgulamıştır. Bu çalışmada GHSL'nin toplumsal etki ve sürdürülebilirlik analizlerinde nasıl etkin bir şekilde kullanılabilirliği detaylandırılmıştır. Leyk ve ark. (2018), GHSL'nin zaman içindeki doğruluğunu kırsal-kentsel geçiş bölgeleri üzerinde değerlendirmiş ve bu verinin çok zamanlı analizler için güçlü bir araç olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, Ma ve ark. (2023) GHSL ve diğer uzaktan algılama yöntemleriyle kentsel yapıların yüksek çözünürlüklü verilerle analizini gerçekleştirmiş, bu analizlerin kentleşme süreçlerini detaylı bir şekilde anlamamıza yardımcı olduğunu ortaya koymuştur. Bu literatür, GHSL verisinin yerleşim dinamikleri üzerindeki etkinliğini ve doğruluğunu ortaya koyarak, Trabzon ve benzeri bölgelerde yapılacak analizlerin sağlam bir veri temeline dayandığını göstermektedir. Bu bakımdan Eraslan (2024a) tarafından yapılan çalışmalar, Google Earth Engine kullanarak yerleşim alanlarının yıllar içindeki gelişimini analiz etmek açısından önemli bir referans sunmaktadır. Erzurum ve Samsun illeri üzerine yapılan bu çalışmalar (Eraslan, 2024c), Trabzon ili için yapılan benzer analizlerle güçlü bir bağlantı kurmaktadır. Bu çalışmalarda kullanılan GHSL verisi, Trabzon'daki yerleşim gelişiminin daha kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

Trabzon ili, Karadeniz Bölgesi'nin doğu kesiminde, Karadeniz kıyısında yer alan ve coğrafi özellikleriyle dikkat çeken bir çalışma alanıdır (Şekil 1). Şehir, kuzeyde Karadeniz'e kıyısı olan dar bir kıyı şeridinden başlayarak güneyde yüksek dağlık alanlara kadar uzanan çeşitlilik gösteren topoğrafyaya sahiptir. Çalışma sahasında yer alan ilçeler, Beşikdüzü'nden Of'a kadar doğu-batı yönünde sıralanmakta olup, bu alan içinde sahil boyunca yoğun bir yerleşim gözlemlenmektedir. Trabzon, kıyı ve dağlık alanlar arasında sıkışmış olması nedeniyle yerleşim alanları ve kentsel gelişim açısından kendine özgü bir dinamik yapı sergilemektedir. Özellikle kıyı boyunca yoğunlaşan yerleşim alanları, kentin coğrafi yapısının yanı sıra sosyo-ekonomik dinamiklerin de etkisiyle şekillenmiştir.



Şekil 1. Araştırma sahası lokasyon haritası.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada kullanılan temel veri seti, Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi (JRC) tarafından sağlanan ve 1975-2030 yılları arasındaki çoklu zaman dilimlerini kapsayan GHS-BUILT-S R2023A veri setidir (Pesaresi & Politis, 2023). Bu veri seti, yüksek çözünürlüklü Landsat ve Sentinel-2 uydu görüntüleri kullanılarak türetilmiş, yapı alanlarının yüzey dağılımını gösteren bir ızgara veri yapısını içermektedir. Veri seti, her 5 yılda bir gözlem içeren eşit zaman aralıklarında üretilmiş olup, mekânsal-zamansal trend analizi yapmaya olanak tanımaktadır.

Analizlerde Google Earth Engine (GEE) platformu kullanılmıştır. GEE'nin sunduğu bulut tabanlı işlem gücü, büyük uydu verilerinin hızlı bir şekilde işlenmesini sağlamış ve veri setinin büyük boyutlarına rağmen analizlerin verimli bir şekilde yürütülmesine olanak tanımıştır. Çalışmada, Trabzon ili sınırları içinde kalan alan odak noktası olarak belirlenmiş ve GHS-BUILT-S R2023A veri setinden elde edilen yıllık yapı alan yüzey oranları hesaplanmıştır.

Görselleştirme sürecinde, belirli renk paletleri ve minimum-maksimum değer aralıkları kullanılarak yapı alanlar açık bir şekilde temsil edilmiştir. Bu görselleştirme yöntemi, her yıl için yapı alanlarının dağılımını daha anlaşılır kılmış ve zamana bağlı değişikliklerin kolayca yorumlanmasını sağlamıştır.

Veri doğrulama sürecinde ise, doğruluğu literatürde kanıtlanmış olan ve Copernicus Küresel Arazi Kapsamı gibi ek veri setleri ile kıyaslamalar yapılmıştır. Ayrıca, kullanılan veri setinin sunduğu hata oranları (kappa değeri), analiz

sonuçlarının güvenilirliğini desteklemiş ve sonuçların geçerliliğini artırmıştır.

Bu çalışmada kullanılan veri seti ve analiz yöntemleri, mekânsal değişkenliğin zaman içindeki değişimini analiz etmeyi amaçlayan benzer araştırmalarda kullanılacak güncel ve güvenilir bir çerçeve sunmaktadır.

Bu çalışmada, Trabzon ili kıyı ilçelerindeki yerleşim alanlarının mekânsal ve zamansal değişimini analiz etmek amacıyla, Global Human Settlement Layer (GHSL) veri seti ve GEE'ye platformu kullanılmıştır. Çalışmanın yöntem kısmında, veri setinin hazırlanması, analiz parametrelerinin belirlenmesi ve haritalandırma süreçleri ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Şekil 2'de yer alan satır, Trabzon ili sınırlarını içeren shapefile dosyasını GEE'ye yükler. ee.FeatureCollection, GEE'de coğrafi verileri saklamak ve işlemek için kullanılan bir veri türüdür (Şekil 2). 'projects/tur-dr/assets/trabzon' ifadesi, shapefile dosyasının GEE üzerindeki konumunu belirten bir asset ID'dir.

```
Link db50793ddaeb04f246438b102e3838c* GetLink Save Run Reset Apps
1 // Trabzon sınırlarını içeren shapefile asset dosyasını yükle
2 var trabzonBoundary = ee.FeatureCollection('projects/tur-dr/assets/trabzon');
```

Şekil 2. Trabzon ili sınırlarını içeren shapefile dosyası GEE JavaScript kodları.

Şekil 3'te yer alan satır, analiz yapılacak yılları bir dizi içinde tanımlar. `imageIds`, GHSL veri setinin ilgili yıllarına erişim sağlamak için kullanılır. Her yıl için veri seti 'JRC/GHSL/P2023A/GHS\_BUILT\_S/' ana dizinine eklenir. Bu yapı, Google Earth Engine'in `map` işlevi kullanılarak



dinamik bir şekilde her yıl için veri setine erişim sağlar (Şekil 3).

```
Link db50793ddaeb04f246438b102e3838c*
4 // Analiz yapılacak yıllar ve GHSL veri seti asset ID'leri
5 var years = [1980, 1990, 2000, 2010, 2020, 2030];
6 var imageIds = years.map(function(year) {
7   return 'SRC/GHSL/P2923A/GHSL_BUILT_SV/' + year;
8 });
```

Şekil 3. Analiz yapılacak yılların belirlenmesi ve GHSL veri seti asset ID'lerinin GEE JavaScript kodları.

Görselleştirme için minimum ve maksimum değerler (min: 0 ve max: 8000) ve renk paleti tanımlanmıştır. `palette: ['000000', 'FFFFFF']`, siyah-beyaz bir palet kullanılarak yapılaşmış alanların gri tonlarında görüntülenmesini sağlar. `var results = []`; analiz sonuçlarını saklamak için boş bir liste oluşturur. Bu liste, her yıl için elde edilen sonuçları daha sonra kullanmak üzere saklar (Şekil 4).

```
Link db50793ddaeb04f246438b102e3838c*
10 // Görselleştirme parametreleri
11 var visParams = {min: 0, max: 8000, palette: ['000000', 'FFFFFF']};
12
13 // Sonuçları saklamak için boş bir liste oluştur
14 var results = [];
15
```

Şekil 4. Görselleştirme parametrelerinin (visParams) ve sonuçları saklamak için boş listenin (results) tanımlanması (GEE JavaScript kodları).

- `years.forEach` döngüsü ile her yıl için işlem yapılır.
- `ee.Image(imageIds[index])`: Her yıl için GHSL veri setindeki ilgili görseli yükler.
- `.select('built_surface')`: Sadece `built_surface` bandını seçerek analizde kullanılacak yapılaşma alanlarını temsil eden veriyi alır.
- `.clip(trabzonBoundary)`: Görsel, yalnızca Trabzon il sınırları ile sınırlandırılır.
- `Map.addLayer(image, visParams, 'Built-up surface [' + year + '] - Trabzon')`: Görseli belirtilen görselleştirme parametreleri ile haritaya ekler.
- `results.push(image)`: İşlenen görüntü sonuçlarını `results` listesine ekler (Şekil 5).

```
Link db50793ddaeb04f246438b102e3838c*
16 // Yıllara göre analiz ve görselleştir
17 years.forEach(function(year, index) {
18   // GHSL verisini yükleme ve Trabzon sınırına göre kırp
19   var image = ee.Image(imageIds[index])
20     .select('built_surface')
21     .clip(trabzonBoundary);
22
23   // Sonuçları haritaya ekleme
24   Map.addLayer(image, visParams, 'Built-up surface [' + year + '] - Trabzon');
25
26   // Analiz sonuçlarını listeye ekleme
27   results.push(image);
28 });
```

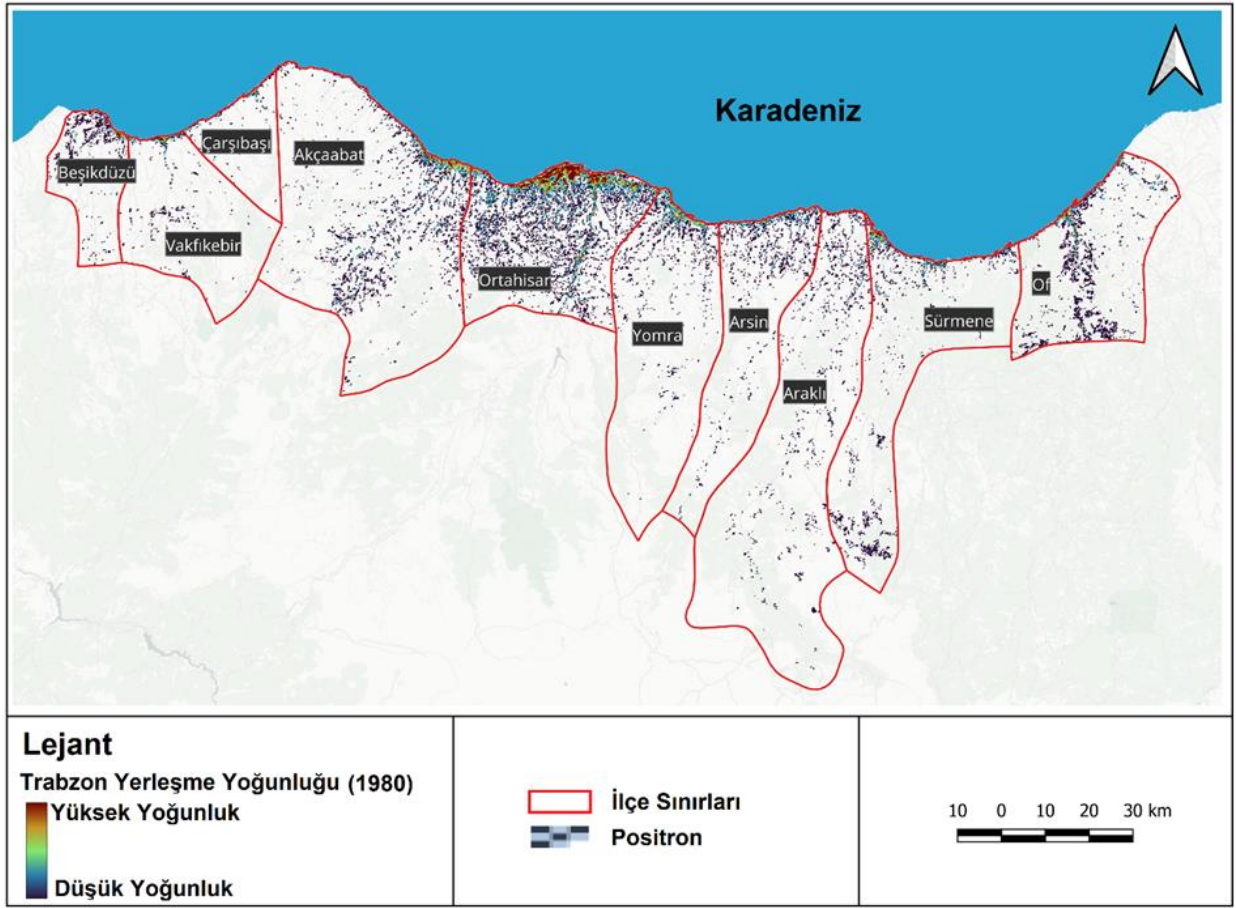
Şekil 5. GHSL verisinin yıllara göre yüklenmesi, Trabzon sınırına göre kırılması ve haritaya eklenmesi (GEE JavaScript kodları).

Bu yöntemsel çerçevede, Trabzon ili kıyı ilçelerindeki yerleşim alanlarının 1980-2030 yılları arasındaki zamansal değişim dinamikleri kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır. Google Earth Engine platformu ve GHSL veri seti kullanılarak yapılan analizler, yerleşim yoğunluklarının mekânsal dağılımını ve coğrafi sınırlamaların yerleşim dinamikleri üzerindeki etkisini ayrıntılı olarak ortaya koymuştur. Böylece, her 10 yıllık dönemde yerleşim alanlarında gözlemlenen değişimlerin nedenleri ve sonuçları, haritalandırma yoluyla görselleştirilmiştir. Bu analizlerin sonuçları, Trabzon kıyı ilçelerinin gelecekteki kentleşme stratejilerine yönelik önemli veriler sunmakta ve sürdürülebilir şehirleşme politikalarının geliştirilmesi açısından değerli bir temel sağlamaktadır.

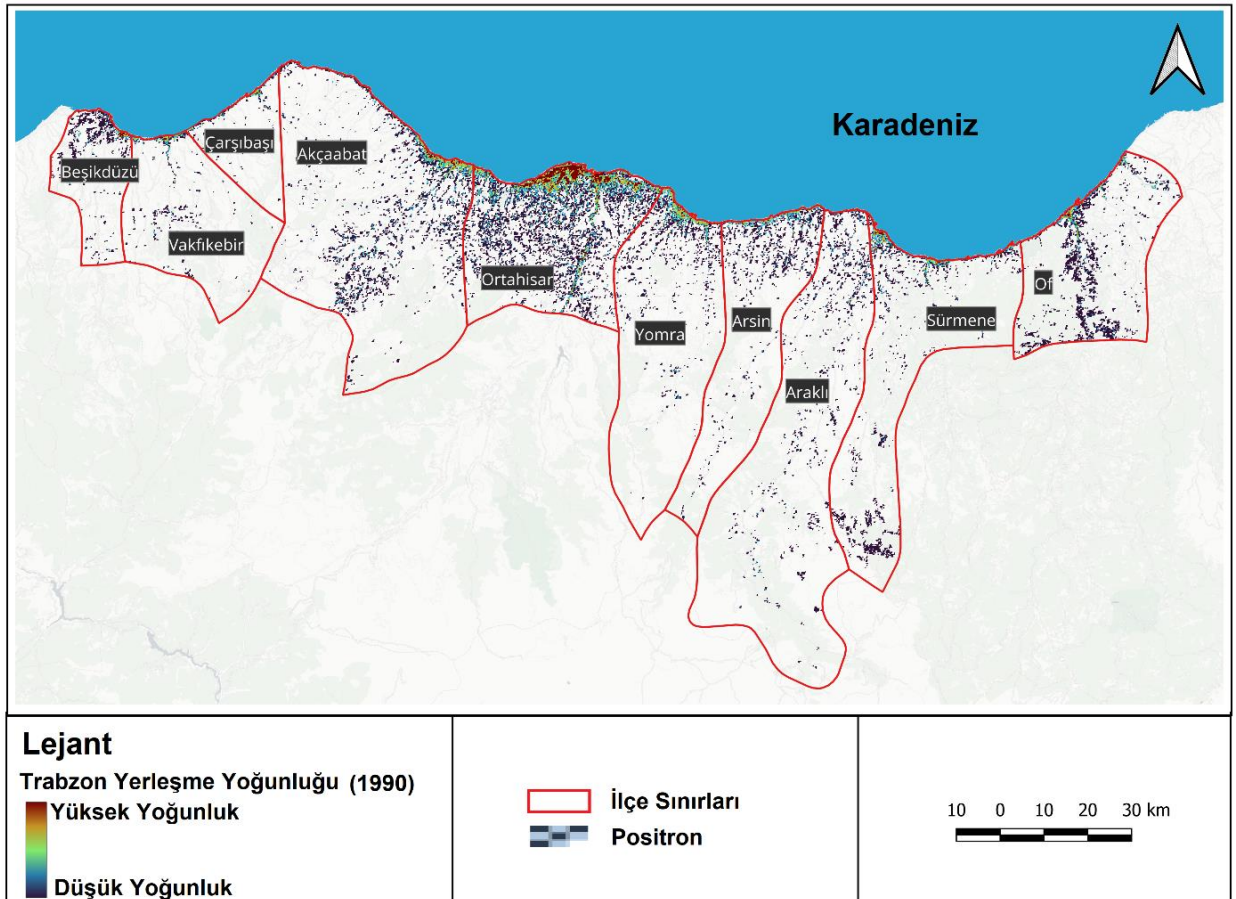
### 3. Bulgular

Trabzon'un 1980 yılından başlayarak her 10 yıllık periyotlarla yerleşim dinamikleri analiz edilmiştir. Bu analizlerde, Trabzon'un sahil şeridinde yer alan ilçelerdeki yerleşim gelişimi incelenmiş ve yerleşim alanlarındaki değişimler coğrafi, sosyal ve ekonomik faktörler ile ilişkilendirilmiştir. Bulgular bölümünde, her 10 yıllık süreçte meydana gelen değişimler ayrı ayrı ele alınmış; kıyı şeridindeki yerleşim yoğunluğunun artışı ve bu artışın iç kesimlere doğru genişleme eğilimi detaylandırılmıştır. Bu analizler, topoğrafyanın yerleşim üzerindeki etkisini ve nüfus hareketlerinin yerleşim alanlarına olan yansımaları daha iyi anlamamıza olanak sağlamaktadır. Kıyı kesimlerinden iç kesimlere doğru gerçekleşen yerleşim değişimlerinin yerel dinamikler üzerindeki etkileri de kapsamlı bir şekilde değerlendirilecektir. Trabzon'un 1980 yılı yerleşim yoğunluğunu gösteren harita, kentin kıyı ilçelerinde yerleşimin yoğunluğunu ve dağılımını ortaya koymaktadır. Beşikdüzü ve Vakfıkebir gibi batıda yer alan ilçelerde, yerleşim sahil boyunca yoğunlaşmış olup bu bölgeler dar bir bant şeklinde gelişim göstermiştir. Bu durum, coğrafi sınırlamaların yerleşim alanlarını kıyıya odakladığını göstermektedir. Çarşıbaşı ve Akçaabat ilçelerinde benzer bir yerleşim modeli görülmekte, özellikle Akçaabat'ta yerleşim daha yoğun bir şekilde kıyıya odaklanmıştır. Ortahisar ise Trabzon'un merkezi ilçesi olarak en yoğun yerleşim alanına sahip olup kıyıdan iç kesimlere doğru genişleyen bir yapı göstermektedir. Yomra ve Arsin gibi ilçelerde yerleşim yoğunluğu nispeten daha düşük olup yerleşim kıyı boyunca daha dağınık bir şekilde yayılmıştır. Sürmene ve Araklı ilçelerinde ise yerleşim yoğunluğu sınırlıdır ve bu bölgelerde yerleşim sahil hattına sıkışmıştır. Of ilçesinde de yerleşim yoğunluğu düşük olup yerleşim alanları seyrek bir yapı sergilemektedir. Genel olarak, 1980 yılı itibarıyla Trabzon'daki yerleşim, kıyı hattına sıkışmış ve iç kesimlere doğru sınırlı bir yayılım göstermektedir. Topoğrafyanın kısıtlayıcı etkisi, yerleşim alanlarının kıyıya odaklanmasına ve bu bölgelerde yoğunlaşmasına neden olmuştur (Şekil 6).

1990 yılı Trabzon yerleşim yoğunluğu haritası, kıyı bölgelerindeki bölünmelerin arttığını ve sahil boyunca mukavemetin sürdüğünü göstermektedir (Şekil 7). Beşikdüzü ve Vakfıkebir ilçelerinde, 1980 yılı karşılaştırması sahil hattında belirgin bir dağılım artışı gözlemlenmektedir. Bu ilçelerdeki artışın nedeni, özellikle sahil yolu ve ulaşım seçeneklerinde ortaya çıkan iyileştirmeler sayesinde yerleşim seçeneği seçenekleridir. Sahil yolu, bu sistemlerin ekonomik sistemlerini artmasını sağlamış ve bu da dağılımın kurtarılmasına neden olmuştur. Çarşıbaşı ve Akçaabat ilçelerinde de yerleşim yoğunluğu belirgin bir şekilde ortaya çıkıyor. Özellikle Akçaabat, Trabzon'un merkeze yakınlığı ve gelişmişliği sayesinde 1980-1990 yılları arasında önemli bir çekim merkezi haline gelmiştir. Bu dönemde artan nüfus ve ticaret imkânları, yerleşimin azalmasının artmasıyla yol açmıştır. Ortahisar, Trabzon'un merkez ilçesi olarak yerleşimin en yoğun olduğu bölge olmayı sürdürmektedir. Ortahisar'daki artışın nedeni, kent ticaret ve yönetim merkezinin genel görünümü, artan kırılma hizmetleri ve altyapı yatırımlarıyla birlikte kıyı hattında yoğunlaşmaktadır.



Şekil 7. Trabzon'un kıyı ilçelerinde 1980 yılı yerleşim yoğunluk haritası.



Şekil 6. Trabzon'un kıyı ilçelerinde 1990 yılı yerleşim yoğunluk haritası.

Yomra ve Arsin ilçelerinde bir önceki döneme göre yerleşim yoğunluğunda artış görülmektedir. Bu ilçelerdeki artış, Ortahisar'a olan yakınlık ve kıyı boyunca devam eden yerleşimle ulaşılabilir. Özellikle bu dönemde kıyı hattı boyunca yeni yerleşim bölgelerinin bölünmesi ve bu durum durumunun arttırılması imkânı sağlanmıştır. Sürmene ve Araklı ilçelerinde de yerleşim değişimi sahil boyunca genişlediği görülmektedir. Bu genişlikte, ilçelerdeki sanayi yatırımları ve artan ekonomik faaliyetler ile birlikte bulunabilmektedir. Tarımsal ürünlerin yanı sıra sahil boyunca artan ticari hizmetler, bu sistemlerin sırasının yoğunlaşmasına yol açmıştır. İlçenin yerleşim sınırları sınırında bir artış görülmektedir. Diğer ilçelere kıyasla daha az gelişmiş bir yapıya sahip olması, yerleşim yoğunluğunda belirgin bir artış olmamasıydı. Ancak yine de sahil boyunca seyrek bir şekilde yeni yerleşimler gözlemlenmektedir. Genel olarak, 1990 yılı haritası Trabzon'un kıyı ilçelerindeki yerleşim alanlarının genişlediğini ve yoğunlaştığını göstermiştir. Bu durumun ortaya çıkışında orta sahil yolu gibi ana ulaşım hatlarının iyileştirilmesi, kıyı boyunca yerleşimlerin yoğunlaşmasına ve sahil hattında yeni yerleşim dağılımına neden olmuştur. Özellikle ekonomik büyüme ve altyapı hizmetlerinin çeşitliliği, dağılımının bozulması ve kıyı hattında daha belirgin bir şekilde artışa yol açmıştır. Bu artış, Trabzon'un kıyı ilçelerinde şiddetli gelişimin hızlandığını ve sahil boyunca yoğunlaştığını göstermektedir.

2000 yılı Trabzon yerleşim yoğunluğu haritası, Öncelikle, Trabzon'un bu kıyı ilçeleri Karadeniz'e kıyısı olan sahil şeridi boyunca yer almakta olup, doğal coğrafi avantajları nedeniyle ticaret ve ulaşım açısından önemli bir konumda bulunmaktadır. Akçaabat ilçesi örneğinde olduğu gibi, kıyı boyunca gelişen balıkçılık sektörü ve buna bağlı yan sektörler, ilçe merkezinde ekonomik canlanmaya yol açmış ve kırsaldan merkeze göçü teşvik etmiştir. Aynı zamanda, Akçaabat'ın Trabzon merkeze yakın olması, burayı hem ticari hem de yerleşim olarak cazip bir hale getirmiştir. Bu ilçede gelişen ticaret ve hizmet sektörleri, nüfus yoğunluğunu arttıran unsurlar arasındadır. Ortahisar ilçesi, Trabzon'un merkez ilçesi olarak şehrin idari, ticari ve ekonomik kalbini oluşturmaktadır. 2000 yılı itibarıyla Trabzon Limanı çevresinde artan ticari faaliyetler, Trabzon'un diğer illere ve ülkelere açılan kapısı olması sebebiyle burada ciddi bir nüfus yoğunlaşmasına yol açmıştır. Liman etrafında gelişen lojistik sektörü ve gıda ticareti gibi ticari faaliyetler, özellikle Ortahisar'ın kıyı hattında yerleşimi çekici hale getirmiştir. Bu durum, şehrin diğer ilçelerinden Ortahisar'a olan göçü de arttırmış ve yerleşim yoğunluğunu yükseltmiştir (Şekil 8).

Yomra ve Arsin ilçeleri ise sanayi ve üretim alanında gelişmeye başlamış ilçeler arasında yer almaktadır. 2000 yılına gelindiğinde bu ilçelerde organize sanayi bölgeleri kurulmaya başlanmış ve bu da iş imkanlarını artırarak çevre köylerden bu ilçelere olan göçü hızlandırmıştır. Özellikle Arsin Organize Sanayi Bölgesi, ilçedeki istihdam olanaklarını genişletmiş ve hem Trabzon'un genelinde hem de civar illerden iş gücünün bu bölgeye yönelmesine neden olmuştur. Bu tür sanayi bölgeleri, nüfusun sanayi alanlarına yakın yerlerde yoğunlaşmasına yol açarak ilçenin yerleşim alanlarının kıyı bölgelerine doğru genişlemesine katkıda bulunmuştur. Sürmene ve Of ilçeleri ise daha çok geleneksel üretim ve ticaretle öne çıkmaktadır. Bu iki ilçede özellikle çay üretimi ve ticareti yaygındır. Çay fabrikaları ve bu sektördeki iş olanakları, ilçede yaşayan nüfusun kıyı bölgelerinde yoğunlaşmasına yol açmış, kırsal alanlardan

kıyıya doğru göçü hızlandırmıştır. Of ilçesi aynı zamanda eğitim alanında da gelişmiştir; KTÜ'ye bağlı meslek yüksekokullarının burada açılması, genç nüfusun ilçeye akışını sağlamış ve yerleşim yoğunluğunu arttırmıştır.

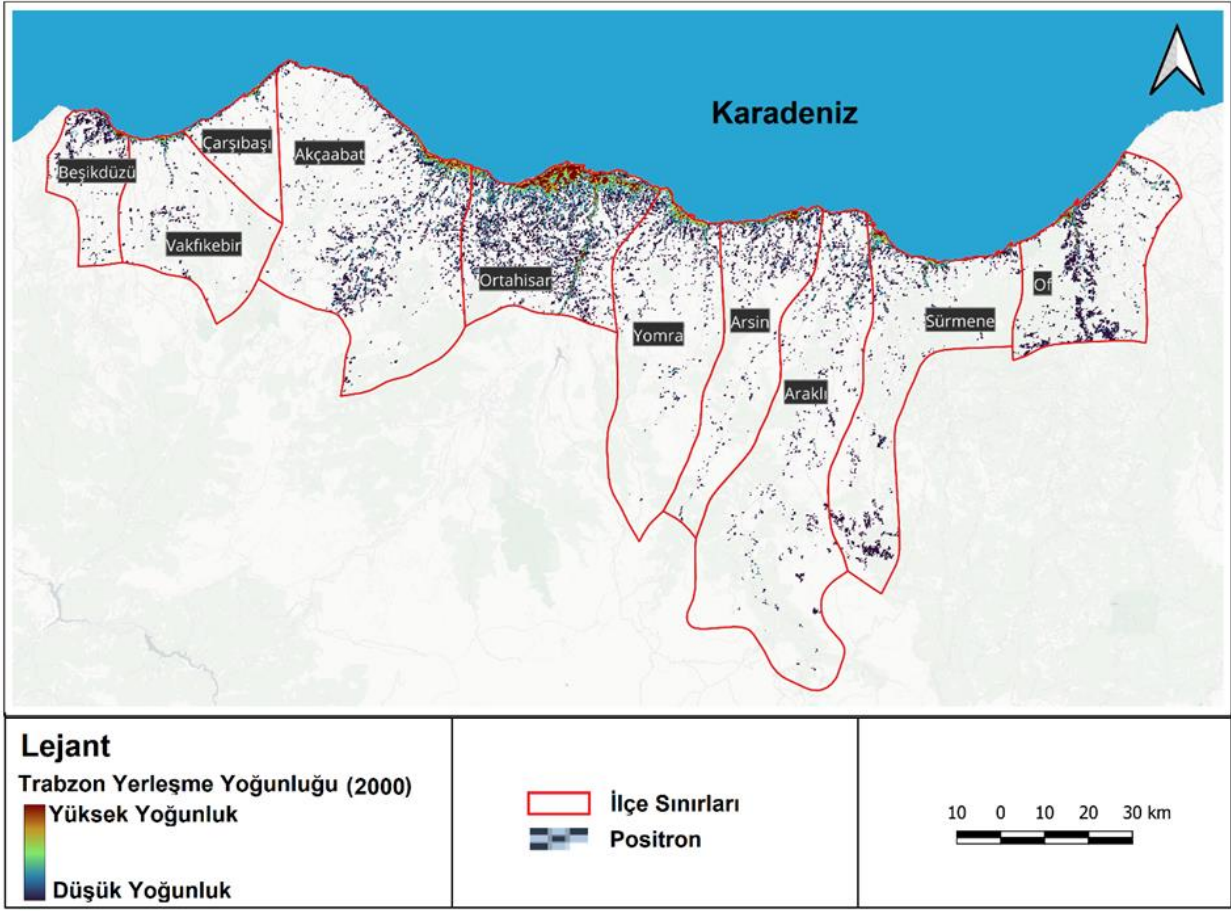
Trabzon'un kuzeyde Karadeniz'e kıyısı olması, bu kıyı ilçelerinin turizm açısından da cazip hale gelmesine katkı sağlamıştır. Akçaabat ve Çarşıbaşı gibi ilçeler, 2000'li yılların başında turizme yönelik yatırımlara sahne olmuş, özellikle yaz aylarında yerli ve yabancı turistlerin ilgisini çekmiştir. Turizmin artışıyla birlikte otel, restoran ve diğer turistik hizmet sektörlerinde gelişme kaydedilmiş, bu da yerleşim alanlarının genişlemesine yol açmıştır. Son olarak, Trabzon-Gürcistan sınır kapısının açılması ve Karadeniz Sahil Yolu Projesi'nin tamamlanması, bu kıyı ilçelerinin transit ticaret açısından önemini arttırmıştır. Sahil yolu, ilçeler arasındaki ulaşımı kolaylaştırarak hem ticaretin hem de iç göçün hızlanmasına sebep olmuştur. Bu yeni ulaşım altyapısı, kıyıdaki yerleşim alanlarının genişlemesine ve yoğunlaşmasına katkıda bulunmuştur.

2010 yılı Trabzon yerleşim yoğunluğu haritasına bakıldığında, 2000'lerin başında kıyı ilçelerinde başlayan yerleşim yoğunluğu, 2010'a gelindiğinde daha belirgin hale gelmiştir. Trabzon'un kıyı ilçeleri arasındaki Ortahisar, Akçaabat ve Yomra gibi merkezlere yakın olan bölgelerde nüfus artışı dikkat çekicidir. Özellikle Ortahisar, Trabzon'un merkezi olarak idari, ticari ve sosyal olanakları bünyesinde barındırdığı için çevre ilçelerden göç almış ve kıyı şeridindeki yerleşim alanları genişlemiştir. Trabzon Limanı'nın yarattığı ticari hareketlilik ve Karadeniz Sahil Yolu'nun tamamlanması, kıyı boyunca yerleşimin artmasına ve yeni konut alanlarının gelişmesine olanak tanımıştır. Bu yol, Trabzon'un diğer Karadeniz illeriyle bağlantısını kuvvetlendirirken ticaret hacmini artırmış, bu durum da liman ve ticaret sektöründe çalışan nüfusun kent merkezine yerleşme talebini yükseltmiştir (Şekil 9).

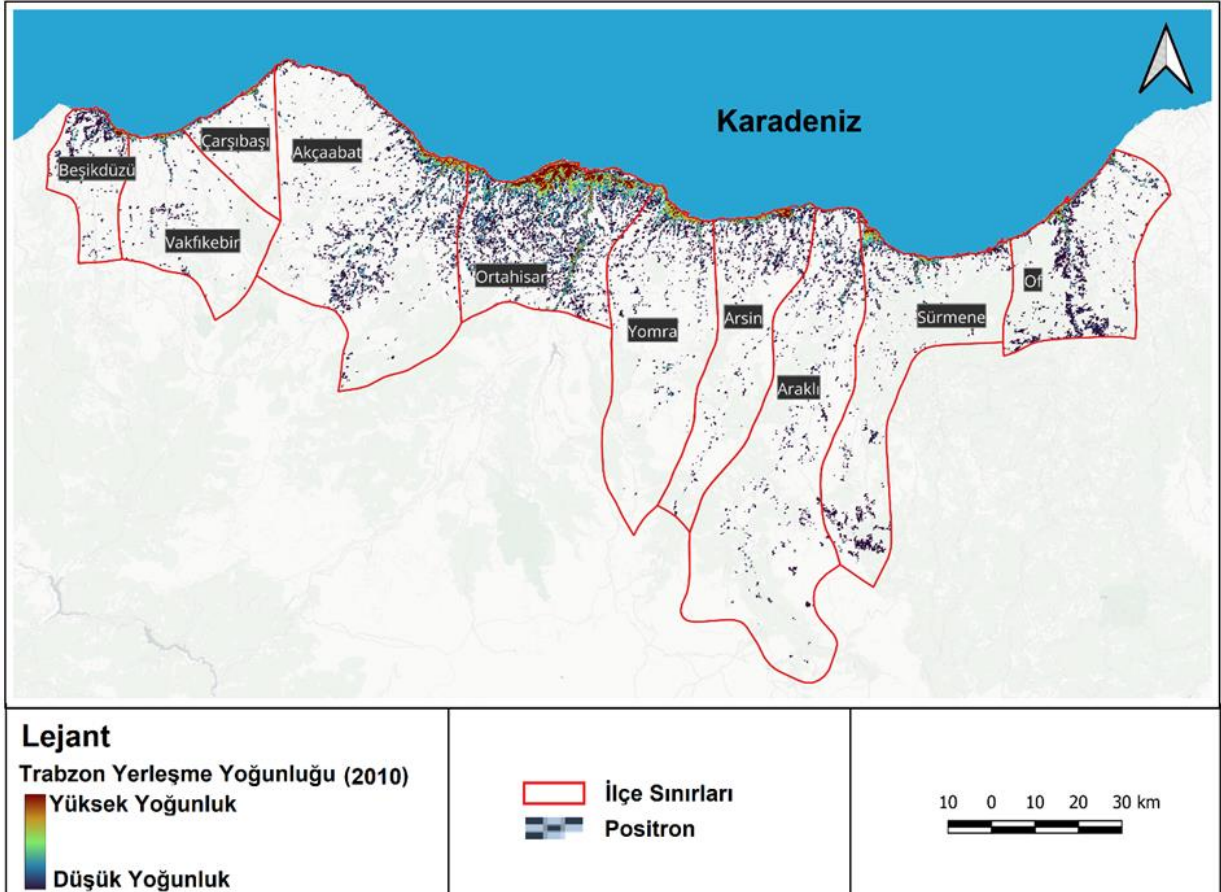
Akçaabat ilçesi ise, Trabzon merkeze yakınlığı ve gelişen ticari faaliyetleriyle nüfus yoğunluğunu artıran bir diğer önemli bölgedir. Akçaabat'taki yerleşim alanları kıyıya doğru genişlemiş, sahil şeridinde yeni konut alanları inşa edilmiştir. Özellikle turizm faaliyetlerinin gelişmesi ve restoran, kafe gibi turistik işletmelerin açılması, ilçenin cazibesini arttırmıştır. Akçaabat, aynı zamanda kıyı hattındaki en büyük yerleşim birimlerinden biri olarak, Trabzon merkeze yakın olmasının avantajını kullanmış ve kırsaldan merkeze göçü kendine çekmiştir. 2010 yılı itibarıyla ilçenin ticaret hacmi büyümüş ve bu durum yerleşim alanlarının genişlemesine katkıda bulunmuştur. Yomra ve Arsin ilçelerinde de önemli gelişmeler gözlemlenmiştir. Yomra'da gelişen organize sanayi bölgeleri ve buna bağlı olarak artan istihdam olanakları, kırsal alanlardan ve çevre illerden göç almasını sağlamıştır. Arsin Organize Sanayi Bölgesi'nin sağladığı iş imkanları, ilçenin kıyı hattındaki yerleşim yoğunluğunu artırmış ve sanayi çalışanlarının burada ikamet etmesine zemin hazırlamıştır. Bu gelişmelerle birlikte Yomra ve Arsin'de yeni konut alanları ve sosyal donatılar inşa edilmiştir, bu da ilçelerin yerleşim alanlarının genişlemesini hızlandırmıştır. Aynı zamanda, sanayi bölgelerinde çalışanlar için ulaşım kolaylığı sağlanması amacıyla kıyıya yakın bölgelerde yerleşim artışı yaşanmıştır.

Sürmene ve Of ilçeleri, çay üretimi ve ticareti ile kıyı şeridinde ekonomik bir hareketlilik yaratmıştır.





Şekil 8. Trabzon'un kıyı ilçelerinde 2000 yılı yerleşim yoğunluk haritası.



Şekil 9. Trabzon'un kıyı ilçelerinde 2010 yılı yerleşim yoğunluk haritası.

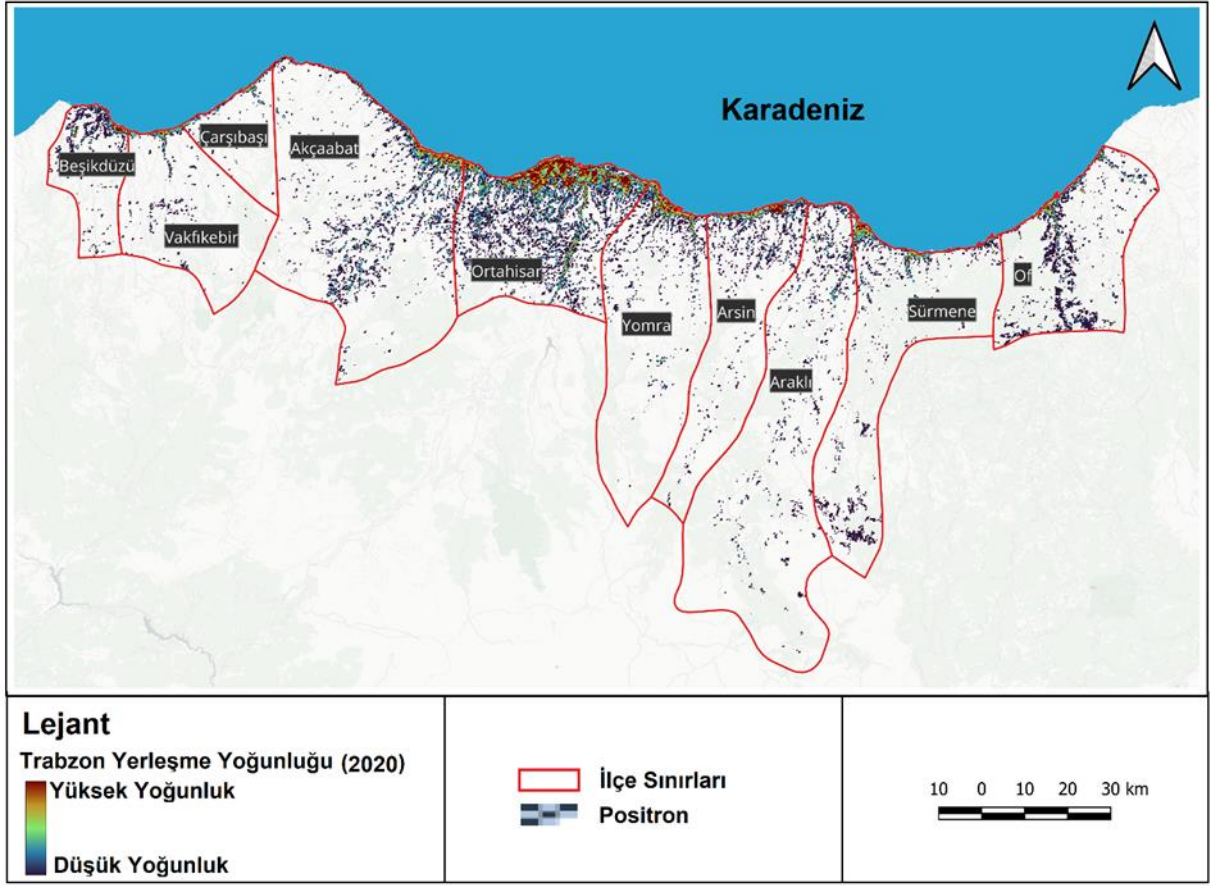
Çay sektöründeki istihdam, bu ilçelerin kıyı kesiminde yaşayan nüfusun artmasına neden olmuştur. Sürmene’de çay fabrikalarının sayısının artması, ilçeye yeni iş gücü çekmiş, bu da yerleşim alanlarının genişlemesine katkı sağlamıştır. Of ilçesinde ise özellikle eğitim alanındaki yatırımlar, genç nüfusu ilçeye çekmiştir. Of Meslek Yüksekokulu’nun öğrenci sayısının artması, yerel ekonomiyi canlandırmış ve kıyı şeridinde yeni konut ve sosyal alanların oluşmasına yol açmıştır. 2010 yılı itibariyle, Trabzon’un kıyı ilçelerindeki yerleşim artışı, Karadeniz Sahil Yolu’nun da katkısıyla devam etmiş, kıyı boyunca ulaşım kolaylaşmış ve bu durum kıyıdaki yerleşim alanlarının daha düzenli ve yoğun bir yapıya kavuşmasına katkı sağlamıştır. Kısacası, 2000-2010 yılları arasında Trabzon kıyı ilçelerinde ekonomik faaliyetler, sanayi yatırımları, turizm ve eğitim alanındaki gelişmeler, yerleşim alanlarının genişlemesini ve yoğunlaşmasını sağlayan başlıca faktörler olarak öne çıkmıştır.

2020 yılı yerleşim yoğunluğu haritasına bakıldığında, Trabzon’un 2020 yılı itibariyle kıyı ilçelerinde ve çevresinde yerleşim yoğunluğunun artmasında etkili olan birçok yeni faktör bulunmaktadır. Bu dönemde bölgedeki yerleşim yapısında önemli değişimler gözlemlenmiştir; özellikle turizm, ekoturizm, pandemi sonrası iç göç hareketleri ve yabancı turistlerin kalıcı konut talepleri gibi faktörler yerleşim dinamiklerini doğrudan etkilemiştir (Şekil 10). Öncelikle, Trabzon’un kıyı ilçelerindeki turizm hareketliliği, konaklama altyapısında bir genişlemeye yol açmıştır. Akçaabat, Yomra, Arsin ve Araklı gibi ilçelerde turizm yatırımları artmış, bu da yerleşim yoğunluğunu kıyı boyunca yaymıştır. Trabzon’un doğal güzelliklerine ilgi duyan yerli ve yabancı turistlerin sayısındaki artış, kıyı kesimlerinde ve yüksek bölgelerde otel, konaklama tesisleri, bungalovlar ve ekoturizm tesislerinin inşasını hızlandırmıştır. Özellikle Arap turistlerin ilgisiyle bölgede kalıcı konut talepleri artmış, bu da konut arzını doğrudan etkilemiştir. Yomra ve Arsin ilçelerinde deniz manzaralı veya kıyıya yakın konut projeleri bu talepleri karşılamaya yönelik olarak yapılmış, böylece bu ilçelerdeki yerleşim alanları genişlemiştir. Pandemi dönemi de Trabzon’da yerleşim yoğunluğunu etkileyen bir diğer önemli faktör olmuştur. Büyükşehirlerde yaşayan Trabzonlu ailelerin, daha izole ve doğal bir yaşam alanı arayışıyla kendi memleketlerine dönüş yapması, yerleşim alanlarının kıyıda kırsala doğru genişlemesine neden olmuştur. Bu göç hareketleri, kırsal alanda özellikle Ortahisar’ın yüksek bölgelerinde yeni konut ve villa inşaatlarını tetiklemiş, yerleşim yerleri kırsal alanlara doğru yayılmıştır. Akçaabat gibi doğal alanlara sahip ilçelerde ise doğa ile iç içe bir yaşam arayışı, pandemi sürecinde kırsal yerleşim talebini artırmış, bu bölgelerde yeni yerleşim alanları oluşmuştur. Ekoturizm, Trabzon’un kıyı ve yüksek bölgelerinde yeni bir yerleşim dalgasını tetiklemiştir. Sürmene ve Of gibi doğayla iç içe alanlarda, ekoturizm yatırımlarıyla birlikte bungalov tarzı konaklama tesislerinin yapımı artmış, bu alanlar özellikle pandemi döneminde hem yerli hem de yabancı turistlerin ilgisini çekmiştir. Bu bölgelerde ekoturizme yönelik yapılaşma, kırsal alanlardaki yerleşim alanlarının artmasına ve kıyıda uzak noktalarda bile nüfus yoğunluğunun gözle görülür şekilde artmasına neden olmuştur. Özellikle Arap turistlerin doğayla uyumlu, kırsal ve sakin alanlarda ev satın alma eğilimi, bu bölgedeki konut taleplerini yükseltmiş ve yeni yapılaşmaları teşvik etmiştir.

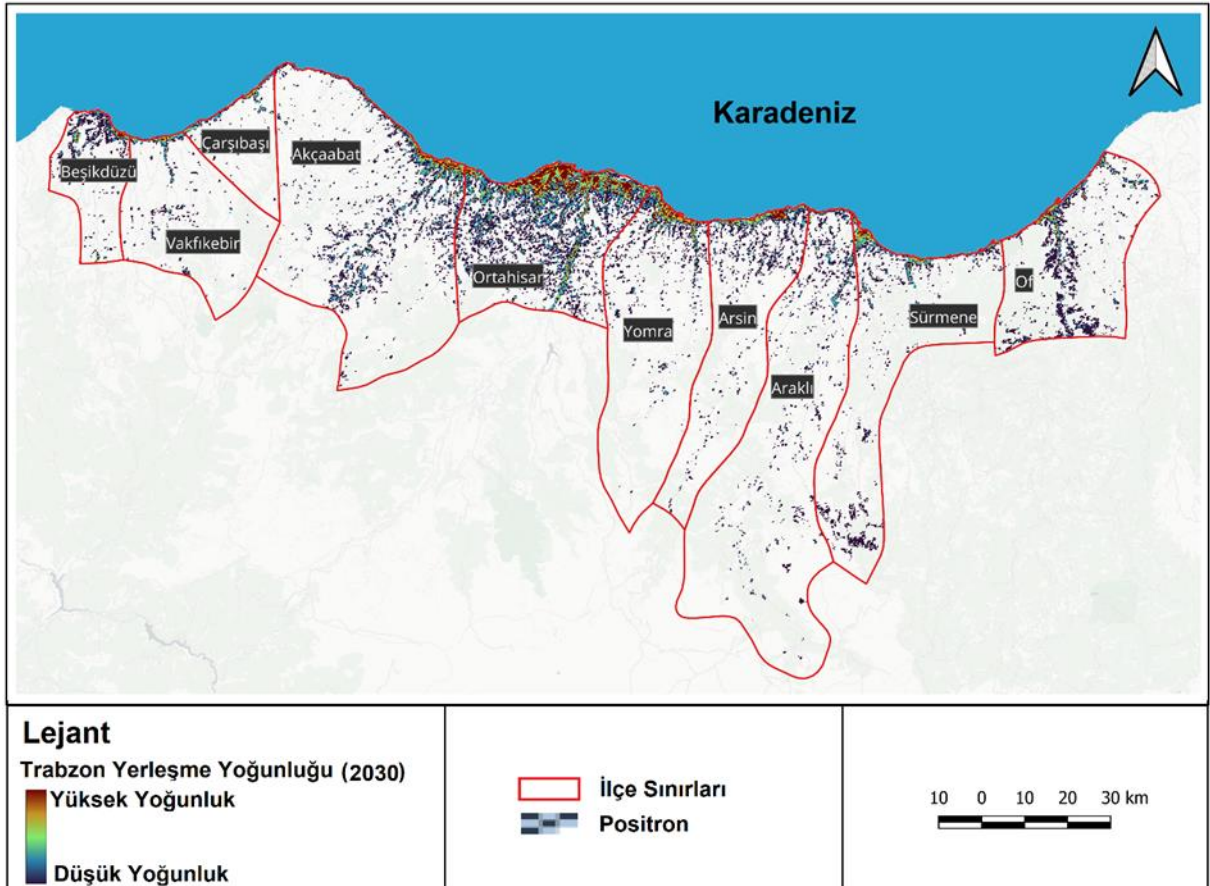
Trabzon’un iç göç hareketlerinden kaynaklı olarak artan konut talebi, inşaat sektörünü canlandırmış ve yeni konut projeleri ile kıyı ilçelerinde yapılaşmayı artırmıştır. Özellikle Yomra ve Arsin’de yükselen deniz manzaralı apartman projeleri, sahil boyunca konut arzını yükseltmiş ve nüfus yoğunluğunu artırmıştır. Bu ilçelerde yapılan lüks konut projeleri, yabancı turistlerin kalıcı konut taleplerini karşılamış, aynı zamanda Trabzon’un cazibe merkezi olma niteliğini güçlendirmiştir. Bu durum, sahil hattındaki ilçelerde konut fiyatlarının artmasına da sebep olmuş ve kıyı bölgelerinde daha kompakt bir yerleşim alanı oluşturmuştur. Trabzon’un 2020 yılı itibariyle kıyı ilçelerindeki yerleşim yoğunluğu, turizm, ekoturizm ve iç göç gibi yeni dinamiklerin etkisiyle şekillenmiştir. Turizm yatırımları, özellikle Arap turistlerin kalıcı konut talepleri, pandemi sonrası memlekete dönüş hareketleri ve kırsal alanlardaki yerleşimlerin artması, Trabzon’un kıyı şeridindeki yerleşim yapısında büyük değişimlere neden olmuş ve kıyı ile kırsal alanlarda yoğun bir yerleşim genişlemesine yol açmıştır. Bu etmenler, Trabzon’un kıyı ilçelerindeki yerleşim yoğunluğunu daha çeşitli ve dinamik hale getirmiştir.

2030 yılına ait yerleşim yoğunluğu haritasına göre Trabzon’un kıyı ilçelerinde yerleşim alanlarının artmasının ardında birçok yeni faktör öngörülmektedir. Özellikle, bölgedeki kentsel gelişim, turizm faaliyetlerinin çeşitlenmesi, altyapı yatırımları ve artan dış talep bu değişimlerin başlıca nedenleri olarak öne çıkmaktadır. Trabzon’un merkezi olan Ortahisar ilçesinde, 2030 yılı itibariyle ticaret, turizm ve hizmet sektörü yatırımlarının daha da artması beklenmektedir. Ortahisar’ın Trabzon’un idari ve ticari merkezi olarak gelişimini sürdürmesi, bu ilçedeki nüfus yoğunluğunu artıracaktır. Özellikle uluslararası bir cazibe merkezi haline gelen Trabzon Limanı çevresinde lojistik sektörünün genişlemesi ve limana bağlı ticaret faaliyetlerinin artması, Ortahisar’daki kıyı yerleşimlerinde nüfus yoğunluğunu daha da yükseltecek bir etkiye sahip olacaktır. Ayrıca, Trabzon’a gelen yabancı turistlerin konaklama ve sosyal ihtiyaçlarını karşılamak için Ortahisar’da daha fazla otel, alışveriş merkezi ve konut projeleri inşa edilmesi öngörülmektedir (Şekil 11). Akçaabat ilçesi hem turizm hem de konut projeleri açısından gelişimini sürdüreceği bir potansiyele sahiptir. Doğal güzellikleri ve denize olan yakınlığı nedeniyle Akçaabat’ta özellikle bungalov, villa ve ekoturizm tesislerine yönelik yatırımların artacağı tahmin edilmektedir. Bölgeye gelen turistlerin doğa ile iç içe ve daha izole alanlarda konaklama talebi, Akçaabat’ın kıyı ve yüksek kesimlerinde yeni konut ve konaklama tesislerinin yapılmasını destekleyecektir. Özellikle ekoturizme yönelik gelişmeler, kırsal alanlarda yerleşimin yoğunlaşmasına yol açabilir. Ayrıca, Akçaabat’ın Trabzon merkeze olan yakınlığı, ilçenin cazibesini artırarak iç göç hareketlerini destekleyebilir. Yomra ve Arsin ilçelerinde ise 2030 yılı itibariyle sanayi ve konut projelerinin artması beklenmektedir. Yomra’da gelişen sanayi ve ticaret alanlarının yanı sıra deniz manzaralı konut projelerinin yaygınlaşması, bu ilçeyi hem Trabzon içinden hem de çevre illerden göç alan bir merkez haline getirebilir. Yomra’nın stratejik konumu ve organize sanayi bölgelerinin sağladığı istihdam olanakları, kıyı hattı boyunca nüfus yoğunluğunu artıracaktır. Arsin Organize Sanayi Bölgesi’nin genişlemesi, sanayi çalışanları için yeni konut alanları oluşturulmasını gerektirecek ve bu da kıyıya yakın alanlarda yeni yerleşim alanlarının gelişmesine neden olacaktır.





Şekil 10. Trabzon'un kıyı ilçelerinde 2020 yılı yerleşim yoğunluk haritası.



Şekil 11. Trabzon'un kıyı ilçelerinde 2030 yılı yerleşim yoğunluk haritası.



Turizm ve konaklama taleplerinin artmasıyla birlikte Sürmene ve Of ilçelerinde de yerleşim yoğunluğunun artması öngörülmektedir. Özellikle Arap turistlerin ilgisi, bu ilçelerde kalıcı konut talebini artırabilir. Sürmene, doğal güzellikleri ve çay üretimiyle tanınan bir bölge olarak, hem ekoturizm hem de doğa turizmine yönelik yatırımların artacağı bir potansiyele sahiptir. Of ilçesinde ise eğitim ve turizm faaliyetlerinin gelişmesi, genç nüfusun ilçeye akışını destekleyebilir. Bu bağlamda, Of ve Sürmene’de kırsal alanlara doğru genişleyen bir yerleşim yapısı oluşabilir. 2030 yılına kadar Trabzon’un kıyı ilçelerinde yerleşim alanlarının artmasında, Trabzon’a olan iç göç ve büyük şehirlerden kırsal alanlara yönelen nüfus hareketlerinin etkili olması beklenmektedir. Pandemi sonrası dönemde başlayan büyükşehirlerden memleketeye dönüş eğilimi, Trabzon gibi sahil şehirlerinde daha kalıcı hale gelmiş olabilir. Bu nedenle, Trabzon’da yeni konut projeleri ve kırsal yerleşim alanları artış gösterebilir. Kırsal alanlara yerleşen bu yeni nüfus, Trabzon’un kıyı ilçelerinde ekoturizme yönelik konut ve villa inşaatlarını teşvik edebilir.

Son olarak, Trabzon’da özellikle Arap turistlerin kalıcı konut talebi, konut arzını ve yerleşim yoğunluğunu doğrudan etkilemeye devam edecektir. Bu talep, Yomra, Arsin, Akçaabat ve Ortahisar gibi ilçelerde deniz manzaralı lüks konut projelerinin yaygınlaşmasına neden olabilir. Yabancı turistlerin kalıcı ev satın alması ve bu bölgelerdeki konut fiyatlarını yükseltmesi hem yerel halkın hem de yeni gelenlerin kırsal alanlara yönelmesini destekleyecektir. Özetle, Trabzon’un kıyı ilçelerinde 2030 yılına doğru beklenen yerleşim yoğunluğu artışı, turizm, sanayi, ekoturizm ve iç göç gibi faktörlerin etkisiyle şekillenmektedir. Altyapı yatırımları, kıyı boyunca ulaşımı destekleyen projeler ve doğa ile iç içe yaşam alanlarına olan ilginin artması, Trabzon’un kıyı ve kırsal alanlarındaki yerleşim genişlemesini devam ettirecektir.

#### 4. Sonuçlar ve Tartışma

Sonuç olarak, Trabzon’un kıyı ilçelerinde 1980’den 2030’a kadar olan süreçte yerleşim yoğunluğunda kayda değer değişimler gözlemlenmiştir. Bu süreçte bölgenin coğrafi özellikleri, sosyo-ekonomik faktörler, altyapı yatırımları ve turizmin gelişimi gibi etkenler yerleşim dinamiklerini doğrudan etkilemiştir. Her 10 yıllık periyotta, Trabzon’un kıyı bölgelerinde artan yerleşim alanlarının, Karadeniz Sahil Yolu Projesi ve Trabzon Limanı gibi stratejik altyapı yatırımlarının katkısıyla kıyı şeridinde yoğunlaşması dikkat çekmektedir. Ayrıca 2000’li yıllardan itibaren artan ticaret, sanayi, turizm faaliyetleri ve yabancı turistlerin kalıcı konut talepleri, Trabzon’un yerleşim yapısının daha çeşitli ve dinamik bir hal almasına neden olmuştur.

1980’li yıllarda Trabzon’un kıyı ilçelerinde yerleşim, topoğrafyanın sınırlayıcı etkisi nedeniyle dar bir kıyı şeridinde yoğunlaşmıştı. Beşikdüzü, Vakfikebir ve Akçaabat gibi batıdaki ilçelerde yerleşim kıyı boyunca odaklanırken, bu bölgelerde yerleşim alanlarının iç kesimlere yayılma potansiyeli sınırlı kalmıştır. 1990’lı yıllarda Karadeniz Sahil Yolu’nun yapımı ve ulaşım olanaklarının iyileştirilmesi, kıyı şeridi boyunca yeni yerleşim alanlarının oluşmasına katkıda bulunmuş, özellikle Akçaabat ve Ortahisar ilçelerinde nüfus yoğunluğu artmıştır. 1980 ile 1990 arasındaki bu dönemde, ticaret ve hizmet sektörlerinde yaşanan büyüme, kıyı kesimlerinde iş gücü talebini artırmış ve bu durum

Trabzon’un kıyı bölgelerinde yerleşim alanlarının genişlemesine neden olmuştur.

2000 yılı itibariyle Trabzon kıyı ilçelerinde sanayi ve ticaret faaliyetleri önemli bir rol oynamaya başlamıştır. Özellikle Yomra ve Arsin ilçelerinde kurulan organize sanayi bölgeleri, iş imkanlarını artırarak kırsal alanlardan bu ilçelere doğru bir göç hareketi yaratmıştır. Ayrıca, Ortahisar ilçesi, Trabzon’un merkezi olarak hem ticaret hem de idari faaliyetlerin odağı haline gelmiş ve kıyı hattında yoğunlaşan bir yerleşim yapısı ortaya çıkmıştır. Bu dönemde Trabzon Limanı çevresinde artan ticaret, lojistik sektöründe iş imkanları yaratmış ve Trabzon’un çevre ilçelerinden Ortahisar’a göç hareketlerini teşvik etmiştir. 2000’li yıllarda ayrıca Akçaabat ve Çarşıbaşı gibi ilçelerde turizmin gelişmesi, bu bölgelerde yerleşim yoğunluğunu artıran bir diğer etken olmuştur. Bu yıllarda turistik yatırımlar kıyı boyunca yeni konut ve turistik tesislerin inşasını teşvik etmiş ve kıyı ilçelerinde yerleşim alanlarının genişlemesine katkı sağlamıştır.

2010 yılına gelindiğinde ise Trabzon’un kıyı ilçelerindeki yerleşim yoğunluğu daha da belirgin hale gelmiştir. Trabzon Limanı çevresinde artan ticari faaliyetler ve Karadeniz Sahil Yolu’nun tamamlanması, kıyı şeridinde konut talebini artırmıştır. Akçaabat gibi Trabzon merkeze yakın ilçelerde turizm ve ticaret faaliyetlerinin gelişmesi, bu ilçeyi cazip hale getirirken kırsaldan göçü de hızlandırmıştır. Yomra ve Arsin gibi sanayi bölgelerinde ise organize sanayi bölgelerinin sağladığı iş olanakları, kıyıya yakın yeni yerleşim alanlarının oluşmasına katkıda bulunmuş, sanayi çalışanlarının bu bölgelerde ikamet etmesine zemin hazırlamıştır. Sürmene ve Of ilçelerinde çay üretimi ve ticaret, kıyı kesimlerinde ekonomik hareketliliği artırmış ve bu durum yerleşim alanlarının genişlemesini desteklemiştir.

2020 yılına kadar olan süreçte ise Trabzon’un kıyı ilçelerindeki yerleşim yoğunluğu üzerinde turizm, ekoturizm ve pandemi sonrası iç göç hareketleri belirleyici olmuştur. Pandemi döneminde büyükşehirlerden daha izole ve doğal alanlara olan göç artışı, Trabzon’un kırsal bölgelerinde yerleşim alanlarının genişlemesine neden olmuştur. Özellikle Ortahisar ve Akçaabat ilçelerinde kırsal alanlara doğru yeni konut projeleri yapılmış, Trabzon merkeze yakın bölgelerde kırsal yerleşim dinamikleri güçlenmiştir. Ayrıca, Arap turistlerin Trabzon’a olan ilgisinin artmasıyla birlikte kıyı ilçelerinde kalıcı konut talebi artmış, Yomra ve Arsin gibi ilçelerde deniz manzaralı lüks konut projeleri yaygınlaşmıştır. Turizmin gelişimiyle birlikte, kıyı boyunca otel, konaklama tesisleri ve ekoturizm odaklı bungalov gibi yapıların inşası, Trabzon’un yerleşim alanlarını kıyıda kırsala doğru genişletmiştir.

2030 yılı tahminlerine göre ise Trabzon’un kıyı ilçelerinde yerleşim yoğunluğunun daha da artacağı ve kıyı hattından iç kesimlere doğru genişleyeceği öngörülmektedir. Turizm, sanayi, ekoturizm ve artan iç göç hareketleri, Trabzon’un yerleşim yapısında kalıcı değişimlere yol açacaktır. Özellikle Ortahisar ve Akçaabat gibi ilçelerde turizme yönelik yatırımların çeşitlenmesi, bu bölgelerdeki yerleşim alanlarını artıracaktır. Yomra ve Arsin’de sanayi faaliyetlerinin genişlemesi, bu ilçelerdeki konut talebini desteklerken, Sürmene ve Of gibi ilçelerde ekoturizme yönelik yapılaşmanın kırsal yerleşim alanlarını artırması beklenmektedir. Ayrıca, Arap turistlerin Trabzon’da kalıcı konut satın alma eğilimi, Trabzon’un kıyı ilçelerinde konut arzını artıracak, bu da sahil boyunca yoğun bir yerleşim yapısının ortaya çıkmasına neden olacaktır.

Genel olarak, Trabzon'un kıyı ilçelerinde 1980'den 2030'a kadar geçen süre zarfında, yerleşim dinamikleri coğrafi kısıtlamalar, altyapı yatırımları, turizm ve sanayi gibi çok yönlü etkenlerin etkisi altında şekillenmiştir. Her 10 yıllık dönemde artan yerleşim yoğunluğu, Karadeniz Sahil Yolu, Trabzon Limanı gibi büyük projelerin katkısı ve turizmin büyümesiyle daha da belirgin hale gelmiştir. Trabzon'un kıyı şeridindeki ilçelerinde yoğunlaşan yerleşim, gelecekte kırsal alanlara doğru yayılma eğilimi gösterecek ve özellikle turizm ve ekoturizm alanındaki gelişmeler bu süreci destekleyecektir. 2030 yılına kadar Trabzon'un kıyı ve kırsal alanlarında artması beklenen yerleşim yoğunluğu, bölgenin ekonomik ve sosyal yapısına kalıcı etkiler sağlayacaktır. Bu bulgular, Trabzon'un gelecekteki şehirleşme stratejilerinin geliştirilmesi ve sürdürülebilir yerleşim politikalarının oluşturulması açısından önemli bir temel sunmaktadır.

#### Araştırmacı katkı oranı

**Murat Fıçırcı:** Literatür taraması, Modelleme, Makale yazımı, Düzenleme, Analiz, Haritalama.

#### Çatışma beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

#### Kaynakça

- Bayartan, M. (2007). Kentsel fonksiyonlar ve Trabzon örneğinde özel fonksiyonların kentsel gelişime etkileri. *Karadeniz İncelemeleri Dergisi*, 1(2), 123-136.
- Doğanay, H. (1986). Trabzon'da nüfus hareketleri ve göçler. *Atatürk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Araştırma Dergisi*, (15), 123-136.
- Doğanay, H. (2006). *Trabzon'un doğal çevre özellikleri ve başlıca sonuçları*. Trabzon Valiliği İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Yayınları.
- Ehrlich, P. R. (2021). Why no mention of overpopulation in talk of food systems?. *Nature*, 598(7880), 257-257. <https://doi.org/10.1038/d41586-021-02751-9>
- Eraslan, B. (2024a). Samsun ili merkez ilçelerinin yerleşim dinamiklerinin google earth engine ile incelenmesi (1980-2030). *Kesit Akademi Dergisi*, 10(40), 678-703. Doi:10.29228/kesit.77938
- Eraslan, B. (2024b). Topografyanın insan modifikasyonu üzerindeki etkisi: Doğu ve Orta Karadeniz örneği. *Journal of Anatolian Geography*, 1(1), 51-61.
- Eraslan, B. (2024c). 1980 ve 2030 yılları arasında Erzurum ili merkez ilçelerinin yerleşim gelişiminin google earth engine ile incelenmesi. *The Journal of Academic Social Science*, (157), 358-378. <http://dx.doi.org/10.29228/ASOS.77939>
- Erüz, C., Özşeker, K. & Seyhan, K. (2010). Doğu Karadeniz sahil yolunun kıyı alanlarına etkisi. İçinde L. Balas (Ed.), *Türkiye'nin kıyı ve deniz alanları VIII. ulusal kongresi bildiriler kitabı* (ss. 309-316). Kay Türkiye Milli Komitesi.
- Göney, S. (1984). *Şehir coğrafyası*. Acar Matbacılık.
- Harvey, D. (1989). The condition of postmodernity: An enquiry into the origins of cultural change. Blackwell Publishing.

- Harvey, D. (1996). *Justice, nature and the geography of difference*. Blackwell Publishing.
- Lefebvre, H. (1991). *The production of space*. Blackwell Publishing.
- Leyk, S., Uhl, J. H., Balk, D. & Jones, B. (2018). Assessing the accuracy of multi-temporal built-up land layers across rural-urban trajectories in the United States. *Remote Sensing of Environment*, 204, 898-917. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.08.035>
- Liu, F., Wang, S., Xu, Y., Ying, Q., Yang, F. & Qin, Y. (2020). Accuracy assessment of Global Human Settlement Layer (GHS-L) built-up products over China. *Plos One*, 15(5), e0233164.
- Ma, X., Zheng, G., Xu, C., Moskal, L. M., Gong, P., Guo, Q., ... & Zhou, Y. (2023). A global product of fine-scale urban building height based on spaceborne lidar. *ArXiv Preprint ArXiv*, 2310.14355.
- Öksüz, A. M. & Yeşiltepe, M. (2010). Bölünme bütünlüme iklimindeki planlama alanı: Trabzon kentsel bölgesi örneği. İçinde 8 Kasım dünya dünya şehircilik günü 33. *Kolokyumu kentleri korumak ve savunmak* (ss. 655-670). Korza Yayıncılık.
- Pesaresi, M. & Politis, P. (2023). *GHS-BUILT-S R2023A - GHS built-up surface grid, derived from Sentinel2 composite and Landsat, multitemporal (1975-2030)* [Data set]. European Commission, Joint Research Centre (JRC). <https://doi.org/10.2905/9F06F36F-4B11-47EC-ABB0-4F8B7B1D72EA>
- Siyavuş, A. E. & Belge, R. (2022). Trabzon şehrinde nüfusun gelişimi ve mekânsal dağılışı. *Karadeniz İncelemeleri Dergisi*, 16(33), 215-232. <https://doi.org/10.18220/kid.1201507>
- Soja, E. W. (1980). The socio-spatial dialectic. *Annals of the Association of American Geographers*, 70(2), 207-225.
- Tanoğlu, A. (1954). İskân coğrafyası: Esas fikirler, problemler ve metod. *Türkiyat Mecmuası*, (11), 1-35.
- Tanoğlu, A. (1969). *Beşeri coğrafya nüfus ve yerleşme cilt I* (2. Baskı). Taş Matbaası.
- Tümertekin, E. (1973). *Türkiye'de şehirleşme ve şehirsizlik fonksiyonlar*. İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Uğur, A. & Alişaoğlu, A. (2019). *Şehir coğrafyası*. Nobel Yayınları.
- Uzunali, A. & Acar, C. (2020). Trabzon kenti örneğinde, kent-kıyı ilişkileri analizi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 21(2), 181-190. <https://doi.org/10.17474/artvinofd.648044>



© Author(s) 2024. This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



## Google Earth Engine ve MODIS Tabanlı NDVI Verileri ile Aras Nehri Yukarı Kesiminde Bitki Örtüsü Üzerindeki Ekim Ayı Değişimlerinin İncelenmesi (2001-2022)

Cüneyt Aktaş<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Giresun, Türkiye.

### Anahtar Kelimeler

İklim değişikliği  
Bitki örtüsü  
MODIS NDVI  
Google Earth Engine  
Sonbahar mevsimi

### Araştırma Makalesi

Geliş: 16.11.2024  
Kabul: 02.12.2024  
Yayınlanma: 20.12.2024



### Özet

Bu çalışma, Aras Nehri'nin yukarı kesiminde, 2001-2022 yılları arasında ekim aylarına ait bitki örtüsü değişimlerini analiz etmek amacıyla MODIS NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) verilerini kullanarak iklim değişikliğinin etkilerini incelemektedir. Çalışma sahası, Bingöl Dağları'ndan doğarak kuzeydoğuya doğru akan Aras Nehri'nin Türkiye sınırları içinde kalan kesimini kapsamaktadır. Analizlerde Google Earth Engine (GEE) platformu kullanılmış olup, MODIS NDVI verileri aracılığıyla bitki örtüsünün mevsimsel dinamikleri değerlendirilmiştir. Çalışmada, her yılın ekim ayına ait NDVI değerleri kullanılarak uzun dönemli bitki örtüsü değişimleri incelenmiştir. Bulgular, iklim değişikliğinin etkisiyle sıcaklıkların artması ve yağış rejimindeki değişikliklerin, sonbaharda bitki örtüsünün daha uzun süre aktif kalmasına neden olduğunu göstermektedir. Özellikle 2015-2021 yılları arasında NDVI değerlerinin yükselmesi, bitki örtüsünün büyüme sezonunun uzadığını ortaya koymaktadır. Vadiler ve su kaynaklarına yakın alanlarda bitki örtüsünün yoğunluğu korunmuş, tarım alanlarının ise mevsimsel koşullara daha duyarlı olduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, Aras Nehri yukarı kesimindeki bitki örtüsü, iklim değişikliğine bağlı olarak artan sıcaklıklara uyum sağlamış, doğal bitki örtüsünün sonbahar koşullarına daha dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular, iklim değişikliğinin bölgesel ekosistem dinamikleri üzerindeki etkilerini ortaya koymakta ve sürdürülebilir çevre yönetimi stratejilerine yönelik veri sağlamaktadır. Çalışma bu bakımdan, bölgesel iklim senaryoları hazırlanarak bitki örtüsü değişimlerinin tahmin edilmesi, tarım ve hayvancılık faaliyetleri üzerinde oluşabilecek olası etkiler için sürdürülebilir yönetim stratejilerinin hazırlanması yönünden önem arz etmektedir.

## Investigation of October Changes in Vegetation Cover in the Upper Reaches of the Aras River Using Google Earth Engine and MODIS-Based NDVI Data (2001-2022)

### Keywords

Climate Change  
Vegetation  
MODIS NDVI  
Google Earth Engine  
Autumn season

### Research Article

Received: 16.11.2024  
Accepted: 02.12.2024  
Published: 20.12.2024

### Abstract

This study analyzes vegetation changes in the upper basin of the Aras River between 2001 and 2022 using MODIS NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) data to examine the impacts of climate change. The study area includes the section of the Aras River, which originates from the Bingöl Mountains and flows northeast within Türkiye borders. Google Earth Engine (GEE) platform was used in the analyses, and seasonal dynamics of vegetation cover were evaluated through MODIS NDVI data. In the study, long-term vegetation changes were analyzed using NDVI values for October of each year. Findings indicate that rising temperatures and shifts in precipitation patterns due to climate change have prolonged the vegetation's active season during the fall. Particularly between 2015 and 2021, increasing NDVI values highlight an extended growth season. The density of vegetation was preserved in valleys and areas close to water sources, and it was observed that agricultural areas are more sensitive to seasonal conditions. In conclusion, the vegetation in the upper basin of the Aras River has adapted to rising temperatures associated with climate change, with natural vegetation showing greater resilience to autumn conditions. These findings reveal the impact of climate change on regional ecosystem dynamics and provide data for sustainable environmental management strategies. In this respect, the study is important in terms of preparing regional climate scenarios, estimating vegetation changes, and preparing sustainable management strategies for possible impacts on agricultural and livestock activities.



## 1. Giriş

Günümüzün en önemli çevresel sorunlarından biri olan iklim değişikliği, dünya genelinde ekosistemleri ve biyoçeşitliliği etkileyen dönüşümlere neden olmaktadır (IPCC, 2014). Atmosferdeki sera gazı seviyelerinin yükselmesiyle birlikte sıcaklık artışları, mevsimsel dinamiklerde belirgin değişikliklere yol açmakta ve birçok bölgede bitki örtüsünün büyüme ve gelişme süreçlerini değiştirmektedir (Hicke vd., 2012; IPCC, 2022). Bu değişikliklerin en dikkat çekici örneklerinden biri, sıcaklık artışlarının etkisiyle mevsim sürelerinin uzaması ve özellikle sonbahar aylarında bitki örtüsünün aktif kalma süresinin artmasıdır (Zhu vd., 2016). Bu bağlamda, uydu görüntüleme sistemleri ile elde edilen bitki örtüsü verileri, vejetasyon dinamiklerinin yıllar içindeki değişimini yüksek doğrulukla incelemek için güçlü bir araç sunmaktadır (Pettorelli vd., 2005).

Aras Nehri'nin yukarı kesimi, ekolojik ve biyolojik çeşitliliği ile dikkat çeken özel bir bölgedir (Seçkin vd., 2023). Bu bölgenin bitki örtüsündeki değişimlerin incelenmesi, iklim değişikliğinin etkilerini anlamak açısından önemli veriler sunmaktadır. MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) uydu görüntüleme sistemi ile elde edilen NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) verileri, bitki örtüsünün yeşillik seviyesini ve sağlığını izlemekte sıklıkla kullanılmaktadır (Tucker, 1979; Huete vd., 2002). NDVI değeri, bitki örtüsünün aktiflik durumunu değerlendirmekte ve zaman içinde meydana gelen değişiklikleri karşılaştırmada güvenilir bir gösterge sunmaktadır.

Bu çalışmada, 2001-2022 yılları arasında ekim ayına ait MODIS tabanlı NDVI verileri analiz edilmiştir. Önceki dönemlerde ekim ayında vejetasyonun kesintiye uğradığı gözlemlenen araştırma sahasında, özellikle 2022 yılına gelindiğinde bitki örtüsünün aktif kalmaya devam ettiği dikkat çekmektedir. Bu durum, küresel ısınmanın etkisiyle mevsimlerin sürelerinde meydana gelen kaymalarla ilişkilendirilebilir. Araştırmalar, sıcaklık artışlarının sonbahar aylarında bitki örtüsünün fotosentetik aktivitesini daha uzun süre korumasına neden olduğunu göstermektedir (Piao vd., 2019). Bu bağlamda, Aras Nehri bölgesinde sonbahar mevsiminde görülen bitki örtüsü sürekliliğinin artması, küresel iklim değişikliğinin bölgesel etkilerinin bir yansıması olarak değerlendirilebilir.

Bu çalışmada, Google Earth Engine (GEE) platformu kullanılarak elde edilen NDVI verileri, 2001-2022 yılları arasındaki sonbahar ayı bitki örtüsü değişimlerini analiz etmek üzere kullanılmıştır. GEE'nin güçlü hesaplama kapasitesi ve MODIS verilerinin doğruluğu, bu bölgedeki bitki örtüsü değişimlerini incelemek için etkili bir yöntem sunmaktadır (Gorelick vd., 2017). Elde edilen bulgular, bölgedeki ekosistem dinamiklerine ve gelecekteki iklim değişikliği etkilerine dair öngörüler geliştirilmesine katkı sağlamaktadır. Bu kapsamda, sonbahar aylarında bitki örtüsünün aktif kalması, ekolojik sürdürülebilirlik açısından önemli göstergeler sunmakta olup, bölgenin iklim değişikliğine verdiği yanıtları daha iyi anlamamıza olanak tanımaktadır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Araştırma sahasının yeri ve özellikleri

Bu çalışma kapsamında incelenen Aras Nehri, Bingöl Dağları'nın Erzurum il sınırları içinde kalan kuzey yamaçlarından doğmaktadır. Nehir, Erzurum'un kuzeydoğusunda yer alan Kargapazarı Dağlarından suları toplayarak Sakaltutan Dağları'nın doğusundaki havza içerisinde kuzeye doğru akışını sürdürmektedir. Sakaltutan Dağları ile Topçu Dağı arasında derin ve engebeli Mescitli Boğazı'nı geçtikten sonra Pasinler Ovası'na ulaşır. Burada, Yukarı Pasin Havzası'ndan gelen sularla birleşerek Hasankale (Pasinler) Çayı'nı bünyesine katar ve kuzeydoğu yönünde Türkiye sınırlarını terk eder. Aras Nehri, 1072 km uzunluğunda ve 102.000 km<sup>2</sup> havza alanına sahip olup, Kafkasya'nın en büyük nehirlerinden biri olarak bilinir. Bu nehrin 548 km'lik kısmı Türkiye sınırları içerisinde yer almakta ve bu araştırma yalnızca Türkiye sınırları içerisindeki bu bölüme odaklanmaktadır (Şekil 1). Aras Nehri, Erzurum-Kars platosunun güneyinde yer alan çöküntü alanlarından geçtikten sonra Türkiye sınırını aşarak Ermenistan'a ulaşır. Daha sonra Kura Nehri ile birleşerek Hazar Denizine dökülür.

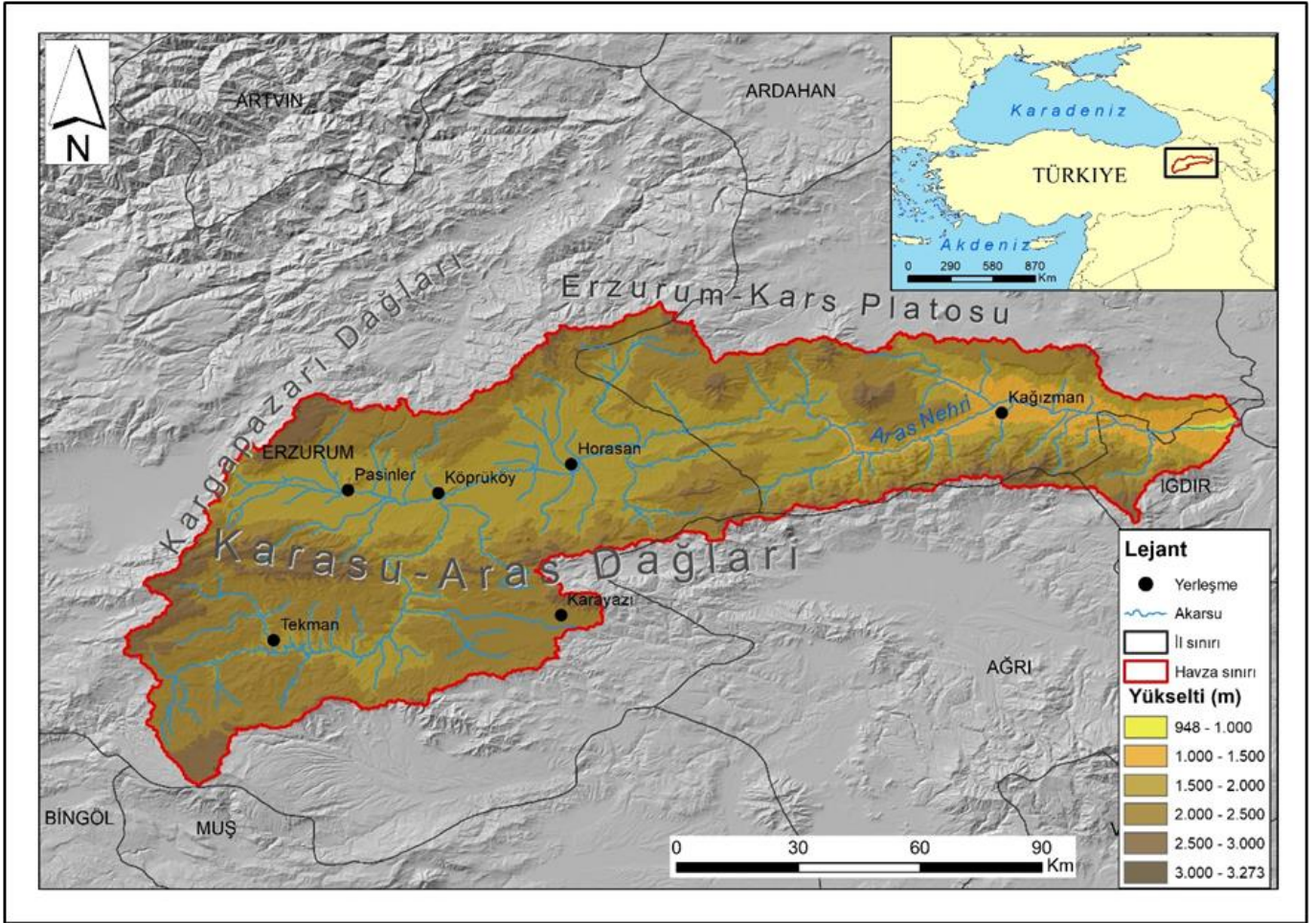
### 2.2. Veri kaynakları

Bu çalışmada, Google Earth Engine (GEE) platformu aracılığıyla Aras Nehri'nin yukarı kesiminde 2001-2022 yılları arasındaki bitki örtüsü değişimlerini incelemek amacıyla MODIS NDVI verileri kullanılmıştır. MODIS NDVI verileri, bitki sağlığını ve biyokütle yoğunluğunu değerlendirmede yaygın olarak kullanılan bir indekstir (Didan vd., 2015). Çalışmada her yılın ekim ayına ait NDVI değerleri kullanılarak uzun dönemli bitki örtüsü değişim analizleri gerçekleştirilmiştir. Araştırma sahası üzerine yapılan analizlerde vejetasyon sezonun önceki dönemlerde ekim ayında sonlandığı görülmüştür. Bundan dolayı çalışmada kullanılan veriler ekim ayına ait veriler olarak seçilmiştir.

GEE platformu, geniş uydu veri setlerinin hızlı ve verimli bir şekilde analiz edilmesini sağlamakta olup, araştırmanın MODIS verileriyle yapılmasına olanak tanımaktadır (Eraslan, 2024a; 2024b; 2024c). Ayrıca, MODIS verilerinin işlenmesi ve zaman serisi analizleri GEE aracılığıyla yapılmıştır (Didan vd., 2015).

MODIS NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) verileri, Dünya üzerindeki fotosentetik bitki aktivitesini ve bitki örtüsü sağlığını değerlendirmek için geliştirilmiş bir veri setidir (Beck vd., 2006; Çelik & Sönmez, 2013; Didan vd., 2015; Lunetta vd., 2022). Bu veri seti, kırmızı ve yakın kızılötesi (NIR) bandlarından yararlanarak bitki örtüsünün canlılığını gösterir ve uzun dönemli değişimleri gözlemlenmeye imkan tanır. MODIS'in sunduğu NDVI ürünleri, 16 günlük veya aylık periyotlarda elde edilmekte olup, 250 m, 500 m, 1 km ve 0.05 derece çözünürlüklerinde veri sağlamaktadır (Çelik & Sönmez, 2013; Didan vd., 2015).

Arazi yüzey sıcaklıklarının analizi için MODIS Terra uydusundan sağlanan MOD11A2.061 veri seti kullanılmıştır. Bu veri seti, 8 günlük arazi yüzey sıcaklığı ve yüzey emisyon verilerini 1 km çözünürlükte sunmaktadır. Çalışmada sıcaklık verileri genel ortalama şeklinde analiz edilmiş olup, bitki örtüsünde meydana gelen değişikliklerle ilişkisi değerlendirilmiştir (NASA Earth Observatory, 2018).



Şekil 1. Araştırma sahasının lokasyon haritası.

CHIRPS veri seti (Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data), yağış tahminlerini yüzey gözlemleri ve uydu verileri üzerinden sağlayan, 1981'den günümüze kadar süregelen ve 35 yılı aşkın bir iklimsel veri sunmaktadır. Bu veri seti, özellikle yağış ölçüm istasyonlarının sınırlı olduğu kırsal bölgelerde veya zorlu arazi koşullarında bile güvenilir bir yağış tahmini sağlar. CHIRPS, 0.05° çözünürlüğünde ızgaralı bir veri kümesi sunarak trend analizi ve mevsimsel kuraklık izleme gibi uygulamalarda önemli bir rol oynamaktadır (Funk vd., 2015; Saraçoğlu & Saraçoğlu, 2024).

Bu çalışmada, arazi kullanımı ve arazi örtüsü sınıflandırması için Copernicus CORINE Land Cover veri seti kullanılmıştır. CORINE verileri, Avrupa Çevre Ajansı tarafından geliştirilmiş ve Copernicus programı kapsamında güncellenen kapsamlı bir arazi kullanım haritalama sistemidir. 100 metre çözünürlükte sunulan veri seti, farklı arazi kullanım sınıflarını içerir ve hem doğal hem de insan etkisi altındaki alanların haritalanması için uygun bir referans sağlar (European Environment Agency, 2018).

Aras Nehri, ülke sınırlarını da aşmasından dolayı oldukça büyük bir havza alanına sahiptir. Bu bakımdan havza alanı belirlemede MGHydro uygulamasının sunmuş olduğu verilerden yararlanılmıştır. MGHydro, su kaynakları ve yönetimi ile hidroloji ve hidrografi konularında kullanıcılara dünya genelinde herhangi bir bölgede akarsu havzalarının hızlı ve doğru bir şekilde tanımlama imkânı sunan web tabanlı bir platformdur (Heberger, 2022). Bu sınırlar, çalışmanın yalnızca araştırma sahası içinde

kalmasını sağlamak amacıyla GEE platformunda kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan haritalar ArcGIS yazılımının 10.8.2 versiyonu kullanılarak hazırlanmıştır. Altlık verisi olarak 30 m çözünürlüklü ASTER GDEM sayısal yükseklik modeli kullanılmıştır. Yukarıda belirtilen veri tabanlarından alınan ve Google Earth Engine platformu aracılığıyla analiz edilen veriler yine ArcGIS 10.8.2 yazılımı kullanılarak haritalara dönüştürülmüştür.

### 2.3. Veri analiz yöntemleri

Bu çalışmada, Aras Nehri yukarı havzasındaki bitki örtüsünün 2001-2022 yılları arasındaki ekim aylarındaki uzun dönemli değişimlerini incelemek amacıyla, Google Earth Engine (GEE) platformu kullanılarak MODIS tabanlı NDVI verileri analiz edilmiştir. Analizler, 2001-2022 yılları arasındaki verilerle sınırlandırılmıştır, çünkü 2024 yılına ait veriler MODIS veri setinde henüz işlenmemiştir ve 2023 yılı verilerinde ise piksel bulut sorunları nedeniyle güvenilir bir analiz yapılamamıştır. Analizler, seçilen arazi kullanım sınıfları dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir.

Google firması tarafından geliştirilen ve dünyanın havadan ve uzaydan alınan görüntüleri ile coğrafi bilgi sistemleri verilerinin üç boyutlu bir ortamda gösterebilen bulut tabanlı bir masaüstü yazılımı olan Google Earth'ün geçmişi 2001 yılına kadar uzanmaktadır (İneç, 2023). Yazılım 2015 yılından itibaren Google Earth Pro adını kullanarak hizmet vermeye başlamış ve 2020 yılından itibaren earth.google.com/web/ adresinden web sürümüne ulaşılabilmektedir. Kademeli bir geliştirme ile günümüze



kadar gelen Google Earth Engine'nin son yıllarda literatürde uzaktan algılama yazılımlarına alternatif bir araç olarak kullanıldığı görülmektedir. GEE'nin diğer uzaktan algılama ve CBS yazılımlarına kıyasla ücretsiz erişim, bulut tabanlı işleme, çeşitli veri setlerine anında erişim (Landsat, Sentinel, MODIS vb.), kolay zaman serisi analizi yapabilmek, küresel kapsam ve esneklik gibi olanakları avantaj olarak görülürken; internet bağlantısı gereksinimi, veri özelleştirme ve kontrol eksikliği, kısıtlı görselleştirme, karmaşık işlem yapma zorluğu ve yazılım-kodlama bilgisi gerekliliği ise dezavantaj olarak karşımıza çıkmaktadır.

### 2.3.1. Çalışma alanının belirlenmesi

Araştırma sahası olarak, Aras Nehri yukarı havzası seçilmiştir. Bu bölgenin sınırları, GEE üzerinde depolanan ve erişilebilir olan "projects/tur-dr/assets/aras" veri seti kullanılarak tanımlanmıştır:

```
New Script *
1 var studyArea = ee.FeatureCollection("projects/tur-dr/assets/aras");
2
```

### 2.3.2. MODIS NDVI verilerinin hazırlanması

Bitki örtüsünün sağlık ve yoğunluk durumunu değerlendirmek için MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) uydusu sensöründen elde edilen NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) verileri kullanılmıştır. GEE'de mevcut olan "MODIS/006/MOD13A2" veri seti üzerinden, 2001-2022 yılları arasındaki her ekim ayına ait NDVI verileri aşağıdaki şekilde filtrelenmiştir:

```
New Script *
5 var modisNDVI = ee.ImageCollection("MODIS/006/MOD13A2")
6   .filterDate("2001-10-01", "2022-10-31") // 2001-2022 yılları arasında her Ekim ayı
7   .filterBounds(studyArea)
8   .select("NDVI")
9   .map(function(image) {
10    return image.multiply(0.0001).copyProperties(image, ["system:time_start"]);
11  });
```

Bu adımda, NDVI değerleri 0.0001 ile çarpılarak normalize edilmiştir. Ayrıca, veriler çalışma alanı sınırları içinde olacak şekilde filtrelenmiştir.

### 2.3.3. CORINE arazi kullanımı verilerinin entegrasyonu

Bitki örtüsünün farklı arazi kullanım türlerine göre analiz edilebilmesi için CORINE (Coordination of Information on the Environment) 2018 yılı arazi kullanımı verileri kullanılmıştır. Çalışmada, aşağıdaki CORINE arazi kullanım sınıfları dikkate alınmıştır:

- 231: Meralar
- 311: Geniş yapraklı ormanlar
- 312: İğne yapraklı ormanlar
- 313: Karışık ormanlar
- 321: Doğal çayırlar
- 324: Geçişsel ormanlık-çalı alanları
- 333: Seyrek bitki örtülü alanlar

Bu sınıflar, CORINE veri setinden seçilerek bir arazi kullanım maskesi oluşturulmuştur:

```
New Script *
14 var corine = ee.Image("COPERNICUS/CORINE/V20/100m/2018");
15
16 // Seçilen CORINE kodları ile filtreleme
17 var landCoverCodes = [311, 312, 313, 321, 324, 333];
18 var landCover = corine.select("landcover");
19 var selectedLandCover = landCover.eq(landCoverCodes[0]);
20 for (var i = 1; i < landCoverCodes.length; i++) {
21   selectedLandCover = selectedLandCover.or(landCover.eq(landCoverCodes[i]));
22 }
23
```

### 2.3.4. NDVI verilerinin maskelenmesi

Seçilen arazi kullanım sınıflarına ait bölgeler üzerinde odaklanmak amacıyla, NDVI verileri oluşturulan arazi kullanım maskesi kullanılarak filtrelenmiştir:

```
New Script *
25 var maskedNDVI = modisNDVI.map(function(image) {
26   return image.updateMask(selectedLandCover).clip(studyArea);
27 });
```

### 2.3.5. Yıllık NDVI ortalamalarının hesaplanması

Her yılın ekim ayına ait ortalama NDVI değerlerini hesaplamak için aşağıdaki işlemler gerçekleştirilmiştir:

```
New Script *
16 var years = ee.List.sequence(2001, 2022);
17 var ndviByYear = years.map(function(year) {
18   var start = ee.Date.fromYMD(year, 10, 1);
19   var end = start.advance(1, "month");
20   var ndviYear = maskedNDVI.filterDate(start, end).mean().rename("NDVI_" + year);
21   return ndviYear;
22 });
```

Bu adımda, her yıl için ekim ayına ait NDVI görüntüleri filtrelenmiş ve ortalaması alınmıştır. Her ortalama NDVI görüntüsü, ilgili yılın adıyla yeniden adlandırılmıştır.

### 2.3.6. Görüntülerin birleştirilmesi ve bant isimlerinin düzenlenmesi

Oluşturulan yıllık ortalama NDVI görüntüleri birleştirilerek çok bantlı tek bir görüntü elde edilmiştir ve Bant isimleri, daha anlaşılır olması için sadece yılı temsil edecek şekilde düzenlenmiştir:

```
New Script *
24 var ndviMultiBand = ee.ImageCollection(ndviByYear).toBands();
25
26 var bandNames = ndviMultiBand.bandNames();
27 var fixedBandNames = bandNames.map(function(bandName) {
28   return ee.String(bandName).split("_").get(-1);
29 });
30 ndviMultiBand = ndviMultiBand.rename(fixedBandNames);
```

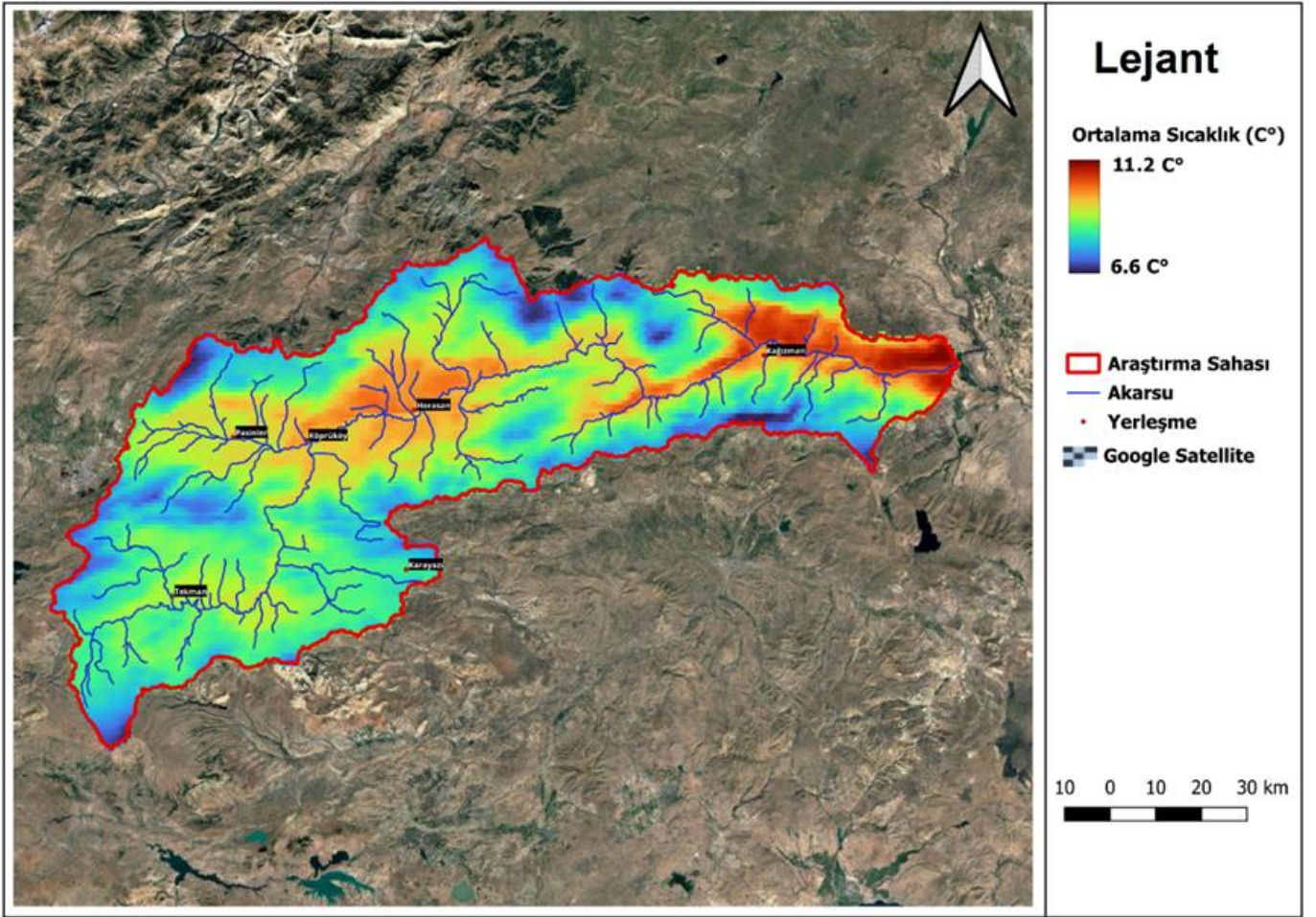
### 2.3.7. Veri değerlendirme

Elde edilen çok bantlı NDVI görüntüsü, çalışma alanındaki bitki örtüsünün 2001-2022 yılları arasındaki ekim aylarındaki değişimlerini analiz etmek için kullanılmıştır. Bu analiz sırasında, seçilen arazi kullanım sınıflarındaki NDVI değerlerinin zaman içindeki trendleri incelenmiştir. Analiz sonuçları, grafikler ve haritalar aracılığıyla görselleştirilmiştir. Özellikle NDVI değerlerindeki artış veya azalış trendleri, farklı arazi kullanım sınıfları bazında değerlendirilmiştir.

## 2.4. Araştırma sahasının iklim özellikleri

Aras Nehri'nin yukarı kesimi, coğrafi konumu ve yüksekliği nedeniyle belirgin bir karasal iklim özellikleri sergilemektedir. Bu bölgedeki iklim, kışların sert ve soğuk, yazların ise nispeten sıcak geçtiği karasal bir yapıya sahiptir. Bölgenin yıllık ortalama sıcaklık değerleri Şekil 2'de görüldüğü üzere 6,6°C ile 11,2°C arasında değişiklik göstermektedir. Özellikle yüksek rakımlı alanlarda sıcaklıklar düşerken, vadilere doğru gidildikçe sıcaklık değerlerinde bir miktar artış gözlemlenmektedir (Şekil 2). Bu sıcaklık değişimleri, bitki örtüsünün büyüme süresi ve yoğunluğu üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Soğuk iklim koşulları, bitki örtüsünün büyüme sezonunu kısaltırken, sıcaklık artışı gösteren alanlarda bitki örtüsünün daha uzun süre aktif kalması mümkündür. Bu durum, iklim değişikliği bağlamında araştırma sahasının ekolojik dinamikleri üzerinde belirleyici bir faktördür.





Şekil 2. Araştırma sahası sıcaklık dağılışı haritası.

Yağış rejimi açısından bakıldığında, Aras Nehri yukarı havzasında yıllık yağış miktarı 323,6 mm ile 671,3 mm arasında değişmektedir (Şekil 3). Şekil 3 incelendiğinde bölgenin batı kısmında yağış miktarının daha yüksek olduğu, doğuya doğru gidildikçe yağış miktarında azalma olduğu görülmektedir. Bu durum, bölgedeki mikroklimatik farklılıkları ortaya koymakta olup, bitki örtüsünün yoğunluğunda da değişikliklere yol açmaktadır. İlkbahar ve sonbahar aylarında artan yağışlar, bitki örtüsünün canlanması ve büyümesi için elverişli koşullar yaratmaktadır. Özellikle ilkbaharda artan yağışlarla beraber kar erimeleri de nehir debisini artırmakta ve bu dönemlerde bitki örtüsünün yoğun bir şekilde büyümesine olanak tanımaktadır.

Bu iklimsel özellikler, Aras Nehri yukarı havzasındaki bitki örtüsü üzerindeki dinamikleri anlamak açısından kritik öneme sahiptir. Sıcaklık ve yağış değişimleri, mevsimlerin uzunluğu ve yoğunluğu üzerinde etkili olup, sonbaharda bitki örtüsünün aktif kalma süresini belirlemektedir. Çalışmamızda kullanılan NDVI verileri, 2001-2022 yılları arasında ekim ayı bitki örtüsü değişimlerini incelemekte olup, sıcaklık artışları ve sonbahar yağışlarının bitki örtüsü üzerindeki etkilerini anlamamıza olanak sağlamaktadır. Bu iklim özellikleri, bölgenin ekosistem dinamiklerini açıklamakta ve iklim değişikliğinin gelecekteki potansiyel etkilerini öngörmemize yardımcı olmaktadır.

## 2.5. Araştırma sahası arazi kullanımı özellikleri

Aras Nehri'nin yukarı kesimini kapsayan araştırma sahasında arazi kullanımı çeşitlilik göstermektedir. Şekil 4

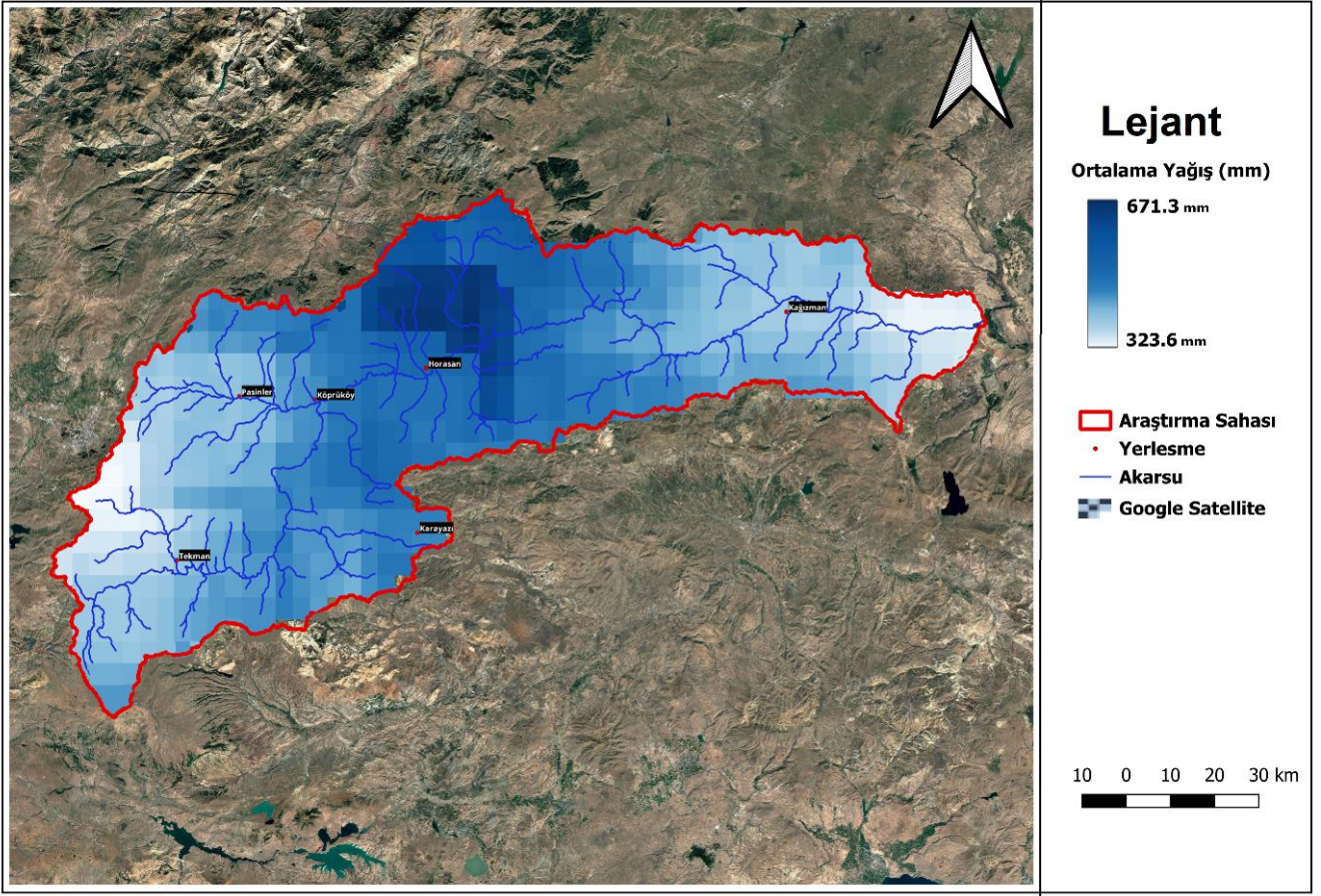
incelendiğinde bölgenin büyük bir kısmı "sulanmayan ekilebilir arazi" ve "doğal bitki örtüsü-tarım alanları" olarak sınıflandırılmıştır. Sulanan araziler ise sınırlı alanlarda yer almakta olup, tarımsal faaliyetler için kısıtlı sulama imkânlarının olduğunu göstermektedir. Kuzey kesimde "geniş yapraklı orman" ve "karışık orman" alanları görülmekte, doğu bölgesinde ise "seyrek bitki örtüsü" ile "çayır-mera" alanları yaygınlaşmaktadır. Bölgede ayrıca "çıplak kayalar" ve "kumullar" gibi doğal, bitki örtüsünden yoksun alanlar da bulunmaktadır. Bu arazi kullanımı dağılımı, araştırma sahasındaki ekolojik çeşitliliği ve bitki örtüsünün iklim değişikliğiyle nasıl bir etkileşim içinde olduğunu incelemek açısından önemli ipuçları sunmaktadır (Şekil 4).

## 3. Bulgular

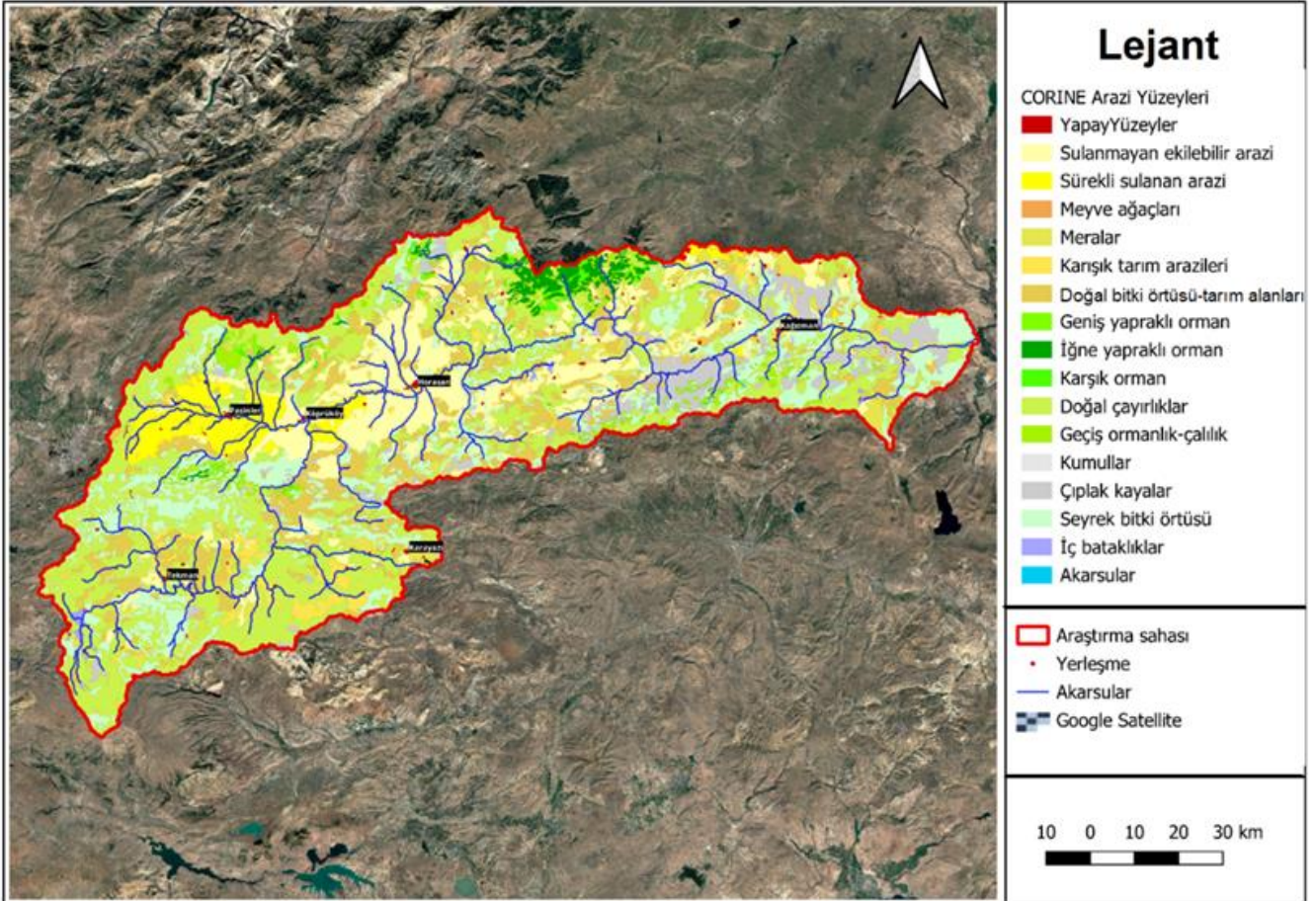
### 3.1. 2001-2007 dönemi bitki örtüsü değişimleri

2001-2007 yılları arasında Aras Nehri'nin yukarı kesiminde ekim aylarına ait NDVI verileri incelendiğinde, bitki örtüsünün yoğunluğunun genel olarak düşük ila orta seviyelerde seyrettiği gözlemlenmiştir. Bu dönemde NDVI değerleri genellikle 0.20 ile 0.40 aralığında yer almakta olup, bu aralık bitki örtüsünün düşük ve orta yoğunlukta olduğunu işaret etmektedir (Şekil 5). Bu durum, ekim ayında bitki örtüsünün vejetasyon sezonunun sonuna geldiğini ve karasal iklim koşullarının bitki aktivitesini sınırlandırdığını göstermektedir.





Şekil 3. Araştırma sahası yağış dağılışı haritası.



Şekil 4. Araştırma sahası arazi kullanım haritası.



Bitki örtüsündeki yoğunluk, bölgesel farklılıklar göstermektedir. Yüksek rakımlı alanlarda bitki örtüsü yoğunluğunda azalma eğilimi gözlemlenirken, vadiler ve nehir yataklarına yakın alanlarda NDVI değerleri nispeten daha yüksek seyretmektedir. Suya erişimin daha kolay olduğu bu bölgelerde bitki örtüsünün sonbahar aylarında daha uzun süre aktif kaldığı anlaşılmaktadır. Bu durum, su kaynaklarının bitki örtüsünün mevsimsel döngüsündeki önemini vurgulamaktadır. 2001-2007 döneminde sıcaklık ve yağış koşulları dikkate alındığında, ilkbahar yağışlarının ardından yaz aylarında suyun azalmasıyla birlikte bitki örtüsünün büyüme sezonu Eylül ayı itibariyle sona erme eğilimi göstermektedir. Sonbahar aylarında yağışların azalması ve sıcaklıkların düşmesiyle birlikte, bitki örtüsü yoğunluğunda genel bir azalma yaşandığı gözlemlenmiştir.

Arazi kullanımı açısından bakıldığında, tarım arazilerinde NDVI değerlerinin nispeten daha düşük olduğu, doğal bitki örtüsüne sahip alanlarda ise NDVI değerlerinin daha yüksek seyrettiği görülmektedir. Bu durum, doğal bitki örtüsünün sonbahar koşullarına tarım alanlarına göre daha dayanıklı olduğunu ve bu alanlarda bitki örtüsünün ekim aylarında daha uzun süre aktif kalabildiğini göstermektedir.

Genel olarak, 2001-2007 döneminde Aras Nehri'nin yukarı kesimindeki bitki örtüsünün ekim aylarında düşük ve orta yoğunlukta bir seyir izlediği anlaşılmaktadır. Bu dönemde, iklim değişikliğinin etkilerinin henüz belirginleşmediği ancak suya erişimin ve arazi yapısının vejetasyonun dağılımında farklılıklara yol açtığı gözlemlenmiştir.

### 3.2. 2008-2014 dönemi bitki örtüsü değişimleri

2008-2014 yılları arasında Aras Nehri'nin yukarı kesiminde ekim aylarına ait NDVI verileri incelendiğinde, bitki örtüsünün yoğunluğunda önceki döneme kıyasla belirgin bir artış eğilimi gözlemlenmiştir. Bu dönemde NDVI değerleri, özellikle vadiler ve nehir yatakları çevresinde artış göstermiş olup, 0.30 ile 0.50 aralığında seyretmektedir. Bu durum, bitki örtüsünün ekim ayında daha aktif ve yoğun bir yapıda olduğunu, sonbahar aylarında bitki örtüsünün büyüme sezonunun uzadığını göstermektedir (Şekil 6). Bu dönemde, düşük rakımlı vadilerde ve akarsu yataklarına yakın alanlarda bitki örtüsünün yoğunluğunda artış görülmektedir. Bu alanlarda NDVI değerleri daha yüksek seyretmekte olup, su kaynaklarının bitki örtüsünün canlılığını desteklediği anlaşılmaktadır. Yüksek rakımlı bölgelerde ise bitki örtüsü yoğunluğunda sınırlı bir artış gözlemlenmiş, ancak karasal iklimin etkisiyle bu alanlardaki bitki örtüsünün büyüme sezonu yine de daha kısa sürmüştür.

2008-2014 dönemi boyunca sıcaklık ve yağış koşulları dikkate alındığında, sonbahar aylarında yağış miktarındaki artış ve sıcaklıkların önceki döneme kıyasla daha yüksek seyretmesi, bitki örtüsünün ekim aylarında daha uzun süre aktif kalmasına olanak tanımıştır. Bu durum, iklim değişikliğinin bölgesel ölçekli etkilerini ve bitki örtüsünün sonbahar mevsimindeki dayanıklılığını artıran bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Bu dönemde, tarım alanlarında NDVI değerlerinin nispeten düşük olduğu, doğal bitki örtüsüne sahip alanlarda ise NDVI değerlerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, doğal bitki örtüsünün sonbahar koşullarına daha dayanıklı olduğunu ve insan müdahalesinden bağımsız olarak mevsimsel değişimlere uyum sağladığını göstermektedir. 2008-2014 dönemi, Aras Nehri'nin yukarı kesiminde bitki örtüsünün ekim aylarında daha yoğun ve aktif olduğu bir dönem olarak öne

çıkılmaktadır. İklim değişikliğinin ve mevsimsel değişimlerin etkisiyle bitki örtüsünün büyüme sezonu uzamış ve suya erişimin kolay olduğu alanlarda bu etkinin daha belirgin olduğu gözlemlenmiştir. Bu bulgular, bölgedeki ekosistem dinamiklerinin iklimsel değişimlerle olan ilişkisini anlamak için önemli veriler sunmaktadır.

### 3.3. 2015-2022 dönemi bitki örtüsü değişimleri

2015-2021 yılları arasında Aras Nehri'nin yukarı kesiminde ekim aylarına ait NDVI verileri incelendiğinde, bitki örtüsünün yoğunluğunda önceki dönemlere göre artışın devam ettiği ve bu artışın daha belirgin hale geldiği gözlemlenmiştir. Bu dönemde NDVI değerleri özellikle vadiler ve akarsu yatakları çevresinde 0.40 ile 0.60 aralığına kadar yükselmiş olup, bitki örtüsünün yoğun ve sağlıklı bir yapıda olduğunu işaret etmektedir (Şekil 7). Bu durum, iklim koşullarındaki değişimlerin etkisiyle bitki örtüsünün sonbahar aylarında daha uzun süre aktif kaldığını ve büyüme sezonunun uzadığını göstermektedir.

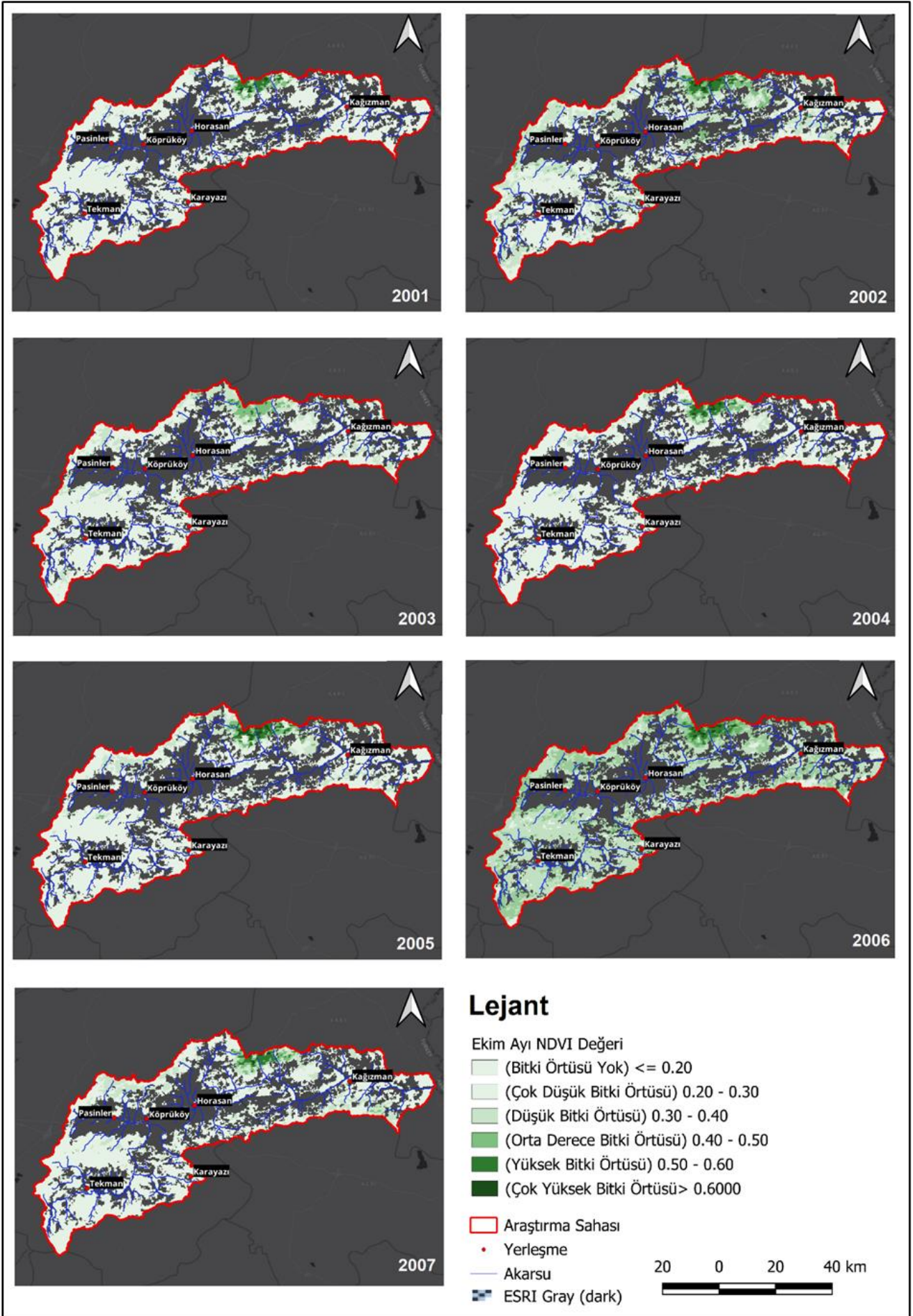
2015-2021 döneminde de düşük rakımlı alanlarda ve su kaynaklarına yakın bölgelerde NDVI değerleri oldukça yüksek seyretmiştir. Vadiler ve akarsu yatakları çevresinde bitki örtüsünün daha canlı olduğu, yüksek rakımlı bölgelerde ise bu canlılığın sınırlı kaldığı gözlemlenmiştir. Bu farklılıklar, suya erişimin ve mikroklimatik koşulların bitki örtüsü yoğunluğu üzerindeki etkisini açıkça göstermektedir.

Bu dönemde sıcaklıkların artışı ve sonbahar yağışlarının devam etmesi, bitki örtüsünün büyüme sezonunun daha da uzamasına neden olmuştur. Özellikle küresel iklim değişikliğinin etkileri bölgesel ölçekte kendini göstermeye başlamış, bu da bitki örtüsünün sonbahar aylarında daha uzun süre aktif kalmasına katkı sağlamıştır. Ekim aylarında gözlemlenen yüksek NDVI değerleri, bitki örtüsünün sıcaklık ve nem koşullarına daha fazla adapte olduğunu işaret etmektedir.

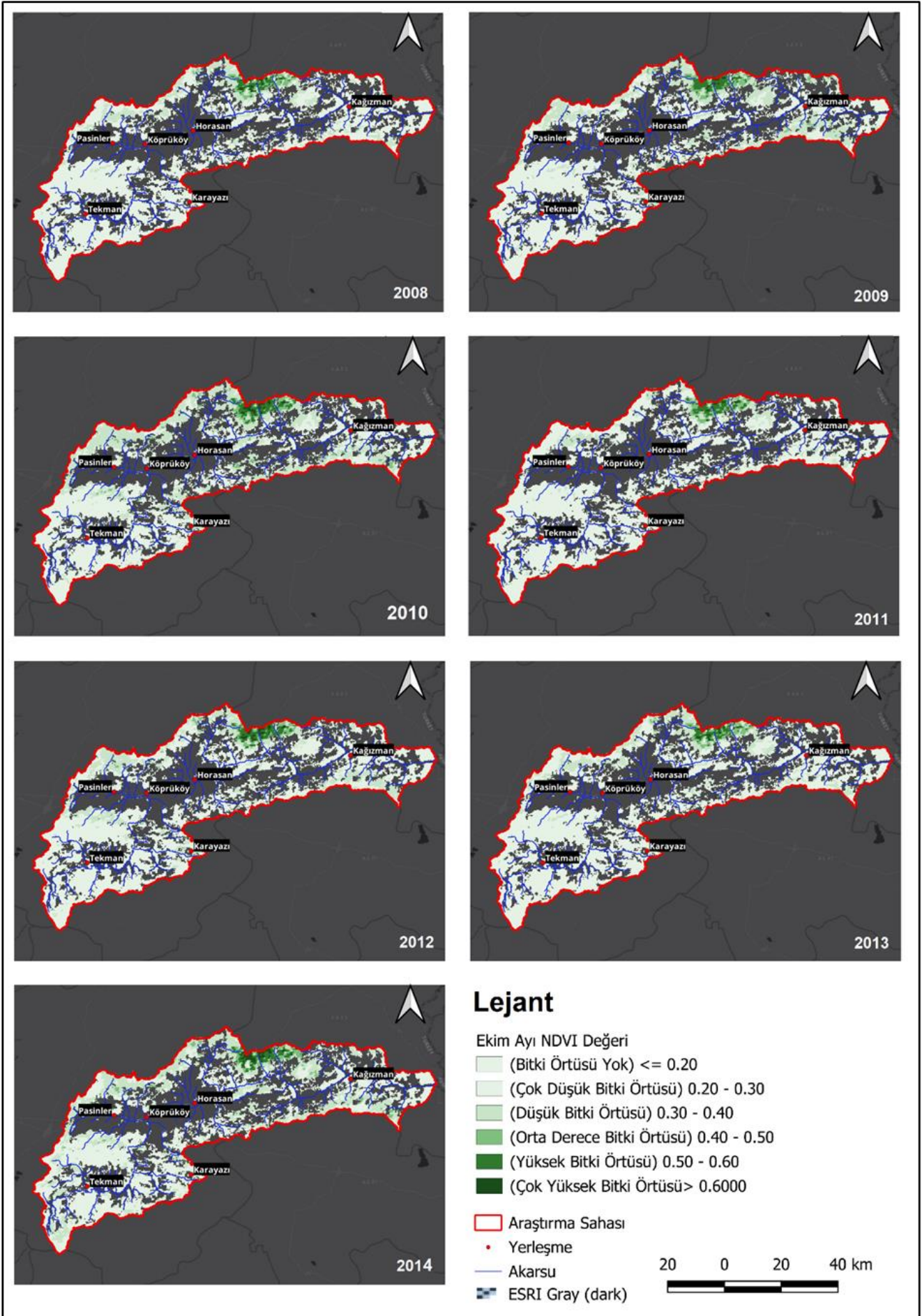
Bu dönemde doğal bitki örtüsüne sahip alanlarda NDVI değerlerinin en yüksek seviyelere ulaştığı, tarım alanlarında ise bitki örtüsünün yoğunluğunun daha sınırlı kaldığı gözlemlenmiştir. Bu durum, doğal alanların iklim değişikliğine daha dayanıklı olduğunu ve bitki örtüsünün bu bölgelerde sonbahar koşullarına daha uzun süre uyum sağladığını göstermektedir. 2015-2021 dönemi, Aras Nehri'nin yukarı kesiminde bitki örtüsünün ekim aylarında yüksek yoğunlukta ve aktif kaldığı bir dönem olarak öne çıkmaktadır. İklim değişikliğinin etkisiyle, sonbaharda bitki örtüsü yoğunluğunun arttığı ve büyüme sezonunun uzadığı açıkça gözlemlenmiştir. Bu bulgular, bölgedeki ekosistem dinamikleri ve iklimsel değişiklikler arasındaki ilişkiyi anlamak için önemli veriler sunmaktadır.

2015-2021 döneminde, vejetasyon alanlarında bazı bölgelerde hafif bir azalma, bazı bölgelerde ise artış gözlemlenmiştir. Özellikle yüksek rakımlı alanlarda yeşil alanların korunduğu, ancak bazı düşük rakımlı alanlarda tarım faaliyetlerinin artması ile vejetasyon yoğunluğunun azaldığı fark edilmektedir. Akarsu yatakları çevresinde bitki örtüsü stabil kalmıştır; bu durum, akarsu ekosistemlerinin nispeten korunmuş olduğunu göstermektedir. Ancak bazı küçük su yollarının çevresinde orman alanlarının azalması dikkat çekmektedir.



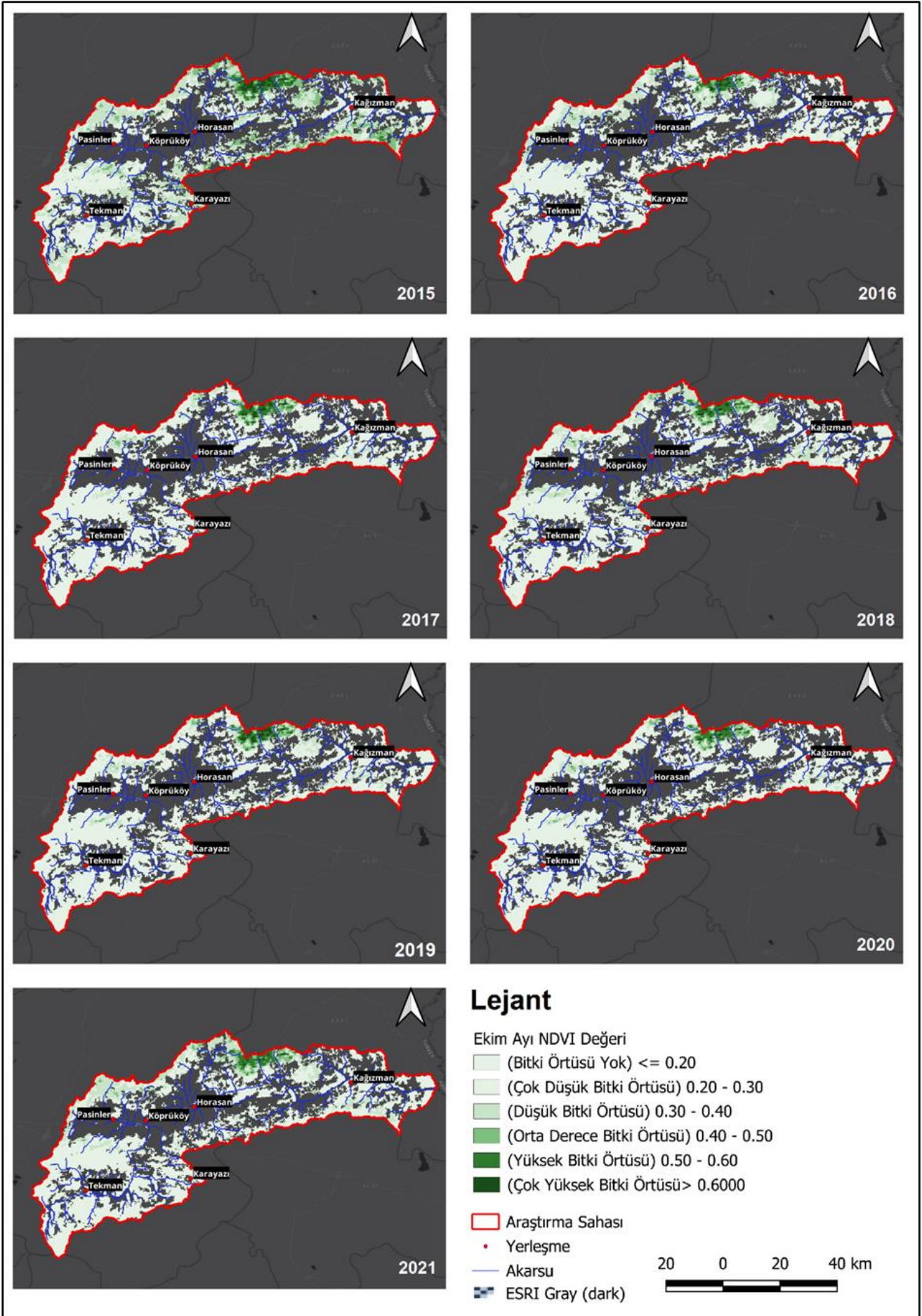


Şekil 3. 2001-2007 yılları arasındaki bitki örtüsü değişim haritaları.



Şekil 4. 2008-2014 yılları arasındaki bitki örtüsü değişim haritaları.





Şekil 5. 2015-2021 yılları arasındaki bitki örtüsü değişim haritaları.



2015-2021 yılları arasında bazı bölgelerde tarımsal yayılma ve kentsel gelişim nedeniyle doğal bitki örtüsü alanlarında azalma meydana gelmiştir. Haritalarda, özellikle Pasinler ve Karayazı civarında tarım arazilerinin genişlediği gözlemlenmiştir. Bu dönemde toprak kayıplarının artışı özellikle eğimli arazilerde belirginleşmiştir. Özellikle Kağızman ve Horasan çevresinde toprak erozyonu nedeniyle bazı bitki örtüsü kayıpları haritada fark edilmektedir.

2022 yılına ait son haritaya göre, bölgedeki vejetasyonun iklim değişikliğinin etkisiyle aktif kaldığı gözlemlenmektedir. Özellikle küresel sıcaklık artışları, bu bölgede daha uzun süre yeşil kalan bitki örtüsünün varlığını desteklemiştir. Haritada da görüldüğü üzere, orman ve diğer doğal vejetasyon alanları daha geniş ve yoğun bir yapıya sahip olup, yer yer tarım faaliyetlerin etki alanında sınırlı bir azalma yaşanmıştır (Şekil 8). Bu durum, artan sıcaklık ve değişen iklim koşullarının etkisiyle bitki örtüsünün büyüme sezonunun uzaması olarak yorumlanabilir. Ayrıca, artan sıcaklık değerleriyle birlikte yağış rejimlerinde gözlemlenen değişiklikler, su kaynaklarının devamlılığı açısından önem arz etmekte ve akarsu yatakları çevresindeki bitki örtüsünün korunmasına katkı sağlamaktadır. Günümüz iklim senaryolarına göre, bu bölgelerdeki bitki örtüsünün yoğunluğunun korunması ve sürdürülebilirliği için adaptasyon stratejilerinin geliştirilmesi gereklidir. Özetle, iklim değişikliği, özellikle sıcaklık artışı ve yağış düzenindeki farklılaşma ile birlikte, bölgedeki vejetasyonun daha aktif ve geniş bir alanda korunmasını sağlamış ancak aynı zamanda tarımsal üretim ve su kaynakları üzerinde baskılar yaratmıştır. Bu durum, bölge ekosisteminin gelecekteki sürdürülebilirliği için iklim değişikliğine uyum sağlama gereksinimini ortaya koymaktadır.

2001-2022 yılları arasındaki bitki örtüsü kategorilerinin değişim trendleri incelendiğinde, bazı kategorilerde belirgin artışlar görülürken bazı kategorilerde dalgalı bir seyir ve stabil kalma eğilimleri gözlemlenmiştir (Şekil 9). Özellikle iğne yapraklı ormanlar kategorisi, bu dönemde sürekli artış gösteren bir yapıya sahiptir. İklim değişikliğine bağlı olarak sıcaklıkların artmasıyla bazı bitki örtüsü kategorilerinin büyüme sezonunun uzadığı söylenebilir.

İğne yapraklı ormanlar kategorisinde uzun dönem boyunca süren belirgin bir artış eğilimi dikkat çekmektedir. Bu kategori, yıllar içinde en yüksek değerlere ulaşmış ve özellikle 2006, 2010 ve 2015 yıllarında belirgin artış göstermiştir. Bu durum, bölgedeki iğne yapraklı ormanların artış eğiliminde olduğunu ve iklim değişikliğine uyum sağlayabilme kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir.

Geçişsel ormanlık-çalı alanları kategorisinde de 2010'lu yıllardan itibaren hafif bir artış eğilimi gözlemlenmiştir. Dalgalanmalara rağmen bu kategori, uzun vadede stabil bir artış eğilimi içerisinde ilerlemektedir. Bu artış, geçişsel ormanlık alanların iklim değişikliği etkilerine karşı kısmen uyum sağlayabildiğini ve doğal koşullarda genişleme eğilimi gösterdiğini ortaya koymaktadır. Diğer yandan, geniş yapraklı ormanlar ve karışık ormanlar gibi bazı kategorilerde dönemsel dalgalanmalar göze çarpmaktadır. Geniş yapraklı ormanlar 2006 yılında zirve değerine ulaşmış, sonrasında ise dalgalı bir seyir izlemiştir. Karışık ormanlar da 2004, 2010 ve 2015 yıllarında zirve yapmış ancak genel olarak dalgalı bir eğilimde seyretmiştir. Bu durum, bu bitki örtüsü kategorilerinin çevresel değişimlere karşı daha hassas olduğunu ve mevsimsel koşullardan daha fazla etkilendiğini göstermektedir.

Doğal çayırliklar ve meralar ise genellikle dönemsel dalgalanmalar gösteren kategoriler olarak dikkat çekmektedir. Meralarda 2015 yılında belirgin bir artış gözlenmiş ancak bu artışın ardından dalgalı bir seyir izlenmiştir. Bu kategoriler, çevresel faktörlerdeki değişimlere daha duyarlı olup, sıcaklık ve yağış gibi kısa vadeli iklim değişkenlerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

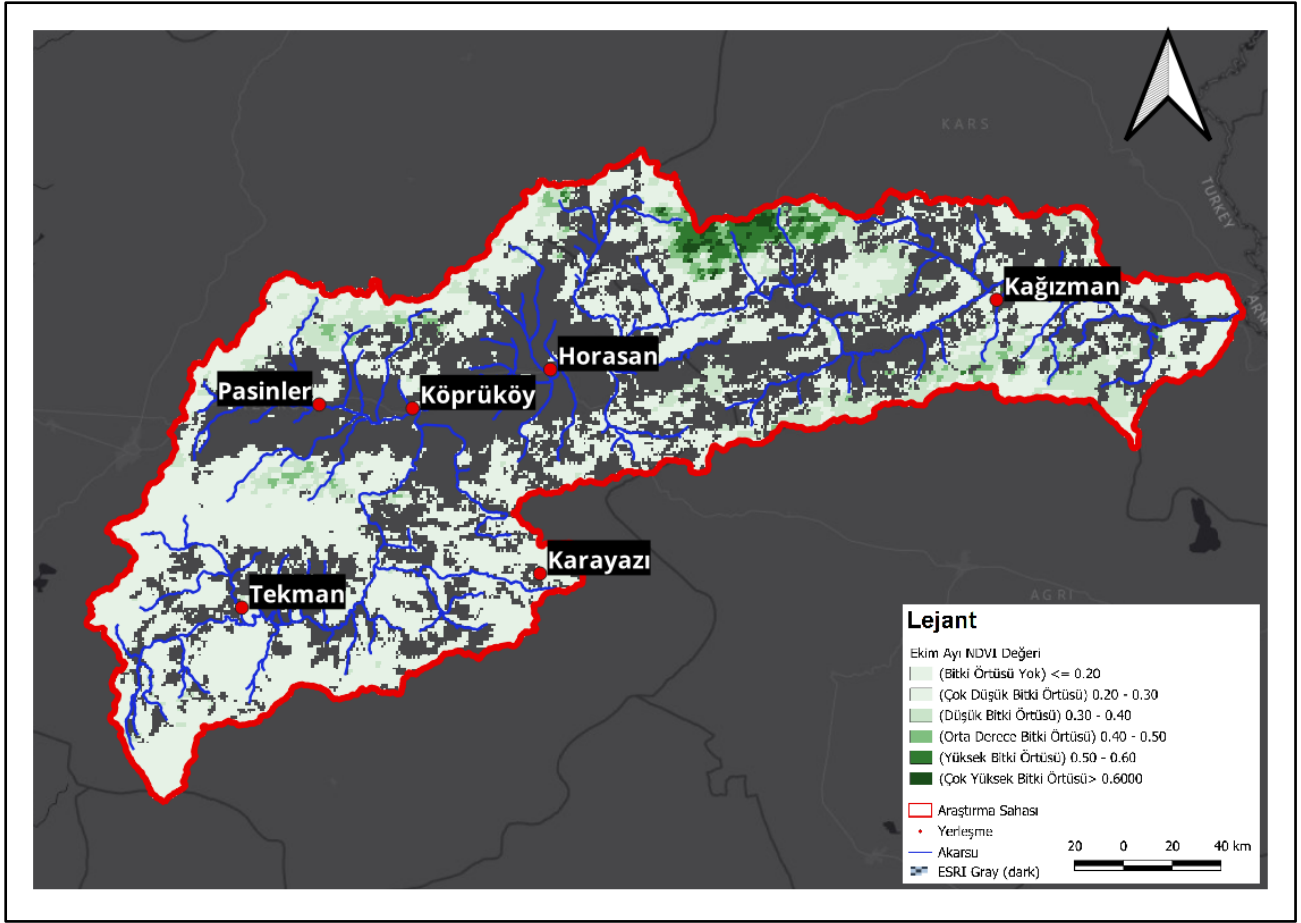
Seyrek bitki örtüsüne sahip alanlar düşük değerlere sahip olup 2005 ve 2015 yıllarında nispeten yüksek değerlere ulaşmıştır. Ancak, bu kategori genel olarak stabil bir trendde seyretmiştir. Bu alanların çevresel değişimlere daha dirençli olduğunu veya değişimlerden daha az etkilendiğini söylemek mümkündür.

Genel olarak bu veriler, Aras Nehri yukarı kesimindeki bitki örtüsünün, iklim değişikliği ve çevresel değişimlere göre farklı oranlarda etkilendiğini göstermektedir. İklim değişikliğine uyum sağlayabilen iğne yapraklı ormanlar kategorisinde artış eğilimi gözlenirken, diğer kategorilerde dalgalanmalar ve mevsimsel değişimlere bağlı olarak farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Bu durum, bölgedeki vejetasyonun iklim değişikliğine karşı dinamik bir yapıda olduğunu ortaya koymaktadır.

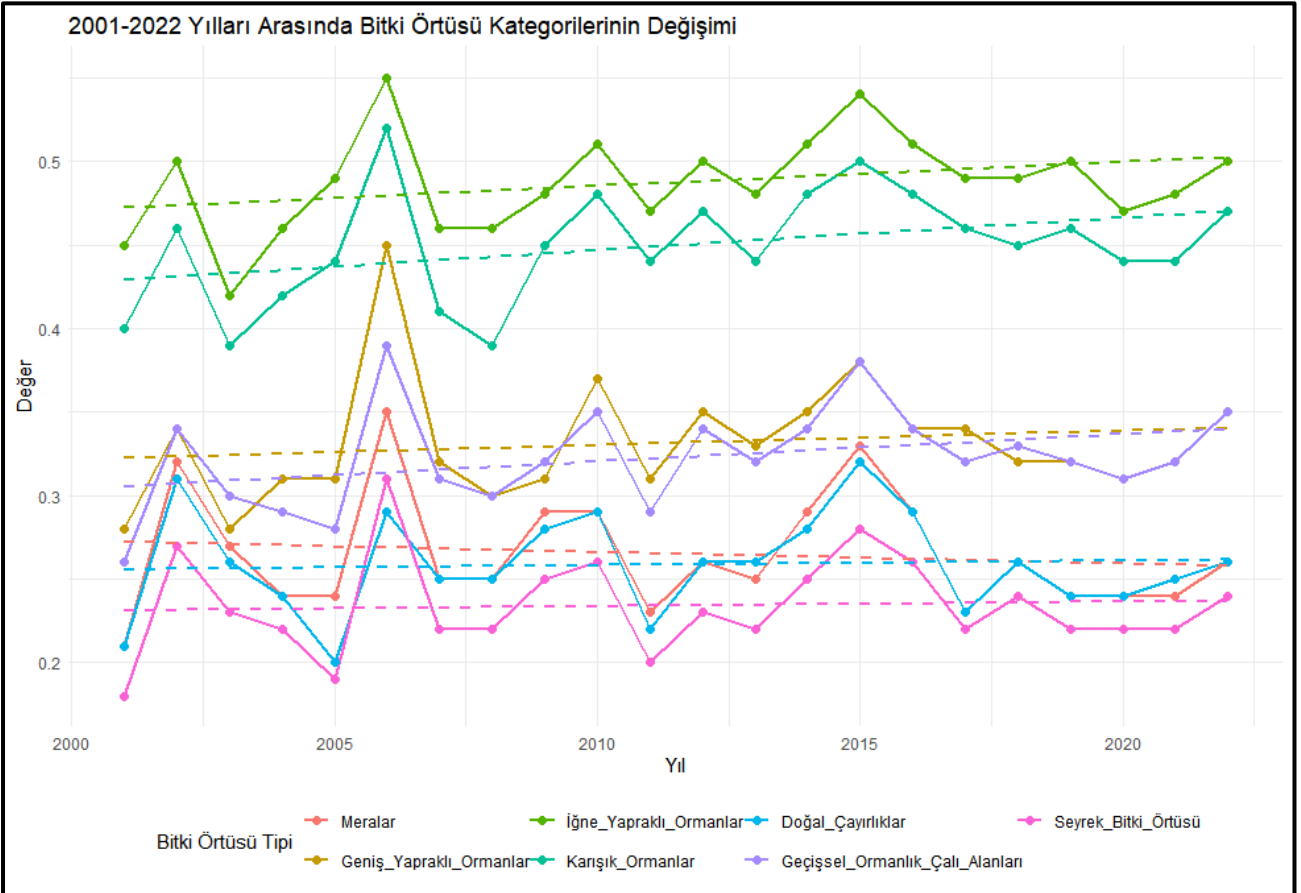
#### 4. Sonuçlar ve Tartışma

Araştırmada, Aras Nehri yukarı kesimindeki bitki örtüsünün 2001-2022 yılları arasındaki sonbahar NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) değerlerine odaklanarak, bölgedeki uzun dönemli değişimlerin iklim değişikliğiyle olan ilişkisini incelemiştir. Bulgular, küresel ısınmanın etkisiyle bitki örtüsünün büyüme sezonunun uzadığını ve sonbaharda fotosentetik aktivitenin daha uzun süre devam ettiğini göstermektedir. Özellikle 2015-2021 döneminde, sıcaklık artışları ve yağış rejimlerindeki değişiklikler, bitki örtüsünün aktif kalma süresini belirgin şekilde uzatmıştır. Bu sonuçlar, mevcut literatürdeki bulgularla uyumludur. Piao ve ark. (2019), sıcaklık artışlarının bitki fenolojisini etkilediğini ve sonbahar mevsiminde bitki örtüsünün daha uzun süre fotosentetik olarak aktif kaldığını belirtmiştir (Piao vd., 2019). Benzer şekilde, Zhu ve ark. (2016) çalışması da, küresel ısınmanın etkisiyle karasal bitki örtüsünün yeşillik seviyelerinin arttığını ve bunun daha uzun bir büyüme sezonuna yol açtığını ortaya koymaktadır (Zhu vd., 2016). Bu bağlamda, Aras Nehri bölgesinde gözlemlenen artan NDVI değerleri, küresel ölçekte gözlemlenen bu eğilimlerin bölgesel bir yansıması olarak değerlendirilebilir.

Bunun yanı sıra, doğal bitki örtüsünün tarım alanlarına göre iklim değişikliğine daha dayanıklı olduğu gözlemlenmiştir. Tarım arazilerinde NDVI değerleri nispeten daha düşükken, doğal bitki örtüsüne sahip alanlarda bu değerlerin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum, doğal ekosistemlerin insan etkisine karşı daha dirençli olduğunu ve sonbahar koşullarında bitki örtüsünün daha uzun süre aktif kaldığını göstermektedir. Bu bulgular, Pettorelli ve ark. (2005) uydu tabanlı NDVI verileriyle gerçekleştirdiği çalışmada vurgulanan, doğal ekosistemlerin çevresel değişimlere daha uyumlu olduğu sonucuyla örtüşmektedir (Pettorelli vd., 2005). Google Earth Engine (GEE) platformunun sunduğu güçlü analiz imkanları ve MODIS verilerinin doğruluğu, bu çalışma kapsamındaki analizlerin güvenilirliğini artırmıştır. GEE'nin geniş veri işleme kapasitesi sayesinde, Aras Nehri bölgesindeki bitki örtüsü dinamikleri etkili bir şekilde incelenebilmiştir.



Şekil 6. 2022 yılı bitki örtüsü değişim haritası.



Şekil 7. 2001-2022 yılları arazi bitki örtüsü kategori değişimi grafiği (Kesikli çizgiler eğilimleri göstermektedir).

Bu bağlamda, GEE ve MODIS veri setlerinin ekosistem araştırmalarında daha fazla kullanımı, iklim değişikliği ile vejetasyon dinamikleri arasındaki ilişkiyi daha kapsamlı şekilde ortaya koyma potansiyeli sunmaktadır (Gorelick vd., 2017).

Sonuç olarak, bu çalışma, iklim değişikliğinin bölgesel etkilerini gözler önüne sermekte ve Aras Nehri bölgesinde bitki örtüsünün sonbahar aylarında artan aktiflik süresini iklim değişikliği bağlamında yorumlamaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmalar, bu eğilimlerin daha uzun dönemli etkilerini ve bölgedeki ekosistem sürdürülebilirliği üzerindeki potansiyel sonuçlarını inceleyerek, çevresel yönetim stratejilerine katkı sağlayabilir.

### Araştırmacıların katkı oranı

**Cüneyt Aktaş:** Literatür taraması, Makale yazımı, Düzenleme, Analiz.

### Çatışma beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

### Kaynakça

- Beck, P. S. A., Atzberger, C., Högda, K. A., Johansen, B. & Skidmore, A. K. (2006). Improved monitoring of vegetation dynamics at very high latitudes: A new method using MODIS NDVI. *Remote Sensing of Environment*, 100(3), 321-334. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2005.10.021>
- Çelik, M. & Sönmez, M. (2013). Kızıltepe ilçesinin tarımsal yapısındaki değişimlerin MODIS NDVI verileri kullanılarak izlenmesi ve incelenmesi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (27), 262-281.
- Didan, K., Munoz, A. B., Solano, R. & Huete, A. (2015). MODIS vegetation Index User 's Guide (MOD13 series). *University of Arizona: Vegetation Index and Phenology Lab*, 35, 2-33.
- Eraslan, B. (2024a). 1980 ve 2030 yılları arasında Erzurum ili merkez ilçelerinin yerleşim gelişiminin google earth engine ile incelenmesi. *The Journal of Academic Social Sciences*, (157), 358-378. <https://doi.org/10.29228/ASOS.77939>
- Eraslan, B. (2024b). Samsun ili merkez ilçelerinin yerleşim dinamiklerinin google earth engine ile incelenmesi (1980-2030). *Kesit Akademi Dergisi*, 10(40), 678-703. <https://doi.org/10.29228/kesit.77938>
- Eraslan, B. (2024c). Topografyanın insan modifikasyonu üzerindeki etkisi: Doğu ve Orta Karadeniz örneği. *Journal of Anatolian Geography*, 1(1), 51-61.
- European Environment Agency. (2018). *Corine land cover* [Data set]. Copernicus Programme. <https://doi.org/10.2909/960998c1-1870-4e82-8051-6485205ebbac>
- Funk, C., Peterson, P., Landsfeld, M., Pedreros, D., Verdin, J., Shukla, S., Husak, G., Rowland, J., Harrison, L., Hoell, A. & Michaelsen, J. (2015). The climate hazards infrared precipitation with stations—A new environmental record for monitoring extremes. *Scientific Data*, 2(1), 150066. <https://doi.org/10.1038/sdata.2015.66>
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D. & Moore, R. (2017). Google earth engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, (202), 18-27. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>
- Heberger, M. (2022, October 10). *Global watersheds (web application)*. <https://mghydro.com/watersheds/>
- Hicke, J. A., Allen, C. D., Desai, A. R., Dietze, M. C., Hall, R. J., (Ted) Hogg, E. H., Kashian, D. M., Moore, D., Raffa, K. F., Sturrock, R. N. & Vogelmann, J. (2012). Effects of biotic

- disturbances on forest carbon cycling in the United States and Canada. *Global Change Biology*, 18(1), 7-34. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02543.x>
- Huete, A., Didan, K., Miura, T., Rodriguez, E. P., Gao, X. & Ferreira, L. G. (2002). Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote Sensing of Environment*, 83(1-2), 195-213. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(02\)00096-2](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00096-2)
- IPCC. (2014). Summary for policymakers. In C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken .....& L.L. White (Eds.), *Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: Global and sectoral aspects. Contribution of working group II to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1-32). Cambridge University Press.
- IPCC. (2022). *Climate change 2022: Mitigation of climate change, Working group III to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change* (J. M. P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khouridajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa & S. Luz, Eds.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157926>
- İneç, Z. (2023). Dinamik web haritalamada yeni bir dönem: Google earth engine. *Kamu Yönetimi Enstitüsü Sosyal Bilimler Dergisi*, (4), 233-258.
- Lunetta, R. S., Knight, J. F., Ediriwickrema, J., Lyon, J. G. & Worthy, L. D. (2022). Land-cover change detection using multi-temporal MODIS NDVI data. *Remote Sensing of Environment*, (105), 142-154.
- NASA Earth Observatory. (2018, October). *ASTER mount gariwang image from 2018*. U.S. Geological Survey, Earth Resources Observation and Science (EROS) Center. <https://lpdaac.usgs.gov/resources/data-action/aster-ultimate-2018-winter-olympics-observer/>
- Pettorelli, N., Vik, J. O., Mysterud, A., Gaillard, J.-M., Tucker, C. J. & Stenseth, N. Chr. (2005). Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *Trends in Ecology & Evolution*, 20(9), 503-510. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.05.011>
- Piao, S., Liu, Q., Chen, A., Janssens, I. A., Fu, Y., Dai, J., Liu, L., Lian, X., Shen, M. & Zhu, X. (2019). Plant phenology and global climate change: Current progresses and challenges. *Global Change Biology*, 25(6), 1922-1940. <https://doi.org/10.1111/gcb.14619>
- Saraçoğlu, K. E. & Saraçoğlu, F. A. (2024, 16-17 Mart). *Çanakkale ilindeki yağışların uzamsal-zamansal değişkenliğinin CHIRPS veri seti kullanılarak değerlendirilmesi* [Bildiri sunumu]. 4. Uluslararası Ege Bilimsel Araştırmalar Sempozyumu, İzmir, Türkiye. <https://uebas.multidisipliner.com/>
- Seçkin, H., Özdemir, K., Önalın, Ş., Ertaş, M. & Ögün, E. (2023). Aras nehrinin belirli noktalarından alınan sediment örneklerinden streptomycetes bakterilerinin izolasyonu teşhisi ve moleküler karakterizasyonu. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 8(1), 132-139. <https://doi.org/10.35229/jaes.1228752>
- Tucker, C. J. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 8(2), 127-150. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(79\)90013-0](https://doi.org/10.1016/0034-4257(79)90013-0)
- Zhu, Z., Piao, S., Myneni, R. B., Huang, M., Zeng, Z., Canadell, J. G., Ciais, P., Sitch, S., Friedlingstein, P., Armeth, A., Cao, C., Cheng, L., Kato, E., Koven, C., Li, Y., Lian, X., Liu, Y., Liu, R., Mao, J., ... & Zeng, N. (2016). Greening of the earth and its drivers. *Nature Climate Change*, 6(8), 791-795. <https://doi.org/10.1038/nclimate3004>





© Author(s) 2024. This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>





## Karakaya Baraj Gölü Köprülerinin İnşasının Coğrafi ve Stratejik Sonuçları

Ömer Faruk İncili<sup>1</sup>, Murat Aydın<sup>2</sup>, Emrah Türkoğlu<sup>3</sup>, İlhan Oğuz Akdemir<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Kilisli Muallim Rifat Eğitim Fakültesi, Türkçe ve Sosyal Bilimler Eğitimi Bölümü, Kilis, Türkiye.

<sup>2-4</sup>Fırat Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Elazığ, Türkiye.

<sup>3</sup>Bağımsız Araştırmacı, Türkiye.

### Anahtar Kelimeler

Beşerî Coğrafya  
Ulaşım Coğrafyası  
Siyasi Coğrafya  
Elazığ

### Araştırma Makalesi

Geliş: 18.11.2024  
Kabul: 19.12.2024  
Yayınlanma: 20.12.2024



### Özet

Yol ve ulaşım ağının güzergâhı, ortamın coğrafi elemanlarına uyum gösteren, tabii yollar denilen bir kompozisyonu oluşturmaktaydı. Fırat nehri üzerindeki ulaşım, nehrin uygun yerinde su yolu taşıma sistemleriyle, keleklerle, sallarla sağlanırdı. İnsanın doğaya müdahalesinin önemli göstergelerinden olan barajların inşası ve barajların arkasında uzanan baraj gölleri, geleneksel sistemi tamamen değiştirerek yeni bir ulaşım ağı ve stratejik geçitlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Fırat Nehri üzerindeki ulaşım, nehrin uygun yerinde su yolu taşıma sistemleriyle, keleklerle, sallarla sağlanırdı. Önemli simgelerden olan Kömürhan kara ve demiryolu köprüleri, baraj gölü üzerinden Elâzığ-Malatya illerini birbirine bağlayan yeni stratejik alanların, kavşakların, istasyonların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Ulaşım ağı ve yerleşim birimleri bu geçitlere göre yeniden tasarlanmıştır. Araştırmalar sonucunda çalışmada şu bulgulara ulaşılmıştır: 1- Fırat Nehrinin yerini, Karakaya Baraj Gölü, salların yerini ise köprüler ve suyolları almıştır. 2- Yerleşim birimlerinin konumları değişmiştir. 3- Ulaşım ağına yakın olma avantajı belirgin bir şekilde görülmüştür. 4- Baskil kırsalı ile Malatya şehri arasında coğrafi ve psikolojik mesafe azalmıştır. 6- Baskil'in güney ve batısı Malatya'nın merkezi yer etki sahası sınırları içerisine girmiştir. 7- Güvenlik açısından jeopolitik değeri yüksek bir alan oluşmuştur. 8- Sanayi tesisleri için cazibe ve çekim merkezi oluşmuştur. 9- Nüfus yapısında dönüşümlere neden olmuştur. 10- Kayısı üretim alanının genişlemesine, pazara yakın yer seçimi oluşmasına da zemin hazırlamıştır. Çalışma sahasındaki yol ağları ve stratejik köprüler tarihi belgeler, arşiv kaynakları, literatür ve çeşitli dönemlerde yapılmış haritaların analizlerinden hareketle elde edilerek coğrafi değişim bu stratejik rotalara göre analiz edilmiştir.

## Geographical and Strategic Implications of The Construction of Karakaya Reservoir Bridges

### Keywords

Human Geography  
Transportation Geography  
Political Geography  
Elazığ

### Research Article

Received: 18.11.2024  
Accepted: 19.12.2024  
Published: 20.12.2024

### Abstract

The road and transportation networks were composed of so-called natural routes that adapted to the geographical elements of the environment. Transportation on the Euphrates was provided by waterway transportation systems, keleks, and rafts in the appropriate parts of the river. The construction of dams, which are important indicators of human intervention in nature, and the reservoirs lying behind them completely changed the traditional system and led to the emergence of a new transportation network and strategic passageways. Transportation on the Euphrates was provided by waterway transportation systems, keleks, and rafts in the appropriate parts of the river. Kömürhan land and railroad bridges, which are important symbols, led to the emergence of new strategic areas, intersections, and stations connecting Elazığ-Malatya provinces over the dam lake. These crossings redesigned the transportation network and settlements. The research yielded the following findings: The Karakaya Dam Lake replaced the Euphrates River, and bridges and waterways took the place of the rafts. 2. The locations of settlements have changed. 3. The clear advantage of being close to the transportation network was evident. 4. The geographical and psychological distance between the Baskil countryside and Malatya city has decreased. 6. Malatya's central area of influence now includes the south and west of Baskil. 7. Malatya has created an area of high geopolitical value and security. 8. A center of attraction and attraction for industrial facilities. 9. Transformation in population structure.

## 1. Giriş

Coğrafya biliminin beş ana konusundan birini hareket oluşturmaktadır (Akdemir & Akengin, 2013, s.15-16). Ulaşımı ortaya çıkaran faktör ise hareket olmuştur (İncili & Akdemir, 2020). Ulaşım, coğrafi açıdan değiştiren, dönüşen ve dönüştüren olmasından dolayı mekânın şekillenmesinde en önemli dinamiklerden birini meydana getirir. Mekânı değiştirici/dönüştürücü bir unsur olan ulaşım bölgeler veya yerler arasındaki ilişkiyi kurarak ekonomik yapı ve toplumların da şekillenmesini sağlamaktadır. Ulaşım, fiziki yapı ile beşerî yapının bileşkesinden ortaya çıkan arazi kullanımının bir tipidir. Bu yönüyle ulaşım coğrafyanın en önemli inceleme alanlarından biridir. Bu durumda ulaşım ağları, coğrafi bakış açısıyla değerlendirilip mekân ve insan ikilisiyle izah edilmesi gerekir. Coğrafyacılar ulaşımı hareket ve doğal çevre ile insan arasındaki bir etkileşimin sonucu olarak mekânı şekillendiren, değiştiren veya düzenleyen bir faktör olarak görmektedirler (İzbirak, 1992; Doğanay, 1998; Sandal, 2009).

Gürsoy (1974) ise coğrafya-ulaşım ilişkisini saha engelini aşmak ve doğa ile mücadele etmek olarak ifade eder. Ancak geçmiş tarihlerdeki ulaşım ağı yapısı düşünüldüğünde insanlar ilk olarak saha engelini aşmamış ve topografyanın imkân verdiği ölçüde ulaşım ağlarını kullanabilmişlerdir. İnsanların ana topografik birimlere uyumlu olarak kullandıkları yol ağlarına doğal (tabii) yol adı verilir. Bu yollar coğrafi yapıyla uyumlu olan ve uzun yıllar boyu kullanılan yol ağlarını meydana getirmiştir. Hatta Anadolu'daki ana ulaşım yapısı bile bu doğal yol sistemleri üzerine kurulmuştur.

Ulaşım, bir yerin kaderini tayin eden bir yapıdır. Ulaşılamayan ve ulaşım ağlarına sapa kalan yerleşmeler yok olmaya mahkûmdur. Halil Rıfat Paşa'nın da ifade ettiği gibi gidemediğin yer senin değildir sözü ulaşımın belirleyiciliğini ortaya koyar.

Çalışma sahası olan Karakaya Baraj Gölü Fırat Nehri üzerine inşa edilmiş bir yapıdır. Bulunulan saha tarihi dönemlerde yol ağlarının yöneldiği, çevresine göre ulaşım açısından avantajlı koşulların bulunduğu stratejik bir noktadır. Lynch'in ifadesiyle ulaşım ağlarının yöneldiği bu sahalar odak noktaları meydana getirir (Lynch, 2013). Araştırma sahasının tarihi dönemlerdeki bağladığı güzergâh Malatya ovasından sonra Fırat'ı Kömürhan boğazında aşarak Murat Nehri vadisini takip ederek Harput'a ulaşan yoldur (Aşan, 1994). Bu sahadaki doğal yol güzergâhı Habibuşağı - Kömürhan – Baskil – Haroğlu Kalesi'ni geçerek Harput'a ulaşmaktaydı (Sevin, 1987).

Eski çağlarda akarsular vadi yamaçları ve suyolu ulaşımı açısından avantajlar sunmuş olsa da akarsuyun karşı tarafına geçmek zorlu şartlarda gerçekleşmekteydi. Fırat nehri, tarihin ilk dönemlerinden itibaren ulaşım ve taşımacılıkta istifade edilen bir akarsu olmuştur (Yılmaz, 1999, s. 167-174). Bu nehirlerin en önemli ulaşım vasıtaları ise sal ve kelektir (Streck, 1977, s. 551). Kelek<sup>1</sup> taşımacılığı Osmanlı devrinde de devam etmiştir. Hatta 18. Yüzyılın sonlarına doğru, Fırat Nehri için hafif bir filo dahi oluşturulmuştu (Taştemişir, 2012, s. 21).

Bir yerin lokasyonu o yerin kaderidir denilebilir. Anadolu, bulunduğu coğrafi konum sebebiyle tarihi çağlardan itibaren birçok topluluğa, devlete ev sahipliği yapmıştır. Birçok devlet Anadolu'ya hâkim olmuştur. Bunun

sonucunda Anadolu kültürü oluşmuştur. Günümüzden 10.500-7000 yıl önce Çanak Çömleksiz Neolitik Çağ'da Anadolu ile Mezopotamya ve Kuzey Suriye arasında obsidyen ticareti başlamıştır (Sevin, 2018). Orta Tunç Çağı'nda Anadolu ile Mezopotamya arasında sıkı ve örgütlü bir ticari ilişki varlığını devam ettirmiştir. İpek Yolu'nun geçiş yollarından biri olan Anadolu, 2. ve 16. Yüzyıllar arasında tarihin en zengin dönemini yaşamıştır. Binlerce yıl bölgeler arası ticaret yapılırsa da sık sık savaşların varlığı, devletlerin birbirlerine hâkimiyet kurma çabası, ticaret ağının gelişimini engellemiştir. Selçuklu Devleti'nin Anadolu'da siyasi birliği sağlaması ve İslam dünyasıyla iyi ilişkiler kurması sonucu Anadolu'da ticaret canlanmış ve kervansaraylar yurdun dört bir yanını sarmıştır. Bu kervansaraylardan biri de Kömür Han'dır.

Kömürhan tarihi çağlarda Harput'a giden yol üzerinde bulunmaktadır. Bu Han Sultan IV. Murat'ın Bağdat seferine giderken, İstanbul'dan başlayıp Ankara, Kayseri, Malatya, Harput, Diyarbakır, Musul ve Bağdat'a kadar süren hattın üzerindedir. Bugünkü Kömürhan Köprüsü'nün 600 metre kuzeyinde, Habibuşağı Köyü sınırları içerisinde yer almaktadır. Bu coğrafi konumundan ötürü Kömür Han ulaşımında önemli bir nokta olmuştur (Aytaç, 1987).

Teknolojinin her geçen gün gelişmesi sonucunda ulaşım sistemlerinde de sürekli gelişmeler meydana gelmiştir. Tekerleğin icadıyla başlayan serüven atlı arabaların kullanılması, buhar makinasının icadı vb. ilerlemeler sayesinde ulaşım sisteminde sürekli gelişmeler görülmüştür. Coğrafi keşiflere kadar karayolu ulaşımı, coğrafi keşiflerin ardından suyolu ulaşımı, sanayi devriminin ardından ise demiryolu ulaşımı önem kazanmıştır. Sanayi devrimiyle birlikte hammadde temini, mamul madde ihracatı, daha fazla insan ve eşya taşıma isteği sonucu demiryollarının önemi artmıştır. Bu doğrultuda Anadolu'da hâkimiyetini sürdüren Osmanlı Devleti, sanayi devrimini yakalayamamış olması ve sürekli savaşlar sonucunda demiryollarına gereken önemi verememiştir. Daha sonra 19. yüzyılın sonlarına doğru yabancı şirketlere ayrıcalık tanınarak demiryolu çalışmaları başlamıştır. Çalışma sahası karayolu ulaşımı yanında demiryolu hattının da yöneldiği stratejik bir geçiş noktasıdır.

Osmanlı Devleti'nin üç kıtada toprağının bulunması ve coğrafi şartlar, ekonomik sıkıntılar demiryolu ulaşımını birçok açıdan geciktirmiştir. Osmanlı Devleti'nin yıkılma döneminde gelişen demiryolları devletin ekonomik, güvenlik ve askeri alanda tahrip olan durumunu tekrar düzeltebilirdi. Ancak 19. yüzyılın sonlarındaki konjonktür daha çok devletin imtiyazlarından faydalanmak, sömürge faaliyetlerinde bulunmak üzere Osmanlı Devleti'nde demiryolu inşasına başlamışlardır. Bu doğrultuda demiryolu hatları inşa edilmiştir. Cumhuriyet Dönemi'nde ise millileştirme politikasıyla demiryolları yapılmaya başlanmıştır. 1923-1940 yılları arasında 12'si devlet, 2'si de şirketler tarafından toplam 14 demiryolu hattı inşa edilmiştir. 1927-1935 yılları arasında Fevzipaşa - Diyarbakır ve çalışma sahasıyla ilişkili olan Yolçatı - Elâzığ hatları inşa edilmiştir (Haykir, 2016a).

Gerçekten, giderek daha çok birbirine benzer ve yaygın hale gelen talep ve giderek daha çok uzmanlaşan ve yoğunlaşan arzın birbirine uygunluğu ulaşım (haberleşme dâhil) sistemleri ile kanalize olmaktadır. Aslında hareketi başlatan arz ve talebin bu şekillerinin mekânsal yapısıdır. Bu

<sup>1</sup>Keçi ve koyun tulumları nefesle şişirilip yan yana bağlandıktan sonra, üzerine sırkılardan yaklaşık 75'er cm ara ile sağlam soltu kırımler konularak, onun da üstüne ince çubuklar dizerek oluşturulan dört köşe sala verilen isimdir (Taştemişir, 2012, s.22).

nedenle ulaşım ağlarını gösteren haritalarda her hattın ayrı bir önemi vardır. Çeşitli mekân birimleri arasındaki ilişkiler ve bağlantılar çok defa ulaşım imkânlarının özellikleri ve trafik akışına yansır (Tümer, 1987).

Günümüzde her şey gibi değişen ve dönüşen ulaşım ağlarıyla doğal çevre Gottmann'ın da ifade ettiği gibi inşa edilmiş çevreye dönüşmektedir (Gottmann, 1976). Bu durum insanı doğadan bağımsız, doğa ile uyumsuz paradoks olarak geliştirdiği çevre anlayışına yani yapay (kurgusal) çevre sistematiğine doğru dönüştürmektedir (Akdemir & Akengin, 2013, s. 16). Bu çalışmada bu süreç uyum dönemi, modifikasyon dönemi ve yeniden inşa dönemi olarak ele alınarak değişim ve dönüşüm ortaya konulacaktır.

Ekonomik ve sosyal faaliyetlerin yer seçimlerine (lokasyonlarına) birinci derecede etki yapan ulaşım ağları bölgesel ekonomik gelişmenin kanıtlarıdır. Kara, su, demiryolu ulaşım faaliyetlerinin varlığı sebebiyle gelişen araştırma sahası, Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Bölümü'nde, Elâzığ ile Malatya illeri sınırları içerisinde yer alan Karakaya Baraj Gölü'nün etkisiyle gelişen bir sahadır (Şekil 1). Yer şekilleri bakımından çalışma sahası; Doğu Anadolu Bölgesi'nin iki önemli ovası arasında batıda Malatya Ovası (700-1000 m) ile doğuda Uluova (800-1000 m) arasında yer alır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada Karakaya Baraj Gölü üzerinde inşa edilen köprülerin, karayolu ve demiryolu üzerinde etkileri açıklanmıştır. Tarihi dönemlerde değişen ulaşım yapılarının çalışma sahasının çevresinde yaratmış olduğu mekânsal değişim ve dönüşüm sürecinin etkilerinin coğrafi bakış açısıyla ortaya konulması amaçlanmaktadır. Özellikle Karakaya Barajı inşasından sonra yörenin ulaşım sistematiği yeniden şekillenmiş ve çevre yerleşmeler değişen bu yeni sistematiğe ayak uydurmaya çalışmıştır.

Coğrafi çalışmalarda ulaşım ele alınırken mekândaki ulaşım olaylarının sistematik bir toplamı çıkartılmalı, daha sonra ise fiziki ve beşerî faktörler dikkate alınarak coğrafi peyzaj ve değişim izah edilmelidir. Coğrafi izah yapılırken bölgesel ve bölge dışı etkiler göz önüne alınarak çok yönlü bir değerlendirmenin yapılması önem arz eder. Ulaşım ağları ele alınırken sadece sayısal veriler kullanılarak zaman içerisindeki değişimi vermek coğrafya çalışmalarında coğrafi izahı zayıf kılmaktadır. Elbette öncelikle bir envantere ihtiyaç duyulur, ancak bu sayısal verilerden hareketle mekânsal sentezi ve coğrafi izahı da yapmak gerekir. Değerlendirme ve analiz yapılırken doğa bilimlerinde kullanılan metodlarının sosyal bilimlerde kullanılmasına karşı olan 'reflektivizm' metodunun işlevsel biçimde kullanılması gerekir. Bu teoriye göre sosyal gerçeklik, doğa gerçekliğinden farklı olarak onu anlayan, anlamlandıran ve yorumlayan bağımsız değildir. Dolayısıyla reflektivist teori anket, istatistik gibi metodların sosyal bilimlere girmesini savunan yapısalcı eleştirinin aksine analizi yapanın yorumlamasını önemser. Bu çalışmada da reflektivist teorinin kullanımı coğrafi izah ve analizi daha önemli kılacaktır (İncili & Akdemir, 2020).

Ulaşım ağlarının oluşumunda ve gelişiminde elbette birçok farklı etken yer almaktadır. Ulaşımın etkisi de birçok faaliyeti etkilemektedir. Bu oluşum sürecinin çok öncelere de gittiği düşünüldüğünde tam olarak gelişim sistematiği ve etki sistematiğini ortaya koyabilmekte imkânsız hale gelir. Bu etkenlerin hepsini göz önünde bulundurmamak çalışmayı aşırı derecede uzatmış olur. Bu nedenle indirgemeci

(reductionism) yöntemle daha karmaşık, girift olgu ve konuları bileşenlerine, onu oluşturan temel bir özelliğe indirgeyerek açıklamaya çalışılmaktadır (Proudfoot & Lacey, 2010; Girgin & Gülersoy, 2017, s. 135).

Çalışmada ilerlemeci yöntem (progressive) yaklaşımına uygun mantıkla konuya bakış açısı getirilmiştir. Bu yöntemde coğrafi olayın pek çok boyutunun hesaba katılarak gelecekte nasıl olabileceğini neler olması gerektiği ile ilgili projeksiyonlar yapılmaktadır. Tarihten günümüze kadar olan birikim geleceğe yönelik parametrelerin belirlenmesinde veri olarak görülür. Aslında yapılan her şeyde zaman ölçeği kullanılmaktadır. Önemli olan problemin çözümüne yönelik önerilerin akla uygun mantıklı ölçülebilir ve coğrafi mekânı en iyi biçimde örneklendirebilir olmasıdır. Çalışma sahasındaki uzun yıllık ve çeşitli dönemlerde rota değiştiren ulaşım sistemleri tam da bu bakış açısına uygun olarak açıklanmalıdır.

Çalışmada kullanılacak yöntem daha çok saha gözlemlerine dayalıdır. Sahada konuya dâhil olan köprülerin yapılmadan önceki ve sonraki durumu temel alarak karşılaştırılmıştır. Çalışma sahasındaki yol ağları ve stratejik köprüler tarihi belgeler, arşiv kaynakları, ilgili literatür ve çeşitli dönemlerde yapılmış haritaların analizlerinden hareketle elde edilerek coğrafi değişim bu stratejik rotalara göre analiz edilmiştir. Sahaya ait elde edilen bulgular yol ağı sisteminin daha anlaşılır olması için amaca uygun haritalarla desteklenmiştir. Harita üretiminde lisanslı ArcGIS 10.4 programı kullanılmıştır. Kısaca ulaşım faaliyetlerinin bölgede tarıma, sanayiye, üretime, yerleşme dokusuna, nüfus değişimine ve jeostratejik konumuna olan etkisi açıklanmaya çalışılmıştır.

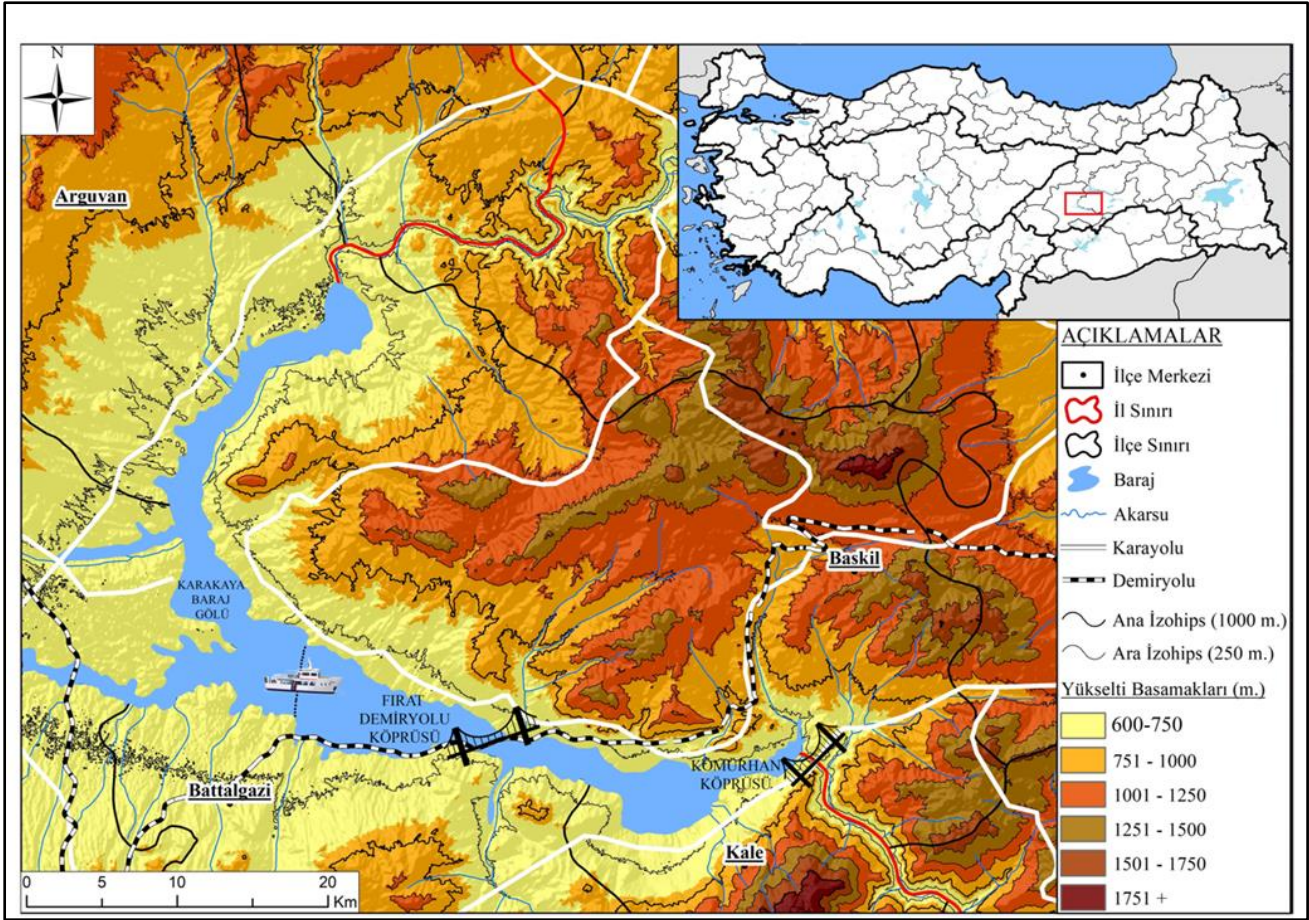
## 3. Bulgular

Fırat Nehri uzun tarihi geçmiş boyunca ulaşım rotalarının yöneldiği bir saha olmuştur. Önceleri taşıma faaliyetlerinde kullanılan sallar ve kelekler yerini köprülere bırakmıştır. Bu değişim ve dönüşüm çalışma sahasında büyük bir değişimin yaşanmasına sebep olmuştur.

Çalışma sahasında yer alan Fırat Nehri, Anadolu'nun batısı ile doğu ve güneydoğusu arasında ulaşımı engelleyen doğal bir sınır olmuştur. Tarih boyunca keleklerle, izole kayık sistemleriyle ulaşım sağlanabilmiştir. Batı ile doğu ve güneydoğu arasında önemli bir stratejik noktada yer alan çalışma sahasında, köprü yapılması fikri 1638 yılına kadar gitmektedir. Sultan IV. Murat, 1638 yılında Bağdat seferine çıkarken, çalışma sahasının bulunduğu alanda, Fırat Nehri'ni güçlükle geçmesi sonucu, daha sonra yapılacak seferlere kolaylık sağlaması, idareyi, ulaşımı ve askeri sevkiyatı kolaylaştırmak amacı ile çalışma sahasında köprü yapılması emrini vermiştir. Çalışma sahasında incelemelerde bulunan mühendisler, köprü yapımı için nehrin en dar yeri olan Kömür Han mevkiinde köprü yapılmasını uygun görmüşler ve bunun için gerekli inşaat malzemelerini temin etmeye başlamışlardır. Ancak Sultan IV. Murat'ın vefat etmesi üzerine köprü inşaat çalışmaları yarım kalmış ve köprü yapılamamıştır (Haykır, 2016b).

Birinci Dünya Savaşı başladığı sırada, askeri hareketliliğin hız kazanması sonucu, İzolu mevkiinde 543 metre uzunluğunda ahşap bir köprü inşa edilmiştir. Bu köprü Fırat'ın iki yakasını ilk defa Kömür Han mevkiinde birleştiren yapıyı oluşturur. Ancak Fırat Nehrinin azgın sularına dayanamayan ahşap köprü, her yıl hasar almış ve tamir edilmek zorunda kalmıştır.

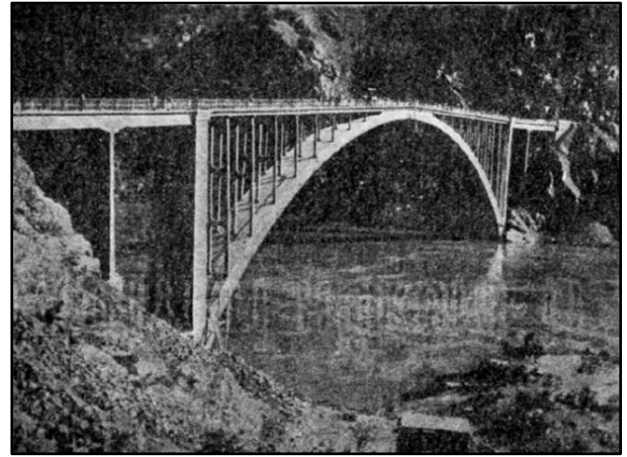




Şekil 1. Günümüz Kömürhan köprülerinin coğrafi konumu.

22 Nisan 1929 tarihinde meydana gelen sel sonucu, ahşap köprü sel suları tarafından götürülerek yıkılmıştır. Bu sel felaketinden sonra ulaşım, geçmişte olduğu gibi sallarla yapılmaya başlanmıştır. Bu durum sonucu doğu ve batı illerini birbirine bağlayan başka köprü olmaması sebebiyle askeri ve idari açıdan önemli bir sorun haline gelmiştir. Daha sonra demiryolu çalışmalarının hızlanması ve bu bölgeye gelmesi sebebiyle köprü yapılması ihtiyacı doğmuştur (Haykır, 2016b). İnsanoğlunun sınırlı teknolojik bilgisi ve sermayesi uzun yıllar doğaya uyum sağlayan sistemlerin ulaşım yapısında kullanılmasını zaruri kılmıştır. Sal, kelek ve çok basit teknoloji kullanılarak yapılan ahşap köprü insanın uyum dönemi eserlerini meydana getirir.

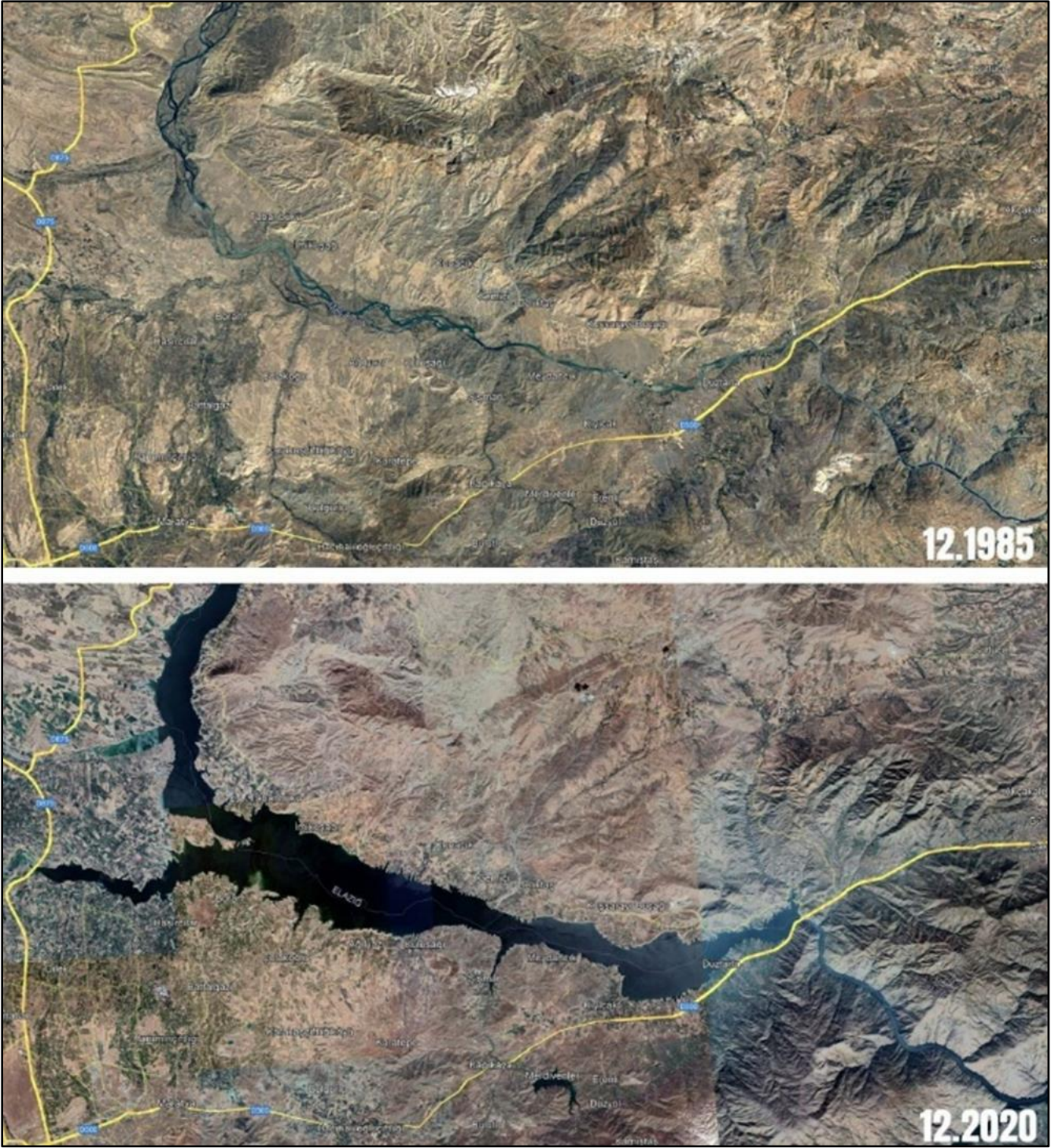
Kömürhan Boğazı mevkiinde, köprü yapımı için, 1 Ağustos 1930 tarihinde yeniden inşaat çalışmaları başlamış ve 3 Nisan 1932 tarihinde çalışmalar tamamlanmış, 5 Ekim 1932 tarihinde Başvekil İsmet Paşa'nın (İnönü) katılımıyla köprü hizmete açılmıştır (Şekil 2). Doğu ile batıya birbirine bağlayan, askeri ve idari açıdan gerekli olan bu köprü, Anadolu ile Ortadoğu ülkeleri bağlantısını sağlamasıyla stratejik bir önemde sahip olmuştur (Haykır, 2016b). İnşa edilen bu yapı diğer köprüye göre daha sağlam ve teknik bilgiye dayanmaktadır. Bu durumda insanoğlu doğaya müdahalelerde bulunarak modifikasyon sürecini başlatmıştır. Uzun yıllar coğrafi bir engel oluşturan Fırat Nehrinin iki yakası bu köprüyle birbirine bağlanmıştır. 1977 yılında Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde su ve toprak kaynaklarını geliştirmek, Fırat ve Dicle Havzasında sulama yapmak ve hidroelektrik enerjisi üretmek, endüstriyel üretim miktarını ve verimini arttırmak, altyapı standartlarını yükseltmek adına başlatılan bölgesel kalkınma



Şekil 2. 1932 yılında tamamlanan İsmet Paşa Köprüsü (T.C. Nafia Vekâleti, 1933, s. 100).

projesi olan, Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) kapsamında Fırat Nehri üzerinde Diyarbakır ilinin Karakaya Köyü'nde 1976-1987 yılları arasında baraj yapılmaya başlanması üzerine, Elazığ ve Malatya illerinin sınırlarında oluşacak baraj gölü ve bunun sonucunda Kömürhan (İsmet Paşa) Köprüsü'nün sular altında kalacağı sebebiyle, Fırat Nehri üzerinde 3.kez köprü inşa edilmesine karar verilmiştir (Bilgen, 2018). İnşa edilen baraj sebebiyle arazi kullanımında köklü bir değişim yaşanmış ve yeni bir köprüye ihtiyaç duyulmuştur (Şekil 3). 23 Şubat 1983 tarihinde Kömürhan (İsmet Paşa) Köprüsü'nün yanında yeni bir köprü inşasına başlanmıştır. Köprü 8 Nisan 1986 yılında tamamlanmış, 18 Haziran 1986 tarihinde dönemin başbakanı Turgut Özal tarafından hizmete açılmıştır (Şekil 4).





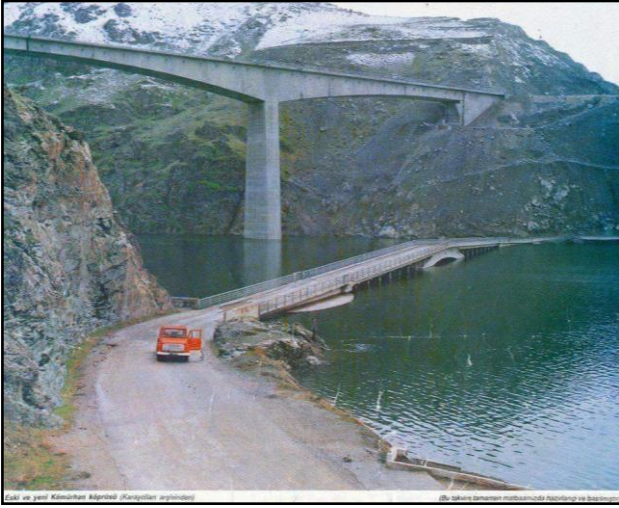
Şekil 3. Karakaya Baraj Gölü inşası sonrası yaşanan değişimi gösteren uydu görüntüleri.

Türkiye'nin Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerini, Orta Anadolu ve Akdeniz Bölgelerine bağlayan yollar üzerinde stratejik bir konuma sahip olan Kömürhan Köprüsü, artan trafik hacmi sebebiyle yetersiz görülmüş ve 2014 yılında IV. Kömürhan Köprüsü'nün yapımına başlanmıştır. 2023 yılı yıllık ortalama günlük trafik değerlerine göre Kömürhan Köprüsü üzerinden toplam 9884 araç geçişi gerçekleşmiştir. Bu araçların 6643'ü otomobil, 856'sı hafif ticari araç, 246'sı otobüs, 872'si kamyon ve 1267'si tır ve diğer römorklu araçlardır (Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM), 2024). Bu değerler rotanın hem yolcu taşınmasında hem de yük taşınmasında ana ulaşım güzergâhı olduğunun tescilidir. Bu yeni köprü 2021 yılında hizmete açılmıştır (Şekil 5). Artan bilgi birikimi, teknoloji ve

sermayeyle insanoğlu artık doğayı büyük ölçüde değiştirerek yeni yapılar inşa edebilmektedir. Bu dönem inşa edilen yapılarla rekonstrüksiyon (yeniden inşa/kurma) süreci başlamıştır. Önceleri engel teşkil eden akarsuyu aşmak amaçlanırken günümüzde bu engelin rahat ve konforlu bir şekilde geçilmesi amaçlanmaktadır.

Cumhuriyetin ilk yıllarında en önemli stratejilerden biri de ülkeyi demir ağlarla örme stratejisidir. Bu strateji çerçevesinde demiryolları devletleştirilmiş, potansiyel üretim merkezlerine ve doğal kaynaklara ulaşmak için yeni hatlar inşa edilmiş, üretim ve tüketim merkezleri ile az gelişmiş ve gelişmiş bölgeler arasında bağlantı kurulması amaçlanmıştır.





Şekil 4. 1986 yılında tamamlanan Kömürhan Köprüsü (Karayolları arşivinden).



Şekil 5. Kömürhan Köprüsü (Fotoğraf: M. AYDIN, 29.04.2023).

Cumhuriyet Döneminde yapılması için teşebbüse geçilen ilk demiryolu hattı, Arade- Diyarbakır-Ergani hattıdır. Bu hattın önemi Ergani'den çıkartılacak madenlerin ekonomiyeye kazandırılması, ordunun ve ülkenin ihtiyacını giderecek olması, ithalatı durduracak olması, Diyarbakır, Mardin, Siverek, Elâzığ, Ergani şehirlerinde üretilen ürünlerin, ülkenin iç pazarlarına ve liman şehirlere ulaştırılacak olmasıdır. Yapımına başlanan hat üzerinde Fırat Nehri doğal bir sınır olarak görülmekte ve aşılması gerekmektedir. Bu doğrultuda Malatya'dan 32 km uzaklıkta Fırat Nehri üzerinde 351 metre uzunluğunda 8 kirişli Fırat Köprüsü inşa edilmiştir (Şekil 6). Dönemin Anadolu Demiryolları hatları içerisinde en büyük uzunluğa sahip olan Fırat Köprüsü 24 ayda tamamlanmıştır. 1 Kasım 1931 tarihinde demiryolu rayları Fırat Köprüsüne ulaşmıştır. Yarım asır demiryolu ulaşımı bu köprü vasıtasıyla sağlanmıştır (T.C. Nafia Vekâleti, 1933).

GAP çerçevesinde Karakaya Barajının yapımının planlanması sonucu Fırat Nehri üzerinde yeni bir demiryolu köprüsüne ihtiyaç duyulmuştur. Bu doğrultuda 17.09.1981 yılında yeni köprünün yapımına başlanmıştır. 28.01.1986 yılında tamamlanan köprü (Şekil 7) hizmete açılmıştır. 2030 metre uzunluğunda olan bu köprü Türkiye'nin en uzun demiryolu köprüsüdür (Haykır, 2011). İsmet Paşa Demiryolu Köprüsü; Elâzığ ile Malatya arasında, Fırat Nehri üzerinde tek şeritli demiryolu köprüsü olarak 16 Haziran 1986 yılında hizmete açılmıştır.

Değişen ulaşım ağları ve ulaşım sistemi yerleşim birimlerinin konumlarının değişimine sebep olmuş ve ulaşım ağına yakın olma avantajı belirgin bir şekilde görülmüştür.



Şekil 6. Tamamlanan ilk Fırat Demiryolu Köprüsü (T.C. Nafia Vekâleti, 1933, s. 70).



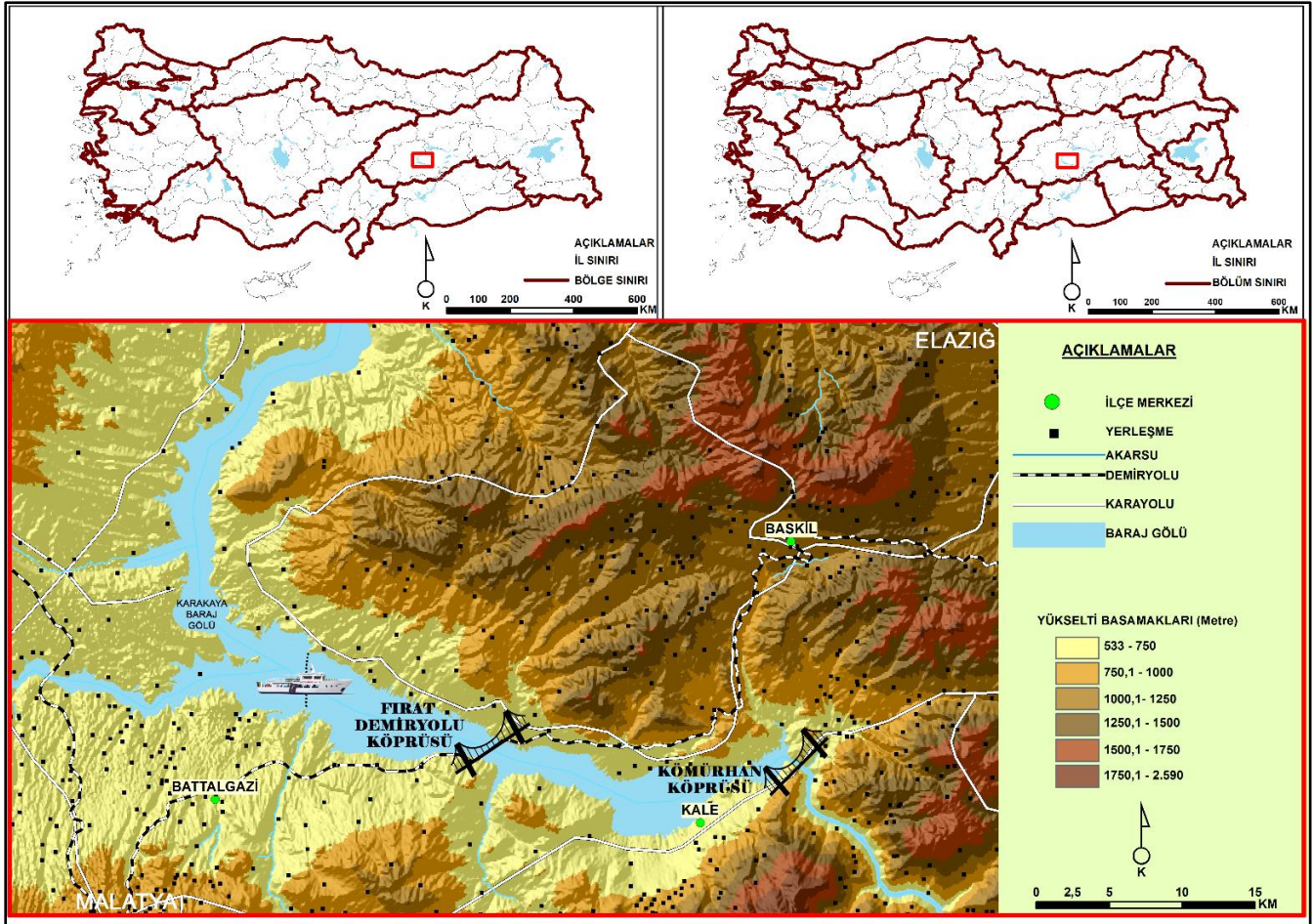
Şekil 7. Fırat Demiryolu Köprüsü (Kantarcioglu, 2022).

Ulaşım faaliyeti, yeryüzünde çeşitli yerler, bölgeler arasındaki ilişkilerin kurulmasında, ölçülebilmesinde ve coğrafi görünümün şekillenmesinde önemli rol oynamakta olması sebebiyle coğrafyacıların başlıca konuları arasındadır. Coğrafi görünümün önemli bir elemanı olan ulaşım yolu aynı zamanda *coğrafi görünümü* de değiştiren etkenlerden biridir. Ulaşım faaliyetleri mekânda gözle görülebilir izler, etkiler meydana getirmesi, dolayısıyla coğrafi görünümün bir elemanı olma durumu daha çok karayolu ve demiryollarında belirgindir (Tümertekin, 1987).

Yerleşmeler, tecrübelerin ürünüdür. Yerleşmeler de nüfus gibi dinamiktir. Statik değildir, şartlara göre değişebilir. Türkiye'de köyler konumları itibarıyla topografyaya, iklime, bakı etkisine bağlı olarak farklı konumlarda kurulmaktadır. Köy yerleşme üniteleri çoğunlukla; yamaçta, ovada, orman kenarlarında, orman içinde, vadilerde ve şehirlerarası yol kenarlarında kurulmaktadır.

Çalışma alanı, Geç Kalkolitik dönemden itibaren ticaret yolları üzerinde yer almıştır. Fırat Nehri boyunca sulamalı tarımın yapıldığı alanlar ve doğal zenginlikler sebebiyle, Anadolu ile Mezopotamya arasında ticaret ağının kurulmasına neden olmuştur. Bu alan, Mezopotamya'da Kültepe'ye giden stratejik hat üzerinde yer almaktadır. Geçmiş zamanlarda ülkenin ekonomisinde ve ticaretinde önemli olan bu alan, günümüzde de karayolu, denizyolu ve demiryolu bağlantıları ile önem arz etmektedir. Çalışma sahasında Karakaya Baraj Gölü üzerinde yer alan Kömürhan Köprüsü ve Fırat Demiryolu Köprüsü, inşa edildikten sonra bölgedeki coğrafi görünümü değiştirmiştir (Şekil 8). Baraj inşasından sonra akarsu vadisindeki değişim, su kütlelerinin yükselmesi ve yeni köprü yerleşmelerin yeniden dizayn edilmesine sebep olmuştur.





Şekil 8. Karakaya Baraj Gölü köprüleri ve yerleşim birimlerinin konumu.

1976 yılında inşasına başlanılan Karakaya Barajı 1987 yılında faaliyete geçmiştir. Barajdaki su seviyesi yaklaşık 690 metre rakıma kadar yükselmiştir. Bu rakımın altında kalan köy ve diğer kırsal yerleşmeler tamamen ya da kısmen baraj suları altında kalmıştır. Su altında kalan yerleşmelerin lokalizasyonu için 1:200.000 ölçekli Malatya ve Elâzığ topografya haritaları kullanılmıştır. Bu haritalar baraj inşasından önceki yıllarda çizildiğinden dolayı su altında kalan yerleşmeler tespit edilebilmiştir. Yapılan çalışmaya göre baraj inşasından etkilenen yerleşmeler (Şekil 9) ve nüfus verileri tablo 1’de gösterilmiştir. Yer değiştirmek zorunda kalan köyler, çok uzak alanlara değil, su altında kalan eski yerleşmelerin daha yukarısındaki uygun rakımlara taşınmıştır. Örneğin Baskil İlçesine bağlı Habibuşağı ve Pınarlı köyü yaklaşık 1 km kuzeye, Kadıköy 1,5 km kuzeye, Hacimehmetli 2,5 km kuzeye, İmikuşağı 750 m kuzeye, Tabanbükü 1 km doğuya, Bilaluşağı 2,5 km doğuya, Çiğdemlik 1,5 km kuzeye, Hüyükköy 1 km doğuya, Kumlularla 2 km doğuya kaydırılmıştır. Ayrıca su altında kalan Kale, Çevreköy, Aksakal köyleri yerine Suyatağı köyü kurulmuştur. Köylerin eski lokasyonları yakınına taşınmasında etkili olan süreçler köy arazilerinin tamamının sular altında kalmaması ve yeni kurulan ulaşım ağının baraj kenarından geçirilmesi olmuştur. Baskil ilçesine bağlı köylerin baraj kıyısında yer alan yol ağı üzerinde kuruldukları dikkati çekmektedir (Şekil 9). Elâzığ İli, Baskil İlçesine bağlı barajdan etkilenen köylerin tamamında 1985-1990 genel nüfus sayım sonuçlarına göre nüfus kayıpları görülmektedir (Tablo 1). Bu nüfus kaybı özellikle Malatya kentine göç sürecinin hızlanmasında etkili olmuştur. Barajdan etkilenen Malatya İline bağlı köylerin 1985-1990 yılı nüfusları değerlendirildiğinde bazı köylerin nüfuslarında

azalma (Adagören, Ağilyazı, Çolakoğlu, Eğribük, Kıyıcak, Kuluşağı, Meydancık, Sinanlı, Toygar) görülmüştür. Bu köylerin arazilerinin bir kısmının sular altında kalması sonucu yer değiştirdikleri tespit edilmiştir. Barajdan etkilenen köyler arasında nüfusu artış gösteren köyler de (Alışar, Boran, Hasırcılar, Kadıçayırı, Şişman) yer almaktadır (Tablo 1). Bu yerleşmelerin ulaşım ağlarına yakınlığı ve arazilerinin baraj sularından çok fazla etkilenmemesi nüfuslarında artışa sebep olmuştur. Malatya iline bağlı Kösehüyük (1985 nüfusu 100 kişi), İmamlı (1985 nüfusu 120 kişi) ve Atabey (1985 nüfusu 81 kişi) köylerinin ise baraj suları altında kalması sebebiyle kayıp yerleşmeler olarak ifade etmek yerinde olur.

Tablo 1. Karakaya barajından etkilenen köyler (TÜİK, 2024).

Malatya Kırsalı	1975	1980	1985	1990
Adagören	405	359	257	128
Ağilyazı	197	282	250	205
Alışar	1107	1159	1341	1447
Boran	361	343	322	358
Çolakoğlu	436	416	450	429
Eğribük	660	632	501	151
Hasırcılar	2079	1314	1423	2062
Kadıçayırı	102	152	211	496
Kale	10741	9955	9230	8564
Kıyıcak	967	925	669	433
Kuluşağı	538	556	475	404
Meydancık	355	309	194	133
Sinanlı	1447	1540	1850	309
Şişman	210	249	251	290
Toygar	905	902	933	746

**Elâzığ Kırsalı**

Bilaluşağı	692	769	646	163
Çiğdemlik	364	330	263	88
Hacimehmetli	423	450	415	80
Hüyükköy	255	251	190	99
İmikuşağı	116	114	97	32
Kadıköy	848	712	635	441
Kumlutarla	463	272	271	68
Pınarlı	326	339	297	282
Su Yatağı	332	285	286	152
Tabanbükü	351	346	304	178

Barajın inşası sonucu gelişen ve değişen ulaşım ağı ile yerleşim birimlerinin konumları değişmiştir. Yerleşmeler açısından ulaşım ağlarına yakın olma bir avantaj olarak görülmüştür. Fırat Nehrinin oluşturduğu akarsu engeli, daha sonra Karakaya Baraj Gölünün su rezervuarını feribot, demiryolu köprüsü ve karayolu köprüsüyle aşan çalışma alanında nüfus hem baraj sularının etkisi hem de ulaşım ağına yakın olma isteği nedeniyle yer değiştirmiştir. Bu doğrultuda karayolu ve demiryolu hatlarına yakın yerlerde yol boyu-hat boyu-çizgisel yerleşim birimleri doğmuştur. Yol boylarında köylere ait yeni konutlar ve mahalleler yerleşmelerin en gözde birimleri haline gelmişlerdir. Daha önceleri kuru tarım alanlarına, su kaynaklarına yerleşim kurma düşüncesi yerini ulaşım ağına yakın olma, şehirlerarası yol kenarlarına yakın olma gibi durumlar almıştır. Ulaşım ağına yakın olma ticareti faaliyetlerin daha rahat ve az maliyetle yapılabilmesine olanak sunmaktadır. Bu durumda çalışma sahasında kayısı üretimi ulaşım sisteminin etkisiyle kayısı mono kültürünü de arttırmıştır.

Çalışmanın diğer bir bulgusunu yeni inşa edilen yol sistemleriyle birlikte Baskil kırsalı ile Malatya şehri arasında coğrafi ve psikolojik mesafenin azalması meydana getirir. Baskil ile Malatya şehri arasında yer alan Fırat Nehri, Karakaya Baraj Gölü üzerine inşa edilen karayolu ve demiryolu köprüsü ile coğrafi olarak topografyanın oluşturduğu olumsuzlukları ortadan kaldırmıştır. Ulaşımı sağlamak için köprüler kullanılmakta ve baraj gölü üzerinde feribot seferleri ile ulaşım sağlanmaktadır. Özellikle yaz aylarında feribotla ulaşım sağlayan kişi sayısı, feribot ulaşımını sağlayan işletmecilerin verdiği bilgilere göre, günlük ortalama 2000 kişidir. Kış mevsiminde ise bu sayı 500 kişinin altına düşmektedir. Feribot kullanılarak taşınan araç sayısı ise yaz mevsiminde ortalama 300, kış mevsiminde ise 50 kadardır. Feribot ulaşımı, kıyıda yer alan yerleşmeler için kestirme bir rota olarak önem kazanmıştır. Örneğin İmikuşağı köyünden Malatya'ya karayolu ulaşımı için yaklaşık 90 km kat edilmesi gerekirken feribot ulaşımı sayesinde bu mesafe 30 km'ye düşürülmektedir. Kırsaldan kopmayan insanlar, kışı Malatya ilinde yazı ise Baskil ilçesinde kayısı bahçelerinde geçirmektedir. Kayısı hasat döneminde de işçiler feribotları kullanmaktadırlar. Ulaşım faaliyetleri kayısı üretim ve pazarlamasını daha işlevsel hale getirmiştir. Bu doğrultuda Baskil kırsalı ile Malatya ili arasında coğrafi ve psikolojik mesafe azalmıştır (İncili & Akdemir, 2019).

Günümüzde gelişmiş ulaşım faaliyetleriyle, doğal uzaklık, fiziki mesafe, ekonomik mesafe, zamansal mesafe, toplumsal mesafe, iletişim mesafesi azalmıştır. Ulaşım avantajının etkisiyle idari açıdan Elâzığ sınırları içerisinde yer alan Baskil kırsalı, Malatya şehri ile daha fazla ilişkilidir. Dolayısıyla Baskil kırsalı Malatya iktisadi etki sahasında yer almaktadır. Baskil ilçesinin Karakaya Baraj Gölü kıyısında

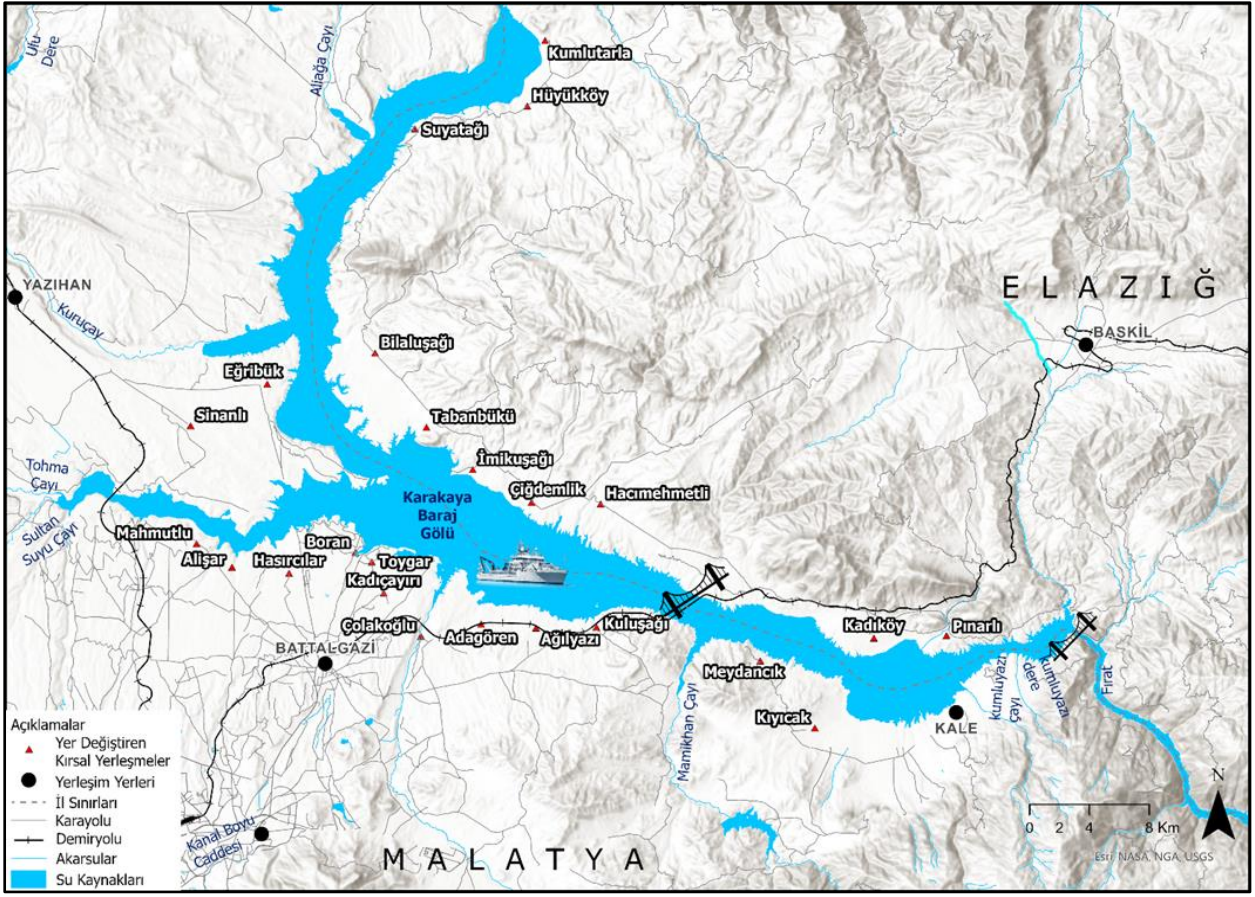
bulunan kırsal yerleşmeleri, demiryolu, karayolu ve feribot ulaşımının sağladığı coğrafi yakınlık sebebiyle Malatya şehri ile iktisadi ilişkiler kurmuştur. Bu coğrafi yakınlık sebebiyle Baskil ilçesinden Malatya'ya önemli derecede göç yaşanmaktadır. Özellikle kıyı kesimlerde yaşayan kırsal nüfus Malatya iline göç etmiştir. 2023 yılı ADNKS verilerine göre 19.732 kişi Baskil nüfusuna kayıtlıyken Malatya'da ikamet etmektedir. Baraj faaliyete geçmeden önce 1985 genel nüfus sayımına göre Baskil ilçe nüfusunun 27.352 kişi olduğu görülmektedir. 1990 yılı genel nüfus sayımına göre ise toplam ilçe nüfusunun 23.026 kişi olduğu görülmektedir. İki sayım arasında azalan nüfus 4326 kişidir. Bu nüfus kaybının baraj inşasına bağlı olarak kıyıdaki köylerden olduğu ve göç yönünün Malatya olduğu tahmin edilmektedir.

Çalışmanın diğer bulgusu Baskil'in özellikle güney ve batısının Malatya'nın merkezi yer etki sahası sınırları içerisinde girmesidir. Malatya'nın büyükşehir belediyesi statüsünde olması, ticaretinin gelişmiş olması, nüfusun fazlalığı, pazar olanaklarının bolluğu, kayısı borsasının varlığı ve Baskil kırsalının coğrafi yakınlığı sebebiyle Malatya ile olan etkileşimi artmıştır. Baskil kırsalı, idari olarak Elâzığ iline bağlı olsa da coğrafi yakınlık ve ulaşım faaliyetlerinin de gelişimiyle Malatya ilinin etki sahası içerisinde kalmaktadır. Ulaşım faaliyetleri, Baskil kırsalında ekilen kayısı üretimi miktarının artışında önemli bir belirleyici olmuştur. Türkiye'de en fazla kayısı üretilen il olan Malatya, kayısı borsasının merkezidir. Ekonomik ve sosyal faaliyetin de merkezi olan Malatya ili bölgesel ekonominin de gelişmiş olduğu bir yer olarak çevresini etkilemeye başlamıştır. Adıyaman'ın Çelikhan ilçesi, Kahramanmaraş'ın Elbistan ilçesi ve Elazığ'ın Baskil ilçesi Malatya'nın etki sahasında kalmıştır.

Çalışmanın diğer bulgusu güvenlik açısından jeopolitik değeri yüksek bir alan oluşumunun sağlanmış olması meydana getirir. Türkiye'nin Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerini, Orta Anadolu ve Akdeniz Bölgelerine bağlayan yollar üzerinde stratejik bir konuma sahip olan Karakaya Barajı köprüleri; idari, askeri, ekonomik ve ulaşım faaliyetleri açısından önemli bir lokasyona sahiptir. Kömürhan Köprüsü, Türkiye'nin önemli devlet yollarından olan doğu-batı doğrultusunda 1888 km uzunluğunda uzanan D300 Devlet yolunun stratejik noktalarından birini oluşturur. Çeşme'den (İzmir) başlayan D300 devlet karayolu, Manisa, Uşak, Afyon, Konya, Aksaray, Nevşehir, Kayseri, Sivas, Malatya ve Elâzığ üzerinden Bingöl, Muş, Bitlis, Van ve İran'ın Khoy kentine kadar uzanır. Kömürhan Köprüsü, Fırat Nehrinin geçtiği doğu ile batı arasında bir ticaret ağı oluşturur. Tarih boyunca İpek Yolunun geçiş güzergâhında yer alan Kömürhan, günümüzde de aynı önemini korumaktadır. Türkiye'nin kuzey, kuzeydoğu, kuzeybatı, batısı ve güneybatısını Elâzığ, Diyarbakır, Bingöl, Muş, Bitlis, Van illerine ve İran'a bağlayan Fırat Demiryolu Köprüsü de ülkenin ekonomisinde, ulaşımında, taşımacılıkta, hammadde temininde önemli bir konumda bulunmaktadır (Şekil 10).

Fırat Demiryolu Köprüsü bulunduğu konum itibarıyla köşe taşı niteliği taşımaktadır. Bu hat doğu-batı, kuzey-güney ekseninde önemli bir konumdadır. Bu demiryolu köprüsüyle ilişkili hatlar, İran'dan Bulgaristan'a, Yunanistan'a; İran'dan Karadeniz'deki Samsun, Zonguldak Limanlarına; İran'dan İskenderun Limanı'na, yine İran'dan Adalar Denizi'ne uzanmaktadır. Kısacası kıtalar arasında bir bağlantı noktasıdır.





Şekil 9. Karakaya Barajından etkilenen yerleşmeler.



Şekil 10. Karakaya Baraj Gölü Köprülerinin stratejik konumu.



Çalışmanın diğer bulgusunu köprülerin sanayi tesisleri için yer çekimi etkisi yaratması oluşturur. Bir sanayi tesisinin kurulması ve kâr edebilmesi için bazı hususlar vardır. Bu hususlardan en önemlisi ulaşım faaliyetleridir. Ulaşım faaliyeti, sanayi tesisinin kuruluşunda yani yer seçiminde önemlidir. Yine ulaşım faaliyetleri, hammaddenin işletmelere taşınmasında, işlenen malların depolanmasında, işlenen malların tüketim noktalarına ulaştırılmasında önemlidir. Maliyetlerin en düşük ve kazançların da en yüksek olduğu yer olarak tanımlanan lokasyon teorisi ile hammaddelerin toplanması ve mamul maddelerin dağıtılmasıyla ilgili taşıma maliyeti ve işgücü, enerji, sermaye ve hizmetler şeklindeki işleme maliyetinin en az olduğu yere yerleşmesi gerektiğini savunan en düşük maliyet teorisine göre çimento fabrikaları da hammaddenin değerinin düşük, taşıma maliyetinin yüksek olması nedeniyle hammaddenin bulunduğu yerde kurulurlar (Tümertekin & Özgüç, 2012). Baskil kırsalında, Pınarlı Köyü sınırları içinde yer alan çimento fabrikası, Cumhuriyet tarihinde Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde kurulmuş önemli bir çimento üretim yatırımdır (Şekil 11). Hammaddenin bulunduğu yere kurulan fabrika, ulaşım yollarının da etkisi ile bugün ülkemiz için önemli bir ihracatçı firma haline gelmiştir.

Demiryolunun, yani ulaşımın, fabrika üretimine katkısını Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı'nın yayınladığı raporlarda görmek mümkündür. Elazığ'dan yük taşınması ağırlıklı olarak Hatay, Malatya, Kayseri ve Sivas illerine gerçekleşmiştir. 2019 yılında Malatya ilinden yük taşınması ağırlıklı olarak Elazığ, Hatay ve Karabük illerine gerçekleşmiştir. Malatya ilinden ağırlıklı olarak demir cevheri, alçı ve kireç taşınmaktadır (Strateji Geliştirme Başkanlığı, 2020). Taşımacılığın çoğunlukla Hatay iline yapılmasının sebebi ilde yer alan İskenderun Limanı'dır. Liman Türkiye'nin Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi illerinin ihracatında ve ithalatında önemli bir yere sahiptir. Baskil kırsalında üretilen çimento ise komşu ülkeler yanında Afrika ve Güney Amerika kıtalarına ihraç edilmektedir.

Çalışmanın diğer bulgusunu nüfusun değişen yapısı meydana getirmektedir. Köprüler ve feribotla sağlanan ulaşım, nüfus yapısında dönüşümlere neden olmuştur. Türkiye'nin 6 kayısı bölgesinden biri de Baskil ilçesidir. Tarım geliri yüksek olan bir ilçe olduğundan dolayı kayısı sezonunda tarımsal iş gücüne ihtiyaç duyulmaktadır. İlçenin köylerinin toplam nüfusu ilçe merkezinin nüfusundan daha fazladır. 2023 yılı ADNKS verilerine göre Baskil ilçesi nüfusu 16.578 kişidir. Bu nüfusun 5044 kişisi Baskil ilçe merkezinde ikamet ederken, 11.534 kişisi Baskil ilçesi köylerinde ikamet etmektedir. Tarımsal alanda yüksek potansiyel kırsal nüfusun korunmasını sağlayan bir unsur olmuştur. Ancak bu nüfus değerleri özellikle Malatya ili ile ulaşımın rahat olması nedeniyle yaz ve kış dönemlerinde büyük değişimler göstermektedir. Türkiye'de 2023 yılı yaşlı nüfus (65 yaş ve üstü) oranı %10'dur. Ancak Baskil ilçesi nüfusunda yaşlı nüfus oranı %17 (2832 kişi) olarak hesaplanmıştır. Bu durumda daimi ikamet eden nüfus içinde yaşlı nüfus oranı yüksek seyretmektedir. Genç nüfus ise çoğunlukta Malatya ilinde ikamet etmekte ve kayısı hasat sezonunda dönemlik nüfus hareketlerini meydana getirmektedirler.

Sonuç olarak ulaşım faaliyetleri coğrafi görünümü değiştirir. Karakaya Baraj Gölü'nde yer alan köprüler ve su yolu ulaşımı, feribotlar ve kayıklar Baskil kırsalının nüfusuna da etki etmiştir. Kışı Malatya ilinde geçiren

Baskil'den göç etmiş nüfus, Nisan ayından itibaren kayısı tarımının da başlamasıyla Malatya'dan Baskil kırsalına göç etmektedir. Yazın artan nüfus, kayısı tarımının sona ermesiyle tekrar Malatya iline doğru yönelmektedir (İncili & Akdemir, 2019).

Ulaşım yapısı kayısı üretim alanının genişlemesine, pazara yakın yer seçimi oluşmasına da zemin hazırlamıştır. Tarım faaliyetlerinde ulaşımın etkisi büyüktür. Doğal olarak, söz konusu olan tarım ticari tipte olandır. Geçim tipi tarım faaliyetlerinde üretici ile tüketici çoğunlukla aynı olduğu için ürünün tarladan meskene taşınmasından başka bir ulaşım faaliyetine ihtiyaç yoktur. Ticari tarım faaliyetlerinde ise yukarıda da belirtildiği gibi, ulaşım büyük bir öneme sahiptir. Bu tip tarımda ulaşımın hemen hemen üretim faaliyeti kadar önemli olduğunu söylemek yanlış olmaz. Bilindiği gibi, tarımsal ürünler aynı zamanda çeşitli sanayi kollarının da ham maddeleri halindedir. Böylece bir yönüyle tarım-ulaşım-sanayi ilişki halindedir. Plantasyonların gelişebilmesi her şeyden önce geniş hacimli ve düzenli ulaşım sistemlerinin kurulmasına bağlı olmuştur (Tümertekin, 1987). Tarımsal üretim ve nüfusa gıda sağlama ilişkisini, ulaşım faaliyetleri tamamlamaktadır. Üretim ve tüketim arasında ulaşım faaliyetleri tamamlayıcı bir rol üstlenmektedir. Ulaşım faaliyetlerinin gelişmesiyle yeni tarım arazileri açılmış, üretimin artmasıyla tarımsal ürünlerin daha geniş pazarlara erişimine olanak sağlanmıştır. Bu açıdan çalışma sahasındaki kayısı tarımı üzerinde ulaşım ağının etkisi önem arz eder. Pazar konumunda olan Malatya ile kurulan ulaşım ağı sistemi kayısı ticaretine olumlu yönde etki etmiştir.

#### 4. Sonuçlar ve Tartışma

Günümüzde sermaye, bilgi ve teknoloji ile doğal peyzaj yeniden inşa edilerek farklı peyzaj görüntüleri elde edilmektedir. Eskiden de çok önemli olan ancak doğal yollara bağımlı ulaşım sistemleri günümüzde topografyaya aykırı alanlarda bile inşa edilerek kullanılabilir. Özellikle baraj inşalarından sonra ortaya çıkan yeni coğrafi görünüm doğa yol sistemlerinin de kaybolmasını beraberinde getirmiştir. Karakaya Baraj Gölü oluşumu sonrasında oluşan yeni ulaşım yapısı da bu şekilde izah edilebilir.

Baraj sistemi ile doğal yolların değişimi yörenin yeni ulaşım kodlarıyla şekillenmesine sebep olmuştur. Önceleri akarsu geçişine izin veren küçük köprüler baraj gölünden sonra sular altında kalmış veya sal taşımacılığına izin veren sistem işlevsiz hale gelmiştir. Doğu Anadolu'yu diğer bölgelere bağlayan stratejik bir nokta olan bu alan için yeni köprüler inşa etmek zaruri olmuştur. Bu amaçla Kömürhan boğazı mevki hem kara hem de demiryolu geçiş köprüleri ile ulaşımında kilit konum üstlenmiştir.

Yeniden inşa edilen köprülerle yörenin iktisadi ve demografik kodları da yeniden şekillenmiştir. Akarsu ve baraj önceleri aşılması güç olan yapılar olarak insanların yaşamında yer etmişken, inşa edilen köprülerle bu durum ortadan kaldırılmıştır. Hem fiziksel hem de psikolojik bir rahatlama sağlayan köprüler ulaşılabilirlik avantajı sebebiyle nüfusu da kendisine doğru çekmiştir. İnsanların düşüncesinde uzun yıllar var olan suya yakın olma değişim göstererek artık yola yakın olmaya evrilmiştir. Bu sistem de nüfusun yola doğru yerleşmeleri kaydirmalarına sebep olmuştur. Bazı köylere yeni mahalleler eklenerek yola yakın olan yerleşmeler ortaya çıkmıştır.



Şekil 11. Karakaya Baraj Gölü kıyısında (Pınarlı Köyü) yer alan çimento fabrikası (Fotoğraf: Murat AYDIN, 29.04.2023).

Kolay ulaşılabilir olma kuşkusuz iktisadi yapının da yeniden dizaynını beraberinde getirmiştir. Bu avantaj tarımsal, hayvansal üretim ve endüstri kuruluşlarının yer seçiminde de önemli olmuştur. Ulaşım avantajı ile ürünlerin diğer bölgelere sevki ve hammadde girdilerinin yöreye daha rahat ulaşımı iktisadi açıdan yer seçiminde etkili olmuştur. Örneğin yöre için önemli bir tarımsal ürün olan kayısının pazar oluşturmaya ve üretilen ürünlerin hızlı bir şekilde değerlendirilmesi bu sayede mümkün olmuştur.

#### Bilgilendirme/Teşekkür

Bu çalışma TÜCAUM 2022 Uluslararası Coğrafya Sempozyumunda “Karakaya Baraj Gölü Köprülerinin Stratejik Değeri” başlığı altında poster olarak sunulmuştur.

#### Araştırmacıların katkı oranı

**Ömer Faruk İncili:** Literatür taraması, Arazi çalışması, Haritalama, Makale yazımı; **Murat Aydın:** Düzenleme, Analiz, Makale yazımı; **Emrah Türkoğlu:** Makale yazma, Arazi çalışması, Literatür taraması; **İlhan Oğuz Akdemir:** Makale yazma, Arazi çalışması, Haritalama.

#### Çatışma beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

#### Kaynakça

- Akdemir, İ.O. & Akengin, H. (2013). Coğrafya biliminin tanımı, ilkeleri, konusu, bazı temel kavramları ve öğretimi. İçinde H. Akengin & İ. Dölek (Eds.). *Genel fiziki coğrafya* (ss. 1-40). Pegem Akademi Yayınları.
- Aşan, M. B. (1994). Yukarı Fırat havzasında Ortaçağ yüzey araştırması. İçinde *XI. Türk tarih kongresi bildirileri* (s. 759-783). Türk Tarih Kurumu Basımevi.
- Aytaç, İ. (1987). Kömürhan. İçinde N. Açıkgöz (Ed.), *Fırat havzası sanat tarihi sempozyumu bildirileri* (s. 249-264). Fırat Üniversitesi, Fırat Havzası Araştırma Merkezi Yayınları.
- Bilgen, A. (2018). 1977'den 2017'ye Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP): GAP'ın 40 yılı üzerine nitel ve çok boyutlu bir değerlendirme. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 73(3), 811-840.

- Doğanay, H. (1998). *Türkiye ekonomik coğrafyası*. Çizgi Kitabevi Yayınları.
- Girgin, M. & Gülersoy, A.E. (2017). Coğrafya'da indirgemecilik sorunu. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 22(37), 135-146.
- Gottmann, J. (1976). *Şehirselleşmenin gelişimi* (N. Özgüç, Çev.). İstanbul Üniversitesi Yayın No: 2087.
- Gürsoy, C.R. (1974). Türkiye'nin tabii yolları. *Türk Coğrafya Dergisi*, (26), 24-33.
- Haykır, Y. (2011). *Atatürk dönemi kara ve demiryolu inşaat çalışmaları (1923-1938)* (Tez no. 296445) [Doktora Tezi, Elazığ Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Haykır, Y. (2016a). Atatürk dönemi bayındırlık eserlerinden biri: İsmet Paşa (Kömürhan) köprüsü. *The Journal of Academic Social Science Studies*, (50), 563-592.
- Haykır, Y. (2016b). Demiryolunun Elazığ'a gelişi. *Tarih Okulu Dergisi (TOD)*, 9 (XXVII), 241-307.
- İncili, Ö. F. & Akdemir, İ. O. (2019). Karakaya Baraj Gölü'nde ulaşılabilirlik sorunu ve karayolu proje önerileri. İçinde E. Artvinli (Ed.), *II. Uluslararası coğrafya eğitimi kongresi (UCEK) bildirileri* (s. 1750-1760).
- İncili, Ö. F. & Akdemir, İ. O. (2020). *Türkiye'de ulaşım ağları – doğal ortam etkileşiminin coğrafi analizi*. Kriter Yayınevi.
- İzbiyak, R. (1992). *Coğrafya terimleri sözlüğü*. MEB Devlet Kitapları.
- Kantarcioglu, H. D. (2022, 9 Mayıs). *Türkiye'nin en uzun demir yolu köprüsü Elazığ'da*. Elazığ Hakimiyet. <https://www.elazighakimiyethaber.com/turkiye-nin-en-uzun-demir-yolu-koprusu-elazig-da/70333/>
- Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM). (2024). *2023 Trafik ve ulaşım bilgileri otoyollar ve devlet yollarının trafik dilimlerine göre yıllık ortalama günlük trafik değerleri ve ulaşım bilgileri*. Trafik Güvenliği Dairesi Başkanlığı Ulaşım Etütleri Şubesi Müdürlüğü.
- Lynch, K. (2013). *Kent imgesi*. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- Proudford, M. & Lacey, A. R. (2010). *Reductionism in the routledge dictionary of philosophy*. Routledge.
- Sandal, E. K. (2009). Kahramanmaraş'ta ulaşım problemleri ve halkın ulaşım sistemine ve problemlerine bakışı. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 14(21), 137-157.
- Sevin, V. (1987). Elazığ-Bingöl illeri yüzey araştırması 1986. İçinde *V Araştırma sonuçları toplantısı II* (ss. 1-44). T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Eski Eserler ve Müzeler Genel Müdürlüğü.
- Sevin, V. (2018). *Anadolu arkeolojisi*. Der Yayınları.

- Strateji Geliştirme Başkanlığı. (2020). *Ulaşan ve erişen Türkiye*. T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. <https://www.utikad.org.tr/images/BilgiBankasi/ulasanveerisenturkiye2020-666.pdf>
- Streck, M. (1977). Kelek. İçinde *İslam Ansiklopedisi* (Cilt VI, ss. 550-552). MEB Yayınları.
- Taştemir, M. (2012). Klasik devirde Osmanlı'da kara ulaşımı ve yollar. İçinde V. Engin, A. Uçar & O. Doğan (Eds.), *Osmanlı'da ulaşım* (ss. 13-36). Çamlıca Yayınları.
- T.C. Nafia Vekâleti (1933). *On senede Türkiye nafiası 1923-1933*. İstanbul Matbaacılık ve Neşriyat Türk Anonim Şirketi.
- TÜİK (2024, Eylül). *Nüfus verileri* [Veri Seti]. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Daval%C4%B1-N%C3%BCfus-Kay%C4%B1t-Sistemi-Sonu%C3%A7lar%C4%B1-2021-45500&dil=1>
- Tümertekin, E. & Özgüç, N. (2012). *Ekonomik coğrafya küreselleşme ve kalkınma*. Çantay Kitabevi.

- Tümertekin, E. (1987). *Ulaşım coğrafyası*. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 2053.
- Yılmaz, A. (1999). XVI. yüzyılda Birecik Sancağı (Tez no: 53137) [Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.



© Author(s) 2024. This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>