



**Türk Coğrafya Kurumu**  
**Turkish Geographical Society**

(basılı) ISSN 1302-5856  
(elektronik) ISSN 1308-9773

# TÜRK COĞRAFYA DERGİSİ



**Turkish Geographical Review**  
**Revue Turque de Géographie**  
**Türkische Geographische Zeitschrift**



**İstanbul-2021**

**Sayı:78**

Türk Coğrafya Kurumu

# TÜRK COĞRAFYA DERGİSİ

TURKISH GEOGRAPHICAL REVIEW  
REVUE DE GÉOGRAPHIE TURQUE  
TURKISCHE GEOGRAPHISCHE ZEITSCHRIFT





**Sahibi / The Owner**

Türk Coğrafya Kurumu adına Başkan / *The president on behalf of Turkish Geographical Society*

Doç. Dr. T. Ahmet ERTEK

**Editörler/Editors**

Cihan BAYRAKDAR (Istanbul University - Turkey, Baş Editör / *Editor-in-Chief*)

Mehmet ŞEREMET (Van Yuzuncu Yil University - Turkey, Editör Yardımcısı / *co-editor*)

**Dergi Yayın Kurulu / Editorial Board Members**

Barbaros GÖNENÇGİL (Istanbul University - Turkey)

Fenzhen SU (University of Chinese Academy of Sciences -China)

İbrahim SİRKECİ (Transnational Press London - UK)

İhsan ÇİÇEK (Ankara University - Turkey)

İhsan BULUT (Akdeniz University - Turkey)

Ian S. EVANS (Durham University - United Kingdom )

Josef KRECEK (Czech Technical University - Czech Republic)

Julian BRİGSTOCKE (Cardiff University - UK)

T. Ahmet ERTEK (Istanbul University - Turkey)

Maria PARADISO (University of Sannio in Benevento - Italy)

Martin HAİGH (Oxford Brookes University - UK)

Michael MEADOWS (University of Cape Town - Africa)

Naki AKÇAR (University of Bern - Switzerland)

**Türk Coğrafya Dergisi, Haziran ve Aralık aylarında yılda iki kez online yayınlanmakta olup hakemli uluslararası bir dergidir. Derginin yayıncı dili Türkçe ve İngilizce'dir**

***Turkish Geographical Review is a peer-reviewed international journal, publishing two-issue a year (June and December). TGR's has been published online in both Turkish and English.***

**Dergideki yazıların içeriğinden yazarları sorumludur.**

***Although it is a double-blinded academic journal, the authors have complete responsibility for the content of the papers.***

**ISSN**

(Basılı) 1302-5856

(Elektronik) 1308-9773

Sürekli Yerel Yayın

**Derginin Yayın Adresi / Journal's website**

www.tcd.org.tr

**İletişim / e-mail**

editor@tcd.org.tr

**Yayınlayan Kuruluşun Adresi / The address of publication institution**

Türk Coğrafya Kurumu

Reşitpaşa Cad. No 44/49

Laleli/İSTANBUL

**Ulusal ve Uluslararası İndeksler / Indexes**

TÜBİTAK - ULAKBİM (TR Dizin)

Index Copernicus

Google Scholar

Journal Seek

ASOS Index

Sobiad

Copernicus Master List (since 2020)

**Kapak fotoğrafı / Picture in Cover Page**

Dr.Öğr.Üyesi Kadir TUNCER

**Kapak Dizaynı / Cover Page Design**

Prof. Dr. Ahmet Evren ERGİNAL, Doç.Dr. Cihan BAYRAKDAR

**Dergi formatı / The Journal Design**

Prof. Dr. Hasan ÖZDEMİR

**Yabancı Dil Editörü / Foreign Language Editor**

Doç.Dr. Mehmet ŞEREMET

**Mizanpaj Editörü / The Print Editor**

Arş.Gör. Onur HALİS

Arş. Gör. Mustafa Samet Çetin

# TÜRK COĞRAFYA DERGİSİ

TURKISH GEOGRAPHICAL REVIEW  
REVUE DE GÉOGRAPHIE TURQUE  
TURKISCHE GEOGRAPHISCHE ZEITSCHRIFT

2021

Sayı/Volume: 78

## İçindekiler/ Contents

## Sayfalar/ Pages

Editörden / Editorial.....		1-6
<b><u>Araştırma Makaleleri / Original Articles</u></b>		
Yücel DİNÇ, Çetin Furkan USUN	Modernizmin üretim mekânından postmodernizmin tüketim mekânına: Ak-İş iplik fabrikası-Palladium Antakya AVM örneği From the production space of modernism to the consumption space of postmodernism: The example of Ak-İş yarn factory- Palladium Antakya shopping center.....	7-22
Volkan DEDE, Orhan DENGİZ, Burçin Şeyda ZORLU, Kuttusi ZORLU	İlgaz Dağları'nda yükseltiye bağlı sıcaklık değişiminin periglasyal şekillerdeki toprak özellikleri üzerine etkisi <i>The effect of temperature change due to elevation on soil properties in periglacial landforms in Ilgaz Mountains.....</i>	23-32
Selman AYDIN, Kadir TUNCER	Bozdağ'da (Denizli) dolinlerin morfometrik özellikleri <i>Dolines morphometric properties in Bozdağ (Denizli).....</i>	33-48
Muhammed Zeynel ÖZTÜRK, Mesut ŞİMŞEK, Mustafa UTLU	Anadolu'nun sirk gölleri <i>Cirque lakes of Anatolia.....</i>	49-60
Hüseyin TUROĞLU, Abdulkadir DURAN	Filyos Çayı Deltasında (Karadeniz) kıyı çizgisi değişiklikleri ve yakın geleceğe yönelik göstergeler <i>Shoreline change in the Filyos River Delta on the Black Sea and indications for near future.....</i>	61-74
Pınar POLAT, Murat GÖMÜÇ	Karstlaşmanın insan yaşamı üzerindeki sınırlandırıcı etkisinin CBS tabanlı mekânsal istatistik analizleri ile saptanması (Arapgir-Malatya Platosu) <i>Determination of the limiting effect of karstification on human life with GIS-based spatial statistical analyzes (Arapgir-Malatya Plateau).....</i>	75-90
Bariş DURMUŞ, İhsan BULUT, Barbaros GÖNENÇGİL	Antalya Bölümünde sıcaklık ve yağış indislerinin değişim analizleri <i>Variation analyses of temperature and precipitation indices in Antalya Region.....</i>	91-108
Barbaros GÖNENÇGİL, Onur HALİS	Samanlı Dağları'nın jeomorfolojik gelişimine ve uzun dönemli erozyon süreçlerine morfometrik yaklaşım <i>Morphometric approach to the geomorphological development and long-term erosion processes of the Samanlı Mountains.....</i>	109-126
Mehmet ÖZCANLI, Abdulkadir GÜZEL, Bekir AKGÜN	Şanlıurfa ili'nde kurulu GES'lerin topoğrafik özellikler (yüksekti, eğim, bakı) açısından uygunluk analizi <i>Compliance analysis of SPPs installed in Şanlıurfa province in terms of topographical features (elevation, slope, aspect).....</i>	127-144
<b><u>Derleme Makaleleri/ Review Articles</u></b>		
Kaan KAPAN, Ömer Emre KUŞÇU	Kavramsal ve tarihsel açıdan askeri coğrafya: Coğrafya mı? Jeopolitik mi? <i>Military geography in conceptual and historical terms: Geography or geopolitics?.....</i>	145-154





## EDİTÖRDEN EDITORIAL

Sevgili Türk Coğrafya Dergisi okurları,

2021 Aralık sayımız olan 78. sayıda 9 adet araştırma ve bir derleme makalesi yer almaktadır. Bu makalelerden 2 tanesi beşeri coğrafya ve 8 tanesi fiziki coğrafya konularıyla ilgilidir.

Dergimizin geçen yıl Aralık sayısında (76. Sayı) Covid-19 özel sayısı çıkarılmıştı. Bu özel sayıya olan yoğun ilgi ve pandemi koşullarının devam etmesi nedeniyle "Hepimiz Güvende Olana Kadar Kimse Güvende Değil" sloganıyla Doç. Dr. Mehmet ŞEREMET ve Doç. Dr. Kübra CİHANGİR ÇAMUR'un editörlüğünde 2021 Aralık'ta 79. Sayı olarak bir özel sayı daha çıkarılmıştır. Özel sayı editörlerimize gösterdikleri büyük çabadan dolayı çok teşekkür ederiz.

2021 yılında dergimiz 2020 yılı ICI (Index Copernicus International) Journals Master List veritabanında indekslenmiştir. Dergimizin uluslararası indekslerde taranma hedefleri önümüzdeki dönemde de kararlılıkla devam edecektir.

Dergimiz 2021 yılında editör kurulunda güncelleme yaparak editör kuruluna Birleşik Krallıktan Prof. Dr. Martin HAIGH, Prof. Dr. İbrahim SİRKECİ, Dr. Ian S. EVANS, Doç. Dr. Julian BRIGSTOCKE ile Çin Halk Cumhuriyetinden Prof. Dr. Fenzhen SU, İsviçre'den Doç. Dr. Naki AKÇAR, Çekya'dan Doç. Dr. Josef KRECEK dahil edilmiştir. Dergimizin editör kuruluna eklenen değerli akademisyenlere davetimizi kırmadıkları için sonsuz teşekkür ederiz.

Dergimizin 2021 Aralık 78 ve 79 (özel sayı) sayılarında verdikleri katkılardan dolayı mizanpaj editörlerimiz Arş. Gör Onur HALİS ve Arş. Gör Mustafa Samet ÇETİN'e çok teşekkür ederiz.

Bu sayımızda çıkan yayınlarımızı zevkle okuyacağınızı umut eder, gelecek sayıda yeni makaleler ve güzel haberlerle birlikte olmak dileğiyle...

Doç. Dr. Cihan BAYRAKDAR & Doç. Dr. Mehmet ŞEREMET  
Türk Coğrafya Dergisi Editörleri  
Aralık 2021 / İstanbul

*Dear Colleagues,*

*We are very pleased to share the TGR's 78 December issue in which nine papers featuring eight research and a single review paper have been proceeded to the publication process in this issue, seven of which are Physical Geography papers, while the remaining two are related to Human Geography subjects.*

*Given that our first special issue focused on the Covid-19 pandemic has been received great attention, again this year we are pleased to host a special issue that disseminates the slogan of "No one is safe until we're all safe" that has been edited by Associate Professor Mehmet Şeremet and Associate Professor Kübra Cihangir Çamur. This special issue will be our 79th and concurrently published after the 78th volume of TGR. I would like to thank Associate Professor Mehmet ŞEREMET and Associate Professor. Kübra CİHANGİR ÇAMUR both leads to the Covid-19 special issue's editorial team for the time and contribution they devoted to making this special issue become true.*

*Another good news we would like to disseminate is the indexing of TGR in Copernicus Journal Master Lists which included our papers in this index by starting from 2020 volumes. This has particularly reinforced our continuing aim of involving in international indexes and increasing the quality of our journal.*

*Our journal updated the editorial board in 2021 with such good academicians from the world such as Prof. Dr Martin HAIGH, Prof. Dr Ibrahim SIRKECI, Dr Ian S. EVANS, Assoc. Dr Julian BRIGSTOCKE from the UK; Prof. Dr Fenzhen SU from the People's Republic of China; Assoc. Dr Naki AKÇAR from Switzerland and Assoc. Dr Josef KRECEK from the Czech Republic joined us. We would like to thank such esteemed academicians who were kindly accepted our invitation to be part of Editorial Board members.*

Finally, we also would like to thank you PhDc Onur HALİS and PhDc Mustafa Samet ÇETİN for their invaluable help and contribution to this year's volumes in the process of copy editing and associated volumes' further proceeding to the publication.

Hoping that you will enjoy reading the studies in our final issue of Turkish Geographical Review and that the TGR continue to publish interesting papers and disseminate good news in the coming year...

Associate Professor Cihan BAYRAKDAR & Associate Professor Mehmet ŞEREMET  
The Editors of Turkish Geographical Review  
December 2021/ İstanbul







## Modernizmin üretim mekânından postmodernizmin tüketim mekânına: Ak-İş iplik fabrikası- Palladium Antakya AVM örneği

*From the production space of modernism to the consumption space of postmodernism:  
The example of Ak-İş yarn factory- Palladium Antakya shopping center*

Yücel Dinç <sup>\*a</sup>  Çetin Furkan Usun <sup>b</sup> 

<sup>a</sup> Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Hatay, Türkiye.

<sup>b</sup> Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Hatay, Türkiye.

ORCID: Y.D. 0000-0002-0492-4724; Ç.F.U. 0000-0002-5205-8752

### BİLGİ / INFO

Geliş/Received: 15.06.2021

Kabul/Accepted: 13.10.2021

#### Anahtar Kelimeler:

Mekân

Modernizm

Postmodernizm

Üretim

Tüketim

#### Keywords:

Space

Modernism

Postmodernism

Production

Consumption

#### \*Sorumlu yazar/Corresponding author:

(Y. Dinç) dyucel.13@hotmail.com

DOI: 10.17211/tcd.952714



#### Atf/Citation:

Dinç, Y., & Usun, Ç. F. (2021). Modernizmin üretim mekânından postmodernizmin tüketim mekânına: Ak-İş iplik fabrikası- Palladium Antakya AVM örneği. *Türk Coğrafya Dergisi*, (78), 7-22.  
<https://doi.org/10.17211/tcd.952714>

### ÖZ / ABSTRACT

Türkiye’de 1950’li yıllardan 1980’li yıllara kadar emek gücüne dayalı kentleşme süreçleri meydana gelmiş ve bu süreç 1980’lerden itibaren kentsel mekânda gerçekleşen neoliberal uygulamalara bağlı olarak yerini sermaye birikimine bağlı kentleşme süreçlerine bırakmıştır. Kentsel mekânlarda bu şekilde meydana gelen değişim ve dönüşümlerin en somut örneklerinden biri, kent merkezlerinde yer alan endüstriyel tesislerin değişen ekonomik şartlara bağlı olarak yerini alışveriş merkezlerine bırakmaları olmuştur. Bu çalışmanın motivasyonunu; “fabrikaya yönelik aidiyet duygularına sahip üreten bir toplumdan, alışveriş merkezinin misafirleri durumundaki tüketen bir topluma geçiş sürecinde kentsel mekân nasıl şekillenmektedir?” sorusu oluşturmaktadır. Hizmete girdiği 1950’li yıllarda Hatay’ın en büyük üretim merkezi olan Ak-İş iplik fabrikası zamanla işlevini yitirerek yıkılmış ve onun yerine bir alışveriş merkezi inşa edilmiştir. Emek gücünden sermaye birikimine doğru gerçekleşen bu dönüşümün Antakya kentsel mekânını nasıl şekillendiğini ampirik analizlerle ortaya koymak bu çalışmanın temel amacıdır. Çalışmada hem nicel hem de nitel verilerin birlikte değerlendirilmesi anlayışını benimseyen karma yöntem kullanılmıştır. Nitel veriler, Ak-İş iplik fabrikasından emekli olmuş 5 kişiyle gerçekleştirilen derinlemesine görüşmelerden elde edilmiştir. Nicel verilerin elde edilebilmesi için ise Antakya’da ikamet eden 265 katılımcıya anket uygulanmıştır. Çalışmanın nitel bulguları; emek gücü, kentsel bellek ve mekân kullanımı olmak üzere üç temaya dayanmaktadır. Nitel bulgular, bir üretim mekânı olarak fabrikanın yeni mekânların üretilmesinde önemli roller üstlendiğini göstermiştir. Nicel verilerden ve alan araştırmalarından elde edilen bilgiler ise; kentsel mekânın tüketim ve sermaye odaklı olarak önemli değişim ve dönüşümler geçirdiğini ortaya koymuştur.

*From the 1950s to the 1980s, urbanization processes based on labor power occurred in Turkey, and this process has been replaced by urbanization processes based on capital accumulation due to the neoliberal practices that have taken place in urban space since the 1980s. One of the most concrete examples of the changes and transformations that took place in urban spaces in this way is the industrial facilities located in city centers being replaced by shopping centers because of the changing economic conditions. The research question that motivates this study is: “How is the urban space shaped in the transition from a producing society with a sense of belonging to the factory to a consuming society as the guests of the shopping mall?”. Ak-İş yarn factory, which was the largest production center of Hatay in the 1950s when it was put into service, lost its function over time and was demolished and a shopping center was built in its place. The aim of this study is to reveal how this transformation from labor power to capital accumulation shaped the urban space of Antakya with empirical analysis. In the study, the mixed method, which assesses both quantitative and qualitative data, was employed. The qualitative data were obtained from in-depth interviews with five retired employees from the Ak-İş Yarn Factory. In order to collect the quantitative data, a questionnaire was administered to 265 participants residing in Antakya. The qualitative findings of the study were based on three themes, namely labor power, urban memory, and space use. Qualitative findings revealed that the factory, as a production space, played an important role in the production of new spaces. Information obtained from quantitative data and field observations, on the other hand, revealed that urban space underwent significant changes and transformations with a focus on consumption and capital.*



## Extended Abstract

### Introduction

The transition from modernism to postmodernism refers to a process that includes the transformation from the production society/space to the consumption society/space. While factory, transportation, and neglected environmental conditions were the three basic elements of the city in modernism, the most basic elements of postmodernism in cities have been consumption and entertainment venues such as shopping malls and hotels. Thus, capital assigned new functions to the space. In the 1950s, with both the direct effects of the nation-state understanding and the increasing capital, the built domain of production started to be built and urban settlements (traditional attraction centers such as Istanbul, Ankara, İzmir, Adana) developed rapidly as labor-based production areas. By the 1980s, the capital was transferred from industrial production to areas such as real estate, finance, and tourism, which are not directly productive, thus, capital had decisive effects in the production, restructuring, and transformation processes of urban spaces. In this way, shopping malls, one of the most important consumption places of postmodernism, began to replace factories, which are production spaces. There are many examples of this functional transformation, especially in metropolitan cities of our country.

One of the places where the processes of transforming the factories, which were the production places of a period, into consumption places/shopping centers after demolition or restoration, is the city of Hatay. The purpose of this study is to reveal the transformation processes of Ak-İş Yarn Factory, which was put into service in 1954 and provided significant employment to the local people as the largest production center of Hatay when it started production, from a production space to a consumption space and the socio-spatial effects of these processes in the context of modernism-postmodernism. equation.

### Data and Method

In this study, the mixed method, which assesses both quantitative and qualitative data, was employed. The quantitative data were collected by administering a scale developed by the authors to the local people who go to Palladium Shopping Center in Antakya since it reflects today's consumption society. Qualitative data, on the other hand, were collected through oral interviews with five people who retired from Ak-İş Yarn Factory. These five people were asked exploratory questions about why and how the production process took place. Considering that the Covid-19 pandemic affected the attitudes and behaviors of consumers (such as frequency of visits, shopping preferences, amount of spending) while applying the questionnaire, participants were asked to consider the periods before the pandemic to answer certain questions. Since it was not possible to administer face-to-face questionnaires due to the epidemic, the questionnaire was developed and administered electronically. Quantitative data were analyzed using IBM SPSS\_26 and MAXQDA 2020 software. Tables and graphs based on the answers provided were formed and interpreted.

### Results and Discussion

The issue of how to organize the urban space has been and continues to be one of the ongoing debates for years. The ur-

banization processes based on the labor force that started in the 1950s in Turkey and the capital and consumption-based urbanization processes that emerged as a result of the neoliberal practices that took place in the 1980s brought along important transformations in urban spaces. The effort to reveal the effects of these changes and transformations on the city of Antakya formed the main motivation behind this study.

The qualitative findings of the study were based on three themes: labor power, urban memory, and space use. The interviews conducted with five retired employees of the Akış Yarn Factory revealed that the participants experienced labor-based urbanization processes and that the factory has an important place in their memories as a production space. The information obtained from the in-depth interviews showed that the factory, as a production space, had significant effects on the production of new spaces (such as the establishment and development of Akevler Neighborhood, squatting).

The findings obtained from the observations on the field and the quantitative data put that the urban space underwent significant changes and transformations due to consumption and capital. First of all, with the demolition of the ruined factory and the construction of a shopping center in its place, the run-down, unhealthy and unsafe environment disappeared. As a matter of fact, one of the survey questions was "What is the most important problem around the Palladium Shopping Center?" The fact that only 1.5% of the participants gave 'security' as an answer to the question supports this.

With the opening of the shopping center, one of the most striking changes in the city center was the transition from street retailing to shopping center retailing. Atatürk Boulevard, which was the most important and busiest boulevard of the city before the shopping center was put into service, lost its former importance, some businesses were completely closed, while others moved to the shopping center. Indeed, the participants were asked the question "Where do you usually do your shopping?" The fact that only 1.9% of the participants gave 'Atatürk Boulevard' as an answer clearly shows that the boulevard has lost its importance.

Unlike many shopping centers, Palladium was founded next to the historical urban fabric of Antakya. Although the fact that the shopping center is in the city center was welcomed by the respondents, it was stated that it did not match with the city of Antakya in terms of its architectural structure and historical texture. In addition, "What are the first three words that come to your mind when you think of the Palladium Shopping Center?" The most frequently repeated words among the answers given to the question were shopping, dining, movies, crowds, and money. Undoubtedly, these words reflect the characteristics of many shopping centers with a postmodern consumption culture, but the participants also emphasized spatial elements such as the Asi River, bridgehead, and bazaar that can bring Palladium Antakya more to the fore.

### 1. Giriş

Modernizm; çağdaşlık, geleneksel yerine yeni olanı kabul etme, kalıplaşmış davranışları yıkma, koşullardaki sürekli değişimler, katı kuralların yok edilmesi gibi birbirinden farklı ifadelerle an-

latılan bir kavramdır (Berman, 1988; Kaypak, 2013; TDK, 2021). Tarıma dayalı toplumsal bir yapıdan sanayiye dayalı toplumsal bir yapıya geçiş, modernizmin en önemli özelliklerinden biri olarak kabul edilmektedir (Bayhan, 2006). Modernleşme ise, genellikle az gelişmiş ülkelerin sanayileşmiş ülke modeline uyum sağlayabilmeleri anlamına gelmektedir (Kongar, 2003). Özellikle üretimle ilişkili gelişmelere ayak uydurulabilmesi, yüzyıllardır süregelen geleneksel kalıpların yerine sanayileşme süreçlerini ortaya koyabilecek modernizme dayalı değişimlerin benimsenmesi yoluyla mümkün olmaktadır (Er, 2014).

Kent içerisinde sosyal ve gündelik hayatta meydana gelen gelişmeler kentsel yapıların sabit kalmasını engellemekte ve kentsel yapı zamanın koşullarına göre değişime uğrayabilmektedir. Böylece söz konusu yapılar değişim, dönüşüm ve yenilenme süreciyle karşı karşıya kalmaktadır (Çeker & Belge, 2015). Sanayi devrimiyle birlikte sermayenin ve üretimin merkezleri hâline gelen kent merkezlerinde, endüstri alanlarının işlevlerini yitirmesi ya da desantralizasyon ile kent dışına taşınması ile kullanım dışı alanlara dönüşen büyük boş alan ve yapıların geleceği her geçen gün daha fazla tartışılmaya başlamıştır (Karadağ & İncedere, 2020). Yaşanan bu gelişmeler kent merkezlerinde yeni planlamaları gerekli hale getirmiş ve bu durum üretim mekânlarına da yansımıştır (Koçan, 2011; Yaprak, 2019). Eski endüstri alanları zaman içerisinde işlevlerini kaybederek sosyo-ekonomik ve çevresel açıdan kent yaşamını olumsuz etkileyecek mekânlara dönüşmektedir. Bu alanlar, literatürde “*terk edilmiş endüstri bölgesi (brownfield)*” olarak adlandırılmaktadır (Alker vd., 2000; Karadağ & İncedere, 2017).

1980’li yıllarda yaşamın birçok alanında gerçekleşen neoliberal uygulamalardan mekânın kendisi de etkilenmiş ve kentler sermayenin hizmetine sunulan birer meta haline dönüşmeye başlamışlardır (Turut & Özgür, 2018). Böylece 1980’lere kadar üretime öncelik veren sermaye artık yürügesini tüketim ve

hizmetler sektörüne kaydırmış, bu dikkate değer değişim ile birlikte kent literatüründe “*postmodernizm*” kavramından bahsedilmeye başlanmıştır (Dear, 1986; Harvey, 1990; Dear & Flusty, 1998; Ellin, 1999; Arvidson, 1999; Dear, 2000; Gottdiener, 2005; Harvey, 2010, Harvey, 2015; Soja, 2015).

Modernizmden postmodernizme geçiş, üretim toplumundan/mekânından tüketim toplumuna/mekânına dönüşümü içeren bir süreci ifade etmektedir (Kando, 1996; Azizağaoğlu & Altunışık, 2012; Erdoğan, 2013; Hatipler, 2017). Postmodernizm ile birlikte “*modernizmin gelişme eşittir üretim ve sanayileşme*” anlayışı değişmeye başlamıştır (Kaygalak & Işık, 2007). Emekli, (2018) bu değişimi günümüz kentlerini tanımlayan temel öğelerin sundukları hizmet, organizasyon, iletişim, haberleşme gibi olanaklar olmasından dolayı kentlerin üretim merkezi olma işlevlerinden ayrılarak, sanayinin/üretimin kenti tanımlayan temel öge olma özelliğini kaybetmesiyle açıklar (Emekli, 2018). Modernizmde fabrika, ulaşım ve bakımsız çevre şartları kentin üç temel unsuru olurken, postmodernizmde kentler üzerindeki en temel öğeleri ise alışveriş merkezi ve otel gibi tüketim ve eğlence mekânları olmuştur. Böylece sermaye mekâna yeni işlevler yüklemiştir (Eraydın, 1992; Gürsel, 2015).

Türkiye’de, fabrikaların yıkılarak veya restore edilerek alışveriş merkezlerine dönüştürülmesi süreçlerine verilebilecek en iyi örnekler İstanbul’da bulunur.<sup>1</sup> İstanbul’da Profilo, Philips, Eczacıbaşı, Edip İplik, Altınyıldız, Roche, Ford, Hasel ve Evyap birer alışveriş merkezine dönüştürülen fabrikalardan bazılarıdır. Diğer yandan, Ankara’nın en önemli alışveriş merkezlerinden Ankamall, Denizli’nin Sümerbank, Kayseri’nin Meysu Outlet, Çanakkale’nin 17 Burda, Adana’nın Esas 01 Burda ve Malatya’nın Doğa Caddesi Mall alışveriş merkezleri ülke genelindeki üretim mekânından tüketim mekânına dönüştürülen işletmelere (yapılara) örnek oluşturmaktadır (Tablo 1).

**Tablo 1.** Seçilmiş örnekler ile Türkiye’de AVM’ye dönüşen fabrikalar.  
**Table 1.** Factories turning into malls with selected samples in Turkey.

Bulunduğu İl	Fabrika	AVM	AVM’nin açılış yılı
İstanbul	Profilo	Profilo	1997
Ankara	Et Balık Kurumu	AnkaMall	1999
İstanbul	Philips Televizyon	Metrocity	2003
İstanbul	Eczacıbaşı İlaç	Kanyon	2006
İstanbul	Edip İplik	212	2009
İstanbul	Altınyıldız	Starcity	2010
Denizli	Sümerbank	Sümerpark	2011
Kayseri	Meysu	Meysu Outlet	2011
<b>Hatay</b>	<b>Ak-İş</b>	<b>Palladium</b>	<b>2013</b>
İstanbul	Roche İlaç	Özdilek Park	2014
İstanbul	Ford	Akasya	2014
Çanakkale	Tekel Konyak	17 Burda	2015
Hatay	Meyankökü	Park Forbes	2016
İstanbul	Hasel	Axis	2016
İstanbul	Evyap	Vadistambul	2017
Isparta	Yün ve İplik	Şehir	2018
Adana	Tekel Sigara	Esas 01 Burda	2019

<sup>1</sup> İstanbul’un söz konusu önemini ortaya koyan bir çalışma, Ayık tarafından 2018 yılında “*Ekonomi Politikalarının bir yansıması olarak sanayisizleşme ve mekânsal değişim: İstanbul örneği*” başlığıyla ele alınmıştır.

Bir dönemin üretim mekânları olan fabrikaların yıkılması veya restore edilmesi sonrasında tüketim mekânlarına/alışveriş merkezlerine dönüştürülmesi süreçlerinin yaşandığı illerden biri de Hatay'dır. Nitekim önemli bir liman kenti olan İskenderun'da tarihi meyanökü fabrikası yıkılarak bu fabrikanın yerinde 2016 yılında Park Forbes AVM hizmet vermeye başlamıştır. Diğer yandan, il merkezini oluşturan Antakya'da, uzun yıllar hizmet veren Ak-İş iplik fabrikası 2007 yılında yıkılarak bu fabrikanın yerinde Palladium AVM inşa edilmiştir (Şekil 1). Bu çalışmanın motivasyonunu; "fabrikaya yönelik aidiyet duygularına sahip üreten bir toplumdaki tüketim bir topluma geçiş sürecinde kentsel mekân nasıl şekillenmektedir?" sorusu oluşturmaktadır. Hizmete girdiği 1950'li yıllarda Hatay'ın en büyük üretim merkezi olan Ak-İş iplik fabrikası zamanla işlevini yitirerek yıkılmış ve onun yerine bir alışveriş merkezi inşa edilmiştir. Emek gücünden sermaye birikimine doğru gerçekleşen bu dönüşümün Antakya kentsel mekanını nasıl şekillendiğini ampirik analizlerle ortaya koymak bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

## 2. Materyal ve Metot

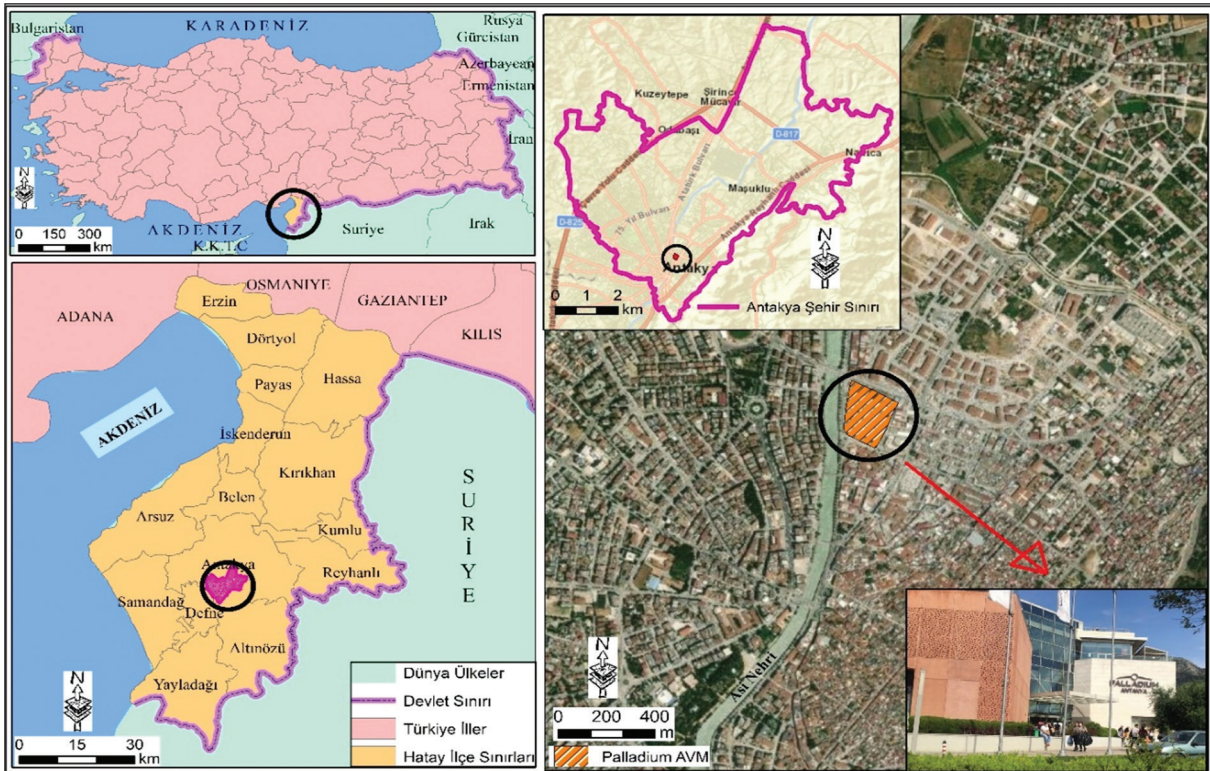
Modernizmden postmodernizme geçiş süreçlerini üretim, üretimin durması, köhneleşme ve mekânın işlevsel dönüşümü olmak üzere geçmişten günümüze aşamalı olarak ortaya koyan bu çalışmada öncelikle modern/modernizm ve postmodern/postmodernizm kavramlarını ve bu kavramların mekân ile ilişkilerini konu alan çalışmalara yönelik literatür taraması yapılmıştır. Literatürden elde edilen bilgiler doküman analizine tabi tutulmuştur. Çalışmada, bugünkü Palladium AVM'nin yerinde bir dönem iplik fabrikası olarak hizmet veren Ak-İş fabrikasının üretim mekânı olarak önemini ve fabrikanın mekân kullanımına etkilerini ortaya koyabilmek için Harita Genel Müdürlüğü'nden Antakya'nın geçmiş yıllara ait ortofoto görüntüleri temin edilmiş ve ayrıca resmî gazete arşivlerinden yararlanılmıştır.

Bu çalışmada hem nicel hem de nitel verilerin birlikte değerlendirilmesi anlayışını benimseyen karma yöntem kullanılmıştır. Nicel veriler yazarlar tarafından belirlenen bir ölçek vasıtasıyla günümüz tüketim toplumunu yansıtmaları bakımından Antakya'daki Palladium AVM'ye giden yerel halktan toplam 265 kişiye uygulanarak toplanmıştır. Nitel veriler ise üretim sürecinin neden ve nasıl gerçekleştiğine yönelik keşfedici sorularla Ak-İş iplik fabrikasından emekli olmuş 5 kişiyle gerçekleştirilen derinlemesine görüşmelerden elde edilmiştir. Fabrikanın aktif olduğu dönemlerdeki kentsel mekân ve üretim süreçleri; tarihi hava fotoğrafları, resmi gazeteler ve belgeler yardımıyla açıklanmıştır. Anket ve mülakat formları, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Rektörlüğü Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu tarafından incelenmiş ve ilgili kurulun 03.05.2021 tarih ve 07/12 sayılı kararınca formların uygulanması uygun görülmüştür. Anket formu uygulanırken COVID-19 salgınının tüketicilerin tutum ve davranışlarını (ziyaret sıklığı, alışveriş tercihi, harcama miktarı gibi) etkilemiş olduğu düşüncesinden hareketle bazı sorularda ankete katılanlardan salgından önceki dönemleri dikkate almaları istenmiştir. Salgın nedeniyle anketlerin yüz yüze gerçekleştirilmesi mümkün olmadığı için, anketler elektronik ortamda hazırlanmış ve uygulanmıştır. Veriler IBM SPSS\_26 ve MAXQDA 2020 yazılımları kullanılarak analiz edilmiştir. Sorulara verilen yanıtlara yönelik olarak tablo ve grafikler hazırlanmış ve yorumlanmıştır. Çalışmadaki haritaların çiziminde ArcMap 10.3 paket programı kullanılmıştır.

## 3. Bulgular

### 3.1. Modernizmin Üretim Mekânı: Ak-İş İplik Fabrikası

Kent mekânının üretim, yeniden üretim ve dönüşümünde sermaye birikim süreçleri önemli bir rol oynamaktadır. Kapitalizmin gelişim sürecinde, mekânın kendisi metalaşmış ve sermaye biri-



Şekil 1. Lokasyon haritası.

Figure 1. Location map.



kim süreçleri açısından yaşamsal bir önem kazanmıştır (Şengül, 2009). Türkiye için 1920'lerden 1980'lerin sonlarına kadar uzanan dönem dış dünya ile olan ilişkiler ve değişik sosyal grupların yönetimdeki etkileriyle şekillenen ekonomik politika seçmeleri ile tanımlanan dönemlere ayrılmaktadır (Eraydın, 1988). Cumhuriyetin ilan edilmesinden 1950'lere kadar olan dönem, tarımsal üretimin ağırlıklı olduğu ve genellikle farklı politikalara dayalı olarak sanayi oluşturma dönemi olarak karakterize edilmektedir. "Ulus-devletin kentleşmesi" olarak adlandırılan bu dönemde kentler, tarımsal birikimin üretken sektörler, diğer bir deyişle sanayiye aktarıldığı bir sermaye birikiminin dönüşüm alanı olarak ortaya çıkmıştır. "Emek gücünün kentleşmesi" olarak tabir edilen 1950-1980 devresinde ise, daha önceki dönemlerden farklı olarak sermaye birikiminin artık oluşmuş olduğu ve kentlerin sermaye birikimi açısından yeni işlevler kazandığı dikkati çekmektedir (Tümertekin, 1973; Eraydın, 1988; Eraydın, 1992; Işık, 2005; Şengül, 2009; Keleş, 2015; Uğur & Aliağaoğlu, 2018). Belirtilen dönemde ülkemizde kırdan kente gerçekleşen göçlerin hız kazanması kentsel mekânların da hızlı bir şekilde dönüşmesini beraberinde getirmiştir (Belge, 2018).

Sermayenin kentleşmesi olarak adlandırılan sürecin başladığı 1980'li yıllardan itibaren, sermaye endüstriyel üretimden

doğrudan üretkenliği olmayan gayrimenkul, finans ve turizm gibi alanlara aktarılmış, böylece sermaye, kentsel mekânların üretilmesi, yeniden yapılanması ve dönüştürülmesi süreçlerinde belirleyici etkilere sahip olmuştur (Eraydın, 1988; Şengül, 2009; Aysin & Turhanoglu, 2014). Böylece postmodernizmin en önemli tüketim mekânlarından olan alışveriş merkezleri (AVM), birer üretim mekânı olan fabrikaların yerini almaya başlamıştır. Ülkemizin özellikle büyükşehirlerinde bu işlevsel dönüşümün çok sayıda örneği bulunmaktadır.

Hatay ili genelinde 1950'li yıllara kadar tarımın diğer sektörler egemen bir yapısı bulunmaktaydı. Bu tarihten sonra enerji sorununun çözülmesine bağlı olarak ildeki sanayi faaliyetleri gelişme sürecine girmiştir. İlk olarak yörede üretilen pamuğun yeni kurulan dokuma fabrikalarında işlenmesi söz konusu olmuştur (Çalışkan, 2002). Böylece Hatay, 1950'lerde bir pamuk bölgesi haline gelmeye başlamıştır. Toprak verimliliği bakımından Amik Ovası'nda yetişen pamuğun Adana'da dahi yetiştirilmediği belirtilmiştir. Burada, dönüme 150-200 kg'a kadar pamuk alınırken, Adana'da 30-40 kg alındığı bilinmektedir.<sup>2</sup> Hatay'ın ve dolayısıyla Amik Ovası'nın pamuk üretimi bakımından taşımış olduğu önemin anlaşılması üzerine, Hatay'da bu pamuğu işleyecek bir endüstri tesisini kurma arayışları içerisine girilmiştir (Fotoğraf 1).



Fotoğraf 1. Ak-İş İplik Fabrikasından Görünümler<sup>3</sup>.

Photo 1. Images from Ak-İş yarn factory.

<sup>2</sup> TBMM Zabıt Ceridesi, B:54, 27.2.1949, O:2, s. 875.

<sup>3</sup> [https://www.instagram.com/p/CK7M1R2HMLp/?utm\\_medium=copy\\_link](https://www.instagram.com/p/CK7M1R2HMLp/?utm_medium=copy_link), Erişim Tarihi, 10.06.2021.

Bir tekstil fabrikası olarak 12 milyon sermaye ile 1954 yılında kurulmuş olan Ak-İş iplik fabrikası, yaklaşık 800 işçiye istihdam sağlamıştır<sup>4</sup>. Fabrikanın kurucusu olan Nuri Has'ın oğlu Kadir Has, 1950'li yılların başında Türkiye'de sanayileşme hamlesinin başladığını belirtmiş ve Ak-İş fabrikasının kuruluş sürecini de şu şekilde anlatmıştır: *"Babam yeni yatırımları için çevre ve piyasa etüdüne girişmişti. O yıllarda Antakya yöresinde işçi ücretleri çok düşüktü. Ayrıca o yörede yetiştirilen pamuk elyafı ise, Adana pamuğundan daha kaliteli idi. Babam bu avantajları göz önüne alarak, Antakya'da Ak-İş iplik fabrikasını kurmaya karar verdi"*.<sup>5</sup>

Hatay'da bir iplik fabrikasının kurulmasında etkili olan söz konusu faktörlerin yanı sıra ulus-devlet anlayışının da etkileri olmuştur. Şengül, (2009)'ün belirttiği gibi ulusal düzeyde ulus-devlet oluşturulmasının en önemli mekânsal öğelerinden biri anavatan düşüncesidir (Şengül, 2009). Hatay'ın 23 Temmuz 1939 tarihinde anavatan katılmasından önceki dönemlerde önemli bir sanayi yatırımı söz konusu olmamış, 1927 yılına ait sanayi ve işyerleri sayımında da Hatay ile ilgili kayıtlar tutulmamıştır (Doğanay & Çavuş, 2011). Hatay'ın ulusal sınırlarımız içerisinde yer aldığı 1939 yılı ve sonrasında sanayi yatırımları kendisini göstermeye başlamıştır. Hatay'ın il merkezi durumundaki Antakya'da Ak-İş adında bir iplik fabrikasının kurulması düşüncesinde ulus-devlet anlayışının önemli bir rol oynadığı, fabrikanın kurucularından Nuri Has'ın, dönemin cumhurbaşkanı olan Celal Bayar ile sohbeti sırasında kullandığı ifadelerden de anlaşılmaktadır. Bayar'ın, fabrikanın kuruluş sebebini sorması üzerine Nuri Has: *"Muhterem Reiscumhurum. Bu topraklar bizim olmasa gelip para saçar mıyım? Artık bu toprakların bize ait olduğunu yaptığım yatırımla Suriyelilere göstermek istiyorum. Burada yaşayan vatandaşlarımız da, benim yatırımdan sonra iyice inandılar ki; artık burası Türk toprağı. Burada Türklerin fabrikaları dahi var"*.<sup>6</sup>

Antakya'da üretim süreçlerinin mekân üzerindeki etkilerini ortaya koyabilmek için öncelikle sermaye birikiminin yapılı çevreyi nasıl şekillendirdiğini anlamak gerekir. Lefebvre, (1976)'e göre; sermaye birikimi, endüstriyel üretim süreçlerinde *"mekânı işgal ederek ve mekânı üreterek"* kendisini somut bir şekilde göstermiş ve bu sayede mekân üzerinde önemli değişim ve dönüşümler meydana gelmeye başlamıştır (Lefebvre, 1976). Lefebvre, üretim süreçlerinin mekânda üretilen metallerden (ürünlerden) mekânın kendisinin de meta olarak üretildiği bir aşamaya geçtiğini vurgulamıştır. Üretim kavramı, doğrudan sanayi ürünlerinin üretimini yanı sıra yapılı çevrenin de üretilmesi süreçlerini kapsamıştır (Lefebvre, 2003; Lefebvre, 2015). Böylece kentlerin teşekkülü ve zamanla geçirdikleri yapısal değişimler, üretim süreçlerindeki değişimlere bağlı olarak meydana gelmiştir (Laçiner, 1996).

Antakya'da 1954 yılında Ak-İş iplik fabrikasının kurulmasıyla birlikte mekân kullanımında dikkate değer değişimler meydana gelmiştir. Fabrikanın kurulduğu yıllarda, Antakya Atatürk stadyumunun<sup>7</sup> 200 m güneybatısında *"Akevler"* adında işçi konutlarının inşa edilmesiyle mekânın şekillenmeye başladığı

anlaşılmaktadır. Bu işçi konutları, Antakya'nın 1964 yılına ait hava fotoğrafında görünmektedir (Fotoğraf 2). Çevresi geniş tarımsal arazilerden oluşan konutların yapılmasından sonraki süreçte nüfusun hızla artmasına bağlı olarak Akevler, Antakya'nın bugünkü merkez mahallelerinden biri olarak gelişme göstermiştir. Ak-İş iplik fabrikası, 2007 yılında yıkılarak tarih sahnesinden silinmiş olsa da Akevler Mahallesi bir yerleşme adı olarak varlığını günümüzde de sürdürmektedir. Böylece Akevler adı, bir dönemin üretim toplumu ve anlayışını yansıtan bir bellek olarak kalmış, ürünlerin kent mekânında üretilmesi süreçleri yerini mekânın üretilmesine bırakmıştır.

Tarım ve tarıma dayalı sanayi faaliyetlerindeki gelişmelere bağlı olarak 1950'li yılların ortalarında, Hatay'ın Yayladağı ve Altınözü ilçelerinden Antakya kentine yoğun bir göç olayı yaşanmıştır (Çetin, 2012). Şüphesiz bu göçler üzerinde 1954 yılında kurulmuş olan ve önemli bir istihdam sağlayan Ak-İş iplik fabrikası da etkili olmuştur. Nitekim göçlerin, fabrikanın kurulmasından birkaç yıl sonra gerçekleşmeye başlaması, bu durumu destekler niteliktedir. Antakya şehrine yönelik gerçekleşen göçler, bugünkü gecekondu mahallelerinin kurulup gelişmesine neden olmuştur (Fotoğraf 2). Bağrıyanık, Aydınlikevler, Şirince, Karaali Bölüğü, Hacı Ömer Alpagot mahalle muhtarlarıyla gerçekleştirilen görüşmelerde fabrikanın şehre yönelik göçleri etkileyen en önemli faktörlerden biri olduğu belirtilmiştir.

Antakya'da gecekondulaşmanın, Ak-İş fabrikasının kuruluşunu takip eden yıllarda meydana gelmesi ve gecekondularda yaşayan nüfusun zamanla artması yeterli sayıda ve ucuz işgücü teminini kolaylaştırmıştır. Nitekim önceden de belirtildiği gibi ucuz işgücü fabrikanın kuruluş yeri seçiminde de etkili olmuştur. Fabrikanın kurulmasından sonra gecekondu alanlarında nüfusun hızla artması neticesinde Antakya Belediyesi sınırları içerisinde dâhil edilen gecekondu mahallelerinin sayıları artmıştır<sup>8</sup>. Günümüzde Habib-i Neccar Dağı eteklerinde ve kente hâkim bir konumda yer alan bu gecekondu mahalleleri, *"emek gücünün kentleşmesi"* süreçlerinin (1950-1980) adeta birer kanıtı durumundadır.

### 3.2. Kentsel Çöküntü Alanı: Ak-İş Fabrikasının İşlevini Yitirmesi ve Yıkılması

Ak-İş iplik fabrikası kurulduktan sonra yaklaşık 15 yıl faaliyet göstermiş, 1968 yılında ekonomik problemlerden dolayı üretim durmuştur. Birkaç yıl sonra yeniden açılan fabrika 1979 yılında bir daha açılmamak üzere tamamen kapanmıştır. Antakya halkı için önemli bir kazanç kaynağı olan fabrikanın üretimini durdurması, fabrikada çalışanların işsiz kalmalarına neden olmuştur. Fabrika, üretimin durmasının ardından yaklaşık 30 yıl işlevsiz (atıl, harabe) durumda kalmıştır. Literatürde *"brownfield"* olarak adlandırılan yapıların bir örneğini teşkil eden fabrika sahası, kentin merkezinde sağlıksız ve güvenliği olmayan bir kentsel çöküntü alanı olarak kalmıştır. Bu alan, Antakya'nın 1995 yılına ait 1:25.000 ölçekli topoğrafya haritasında (P36-d2), *"Çırçır Fabrikası (Çalışmıyor)"* şeklinde gösterilmiştir (Harita Genel Müdürlüğü, 1995).

<sup>4</sup> Cumhuriyet Gazetesi, 19.10.1968.

<sup>5</sup> Sabah Gazetesi, 21.03.2002.

<sup>6</sup> Sabah Gazetesi, 21.03.2002.

<sup>7</sup> Tarihi Antakya Atatürk Stadyumu, Ekim 2021 itibarıyla yıkılmış olup onun yerine Millet Bahçesi'nin yapılması planlanmaktadır.

<sup>8</sup> Cumhurbaşkanlığı Cumhuriyet Arşivleri Başkanlığı, Fon Kodu: 30-11-1-0, Yer:297-9-15, Tarih: 28.03.1963. *"Bağrıyanık Mahallesinin Antakya Belediyesi Sınırları İçerisine Alınması"*.





**Fotoğraf 2.** Antakya'nın 1964 Yılı Ortofoto Görüntüsü (Kaynak: HGM).  
**Photo 2.** Orthophoto view of Antakya in 1964 (Source: HGM).

Fabrika emeklilerinden ve diğer yerel halktan elde edilen bilgilere göre, fabrikanın işlevini yitirmesi ve harabe haline dönüşmesiyle birlikte fabrika çevresinde özellikle akşam saatlerinde sık sık çeşitli suçların işlenmeye başladığı ve fabrikanın madde bağımlılarının uğrak yeri olduğu belirtilmiştir. Uzun yıllar kentsel çöküntü alanı olarak kalan fabrikanın çevresinde oldukça güvensiz bir ortamın oluşması, fabrikanın konumuyla da yakından ilişkili olduğu anlaşılmaktadır. Nitekim fabrikanın, gündüz oldukça hareketli olan ve gece tamamen sessizliğe bürünen Antakya merkezi iş alanının (Tarihi Antakya Çarşısı) bitişiğinde yer alması bu durumu destekler niteliktedir. İkametgâh sahalarından farklı olarak fabrika çevresinde daha çok ticari işletmelerin yoğun olması, özellikle akşam saatlerinde bir sessizliğe neden olarak suç oranlarının daha da artmasına ortam hazırlamıştır.

Ak-İş iplik fabrikası uzun yıllar ayakta kaldıktan sonra, 2007 yılında yıkılmış, fabrika sahası bir süre boş bir arazi olarak kalmış ve daha sonra bu arazi üzerinde bugünkü Palladium alışveriş merkezi inşa edilmiştir. Sağlıksız ve güvensiz bir ortama sahip olan fabrikanın yerinde 2013 yılından itibaren Palladium alışveriş merkezinin hizmet vermeye başlaması güvenlik kaygılarının azalmasını sağlamıştır. Nitekim Antakya çarşısına oldukça yakın bir konumda yer almasına rağmen, Palladium alışveriş merkezinin akşam saat 22:00'e kadar açık olması, güvenlik personelleri ve kameralarla 24 saat korunması ve AVM çevresinin yeterli düzeyde aydınlatılması güvenliği arttıran başlıca faktörler olmuştur.

### 3.3. Postmodernizmin Tüketim Mekânı: Palladium AVM

Ortaya çıkışından itibaren taşıdığı anlam sürekli tartışılan

postmodernizm, özünde modernizme tepki olarak doğmuş bir paradigmadır. Postmodern mekân ve kentler ise, postmodernizmin pratikteki yansımasının ilk görüldüğü somut örneklerdendir. Kentsel mekân, modernizmde olduğu gibi, postmodernizmin etkilerinin görüldüğü odak noktalardan birini oluşturur. Bu açıdan tüketim kültürünü ön planda tutması nedeniyle postmodernizmle birlikte mekânın tüketim odaklı şekillenmeye başladığını söylemek mümkündür. Böylece literatürde, postmodernizm denkleminde mekan-tüketim kültürü ilişkilerini ortaya koyan ve coğrafyada yeni gelişen bir disiplin olan "tüketim coğrafyaları" başlıklı çalışmaların sayısı artış göstermiştir (Goss, 2004; Goss, 2006; Logemann, 2009; Mansvelt, 2010; Agarwal vd., 2017).

Postmodernizmin belirleyici aktörlerinden olan tüketim kültürü, postmodern kentin merkezietini oluşturmaktadır. İçinde bulunduğumuz tüketim kültürünün kentlere olan etkileri postmodern mekânlarda açık bir şekilde gözlemlenebilmektedir. Zira postmodern kent, haz tüketimine dayalı kent formudur (Mullins, 1991). Postmodernizmin merkezine oturan tüketim endüstrisi, toplumun her bir düzeyi için ayrı önerilerde bulunurken, insanların çalışma dışındaki boş zamanını nasıl geçirmeleri gerektiğine dair yeni alternatifler de sunmaktadır. Dinlenebilmenin çeşitli alternatifleri içerisinde tüketim dayalı aktiviteler ön plana çıkmakta, işten arta kalan zamanların artı değer oluşturması için bireyler tüketim yönlenmektedir (Batu & Tos, 2017). Böylece kentler, endüstrilerden arındırılıp birer tüketim merkezi hâline dönüşmüştür (Featherstone, 2013).

Özgün bir kültürün uzantısı olan postmodern yaşam tarzı mekân tasarımına da yansımıştır (Veril, 2006). Bu yansımanın somut örneklerinden birini de alışveriş merkezleri oluşturur.



Gerçekten de alışveriş merkezleri postmodern toplum anlayışını simgeler (Korkusuz, 2020). Gottdiener, (2005) alışveriş merkezlerinin tüketim mallarının satıldığı mekânlar olduğunu ifade ederek, bu mekânların temel amaçlarının tüketim faaliyetlerini kolaylaştıran bir imaj sunmak olması nedeniyle birer postmodern gösterge olarak nitelendirilmeleri gerektiğini belirtir (Gottdiener, 2005). Bununla birlikte büyük nüfus kitlelerini ikame edebilecek tüketim mekânları olan alışveriş merkezleri postmodern mekânın kent dokusunu şekillendirmektedir (Kaygalak & Işık, 2007).

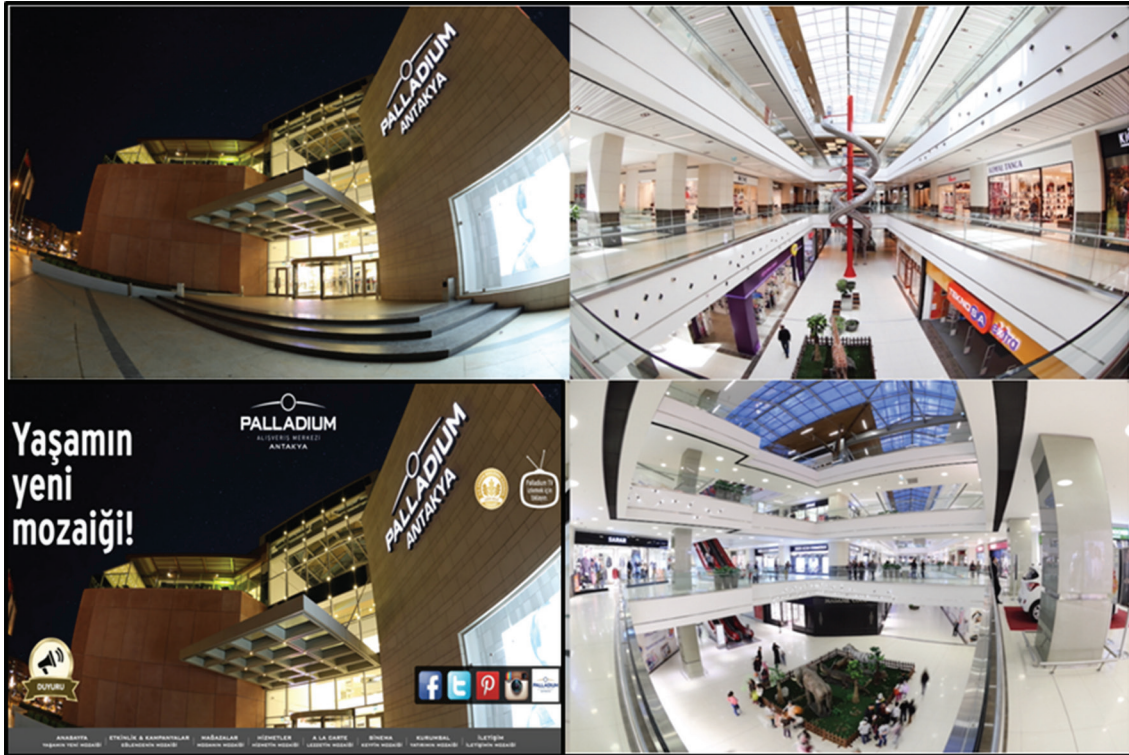
Dünya'daki ilk örneklerinin 1950'li yıllarda Birleşik Devletler'de (Mall of America, Disneyworld gibi) görülmeye başladığı alışveriş merkezleri, Türkiye'de 1980'li yılların ikinci yarısından itibaren açılmaya başlamıştır. Bu durumun ortaya çıkmasında, Türkiye ekonomisinin 1980 sonrasında geçirdiği yapısal değişim önemli bir rol oynamıştır. 24 Ocak 1980 kararları ile dışa açık ekonomi politikalarına önem veren Türkiye'de, 1980 sonrası dönemde benimsenen neoliberal politikalar sonucunda sermaye, mekânı şekillendirmeye başlamıştır. Bu durumun somut örnekleri arasında söz konusu dönemde inşa edilmeye başlanan tematik oteller, güvenli/lüks siteler içerisindeki yüksek katlı konutlar, rezidanslar, ulus ötesi şirketlerin Türkiye mağazaları, tematik parklar ve alışveriş merkezleri gösterilebilir (Bati, 2007).

Türkiye kentlerinde yer alan alışveriş merkezleri kent mekânlarını etkileyen/dönüştüren unsurların başında gelmektedir (Erkip, 2003). Türkiye'de inşa edilen ilk alışveriş merkezi 1988 yılında faaliyete giren İstanbul-Ataköy'deki "Galleria" olmuştur. İstanbul'un ardından ilk olarak büyük kentlerde hizmete giren alışveriş merkezleri, 1990'lı yılların ikinci yarısından itibaren Anadolu'nun diğer kentlerinde de açılmaya başlamıştır (Timor, 2001). Alışveriş merkezlerinin Türkiye'deki serüveni

sadece metropol kentler ile sınırlı kalmamıştır. Daha küçük kentler ve hatta kent statüsü taşımayan yerleşim birimleri bile alışveriş merkezleri ve beraberinde getirdiği tüketim kültürü ile tanışmıştır (Vural-Arslan, 2009). Bu kültür ile tanışıklık çok eskiye dayanmasa da Türk halkının alışveriş merkezlerini hevesle ve düzenli olarak kullanmaya hızla adapte olduğunu söylemek mümkündür (Erkip, 2003). Bu durumun somut örneklerini özellikle Anadolu'da alışveriş merkezi deneyimini ilk kez yaşayan kentlerde görmek mümkündür. Alan araştırmasının gerçekleştirildiği Antakya da söz konusu kentlerden biridir.

Hatay, tüketim kültürünün en önemli göstergelerinden biri olan alışveriş merkezleriyle 2010 yılında tanışmıştır. 2010 yılında İskenderun'da açılan Primemall alışveriş merkezi, Hatay'ın ilk alışveriş merkezi olarak hizmet vermeye başlamıştır. Göreceli olarak Türkiye ölçeğinde Hatay'ın alışveriş merkezleri ile tanışması geç gerçekleşirken izleyen altı yılda üç tane daha alışveriş merkezi faaliyete geçmiştir. Bugün il genelindeki toplam dört adet alışveriş merkezinin ikisi Antakya'da (Primemall Antakya, Palladium Antakya), diğer ikisi ise İskenderun'da (Primemall İskenderun, Park Forbes) yer alır. Bu araştırmaya konu olan Palladium Antakya AVM, 09.10.2013 tarihinde hizmete girmiştir. Palladium Antakya 95 mağaza 19 yeme-içme tesisi ve 12 sinema salonu ile hizmet vermektedir.<sup>9</sup> (Fotoğraf 3).

Alışveriş merkezlerinin kuruluş yerleri seçilirken genellikle kentlerin kenar kesimleri ve gelişmiş otoyollara yakınlık tercih edilmektedir. Nitekim Antakya'da kurulan ilk alışveriş merkezi özelliğine sahip Primemall, Asi Nehri'nin batı yakasında, kentin yeni gelişim sahasında ve çevreyolu kenarında inşa edilmiştir. Yeni Otogar, TOKİ ve Adalet Sarayı gibi yapıların da yer aldığı bu saha aynı zamanda "Yeni Antakya" olarak adlandırılmaktadır. Palladium AVM ise, Primall AVM'den ve diğer birçok alışveriş merkezinden farklı olarak Antakya'nın tarihi kent dokusunun



Fotoğraf 3. Palladium Antakya AVM9.

Photo 3. Palladium Antakya Mall9.

<sup>9</sup> <https://www.palladiumantakya.com.tr> (Erişim tarihi 22.02.2021)

(Eski Antakya) bitişğinde kurulmuştur. Şüphesiz üretim mekânından tüketim mekânına gerçekleşen dönüşümünün tarihi kent dokusu içerisinde meydana gelmiş olması, kent dokusunun korunmasına yönelik hassasiyet gösterilmesini gerekli hale getirmiştir. Nitekim Palladium Antakya'nın web adresinde de alışveriş merkezi hakkında bilgi verilirken Antakya ile özdeşleşen "mozaik" kavramına ayrı bir vurgu yapılmıştır (Fotoğraf 3).

Eski Antakya'da yer alan geleneksel konutların belirgin özelliklerinin başında yörede bulunan taşlardan inşa edilmiş olmaları ve avlulara sahip olmaları gelmektedir. Baudrillard'ın perspektifinden değerlendirildiğinde alışveriş merkezlerinin kentlerin simülasyonu olarak inşa edildiği ve kent merkezlerine ait olan birçok özelliğin alışveriş merkezlerinin mimari özelliklerinde de kullanıldığı görülür (Şan vd., 2017). Bu noktada Palladium Antakya projesini gerçekleştiren Ergün Mimarlık bu projeyi şu şekilde anlatmıştır:

*"Proje mümkün olduğunca parçalı bir şekilde ele alınarak ve üçüncü katta geri çekilerek çevresindeki binalarla arasındaki ölçek çatışması minimize edilmiştir. Binada konumlanmış avlular, bir yandan binanın doğal yolla havalanmasını sağlarken, bir yandan da bina kullanıcı için, serin açık mekânlar sunar. Bina cephesinde ağırlıklı olarak doğal ve yerel bir malzeme taşı olan Halep taşı tercih edilerek çevredeki tarihi kimlikle ilişki kurulmuştur."*<sup>10</sup>

Palladium Antakya, kentsel mekânın ve kent içi dinamiklerin şekillenmesinde önemli bir rol oynamıştır. Alışveriş merkezi açılmadan önce, kentin önemli bir ticaret bölgesi olan Atatürk Caddesi'nde yer alan ticarethanelerin bir kısmının cadde mağazacılığından alışveriş merkezi mağazacılığına geçmeleri<sup>11</sup> bu duruma bir örnek oluşturmaktadır. Alışveriş merkezinin hizmete girmesinden önceki dönemlerde, marka değeri taşıyan mağazaların yer aldığı Atatürk Caddesi, çift şeritli (yönlü) ve nispeten geniş ulaşım hattıyla da Antakya'nın en işlek caddesi olarak dikkati çekmiştir. Ancak Palladium alışveriş merkezinin açılması ile birlikte çok sayıda mağaza Palladium'a taşınmış,

Atatürk Caddesi 2019 yılı sonuna kadar tek yönlü olarak hizmet vermeye başlamış ve eski canlılığını yitirmiştir<sup>12</sup> (Fotoğraf 4).

Palladium alışveriş merkezinin inşa edilmesiyle birlikte geleneksel alışveriş kültürü ile postmodern alışveriş kültürünün bir arada yer aldığı farklı bir mekân kullanımı söz konusu olmuştur. Böylece İzzet Güçlü, İstiklal ve Yavuz Selim caddelerinde önemli bir hareketlilik görülmeye başlanmıştır. Postmodern tüketim anlayışının mekân kullanımı üzerindeki en belirgin etkilerinden biri, söz konusu caddeler üzerinden alışveriş merkezinin otoparkına doğrudan erişimin sağlanabilmesi olmuştur. Başka bir deyişle tüketicinin alışveriş merkezinde daha uzun zaman geçirebilmesi için tasarlanan iç mekân anlayışının yanı sıra, tüketiciyi alışveriş merkezi ile buluşturacak bir ulaşım bağlantısı da kurulmuştur. Geleneksel Antakya çarşısında özellikle hafta sonları trafiğin yoğun olması, halkın hatta çarşı esnafının alışveriş merkezi otoparkından yararlanmaları sonucunu doğurmuştur. Caddeler üzerinde araç park etmek ücretliken, alışveriş merkezi otoparkının ücretsiz olması tüketicinin alışveriş merkeziyle buluşmasını teşvik etmektedir. Diğer yandan kent içi ulaşımı sağlayan otobüs hatları üzerine "Palladium" durağının eklenmesi<sup>13</sup>, tüketicinin alışveriş merkezine doğrudan erişimini kolaylaştırmıştır.

Tarihi Antakya çarşısının bitişğinde kurulan Palladium'un mekân üzerindeki en belirgin etkilerinden bir diğerini arazinin daha fazla değer kazanması oluşturmıştır. Palladium çevresinde yer alan konut ve işyerlerinde "Palladium'a yakın olma özelliklerinin ön plana çıkarılması"<sup>14</sup> alışveriş merkezinin yakın çevresinde emlak piyasasının daha canlı olmasına neden olmaktadır. Ayrıca alışveriş merkezi çevresinde arazi rayiç değeri sürekli artış göstermektedir. Nitekim Palladium'un hizmete girmesinden önce, Yavuz Selim Caddesi'nde 2012 yılında metrekareye düşen rayiç değer 119 TL iken, AVM'nin açıldığı 2013 yılından 2021 yılına kadarki 8 yıllık dönemde bu değer yaklaşık iki kat artarak arazinin metrekare fiyatı 222 TL olmuştur<sup>15</sup>.



**Fotoğraf 4.** Atatürk Caddesi'nin 2015 ve 2021 yılları görüntüsü (soldaki fotoğrafta cadde tek yönlü, sağdaki fotoğrafta ise çift yönlü trafiğe açılmıştır).

**Photo 4.** View of Atatürk Street in 2015 and 2021 (on the left photo, the street is opened to one-way traffic, and on the right photo the street is opened to two-way traffic).

<sup>10</sup> <https://www.ergunmimarlik.com.tr/proje-detay/PalladiumAntakya> (Erişim tarihi 23.02.2021)

<sup>11</sup> Palladium Antakya yetkileriyle yapılan görüşmede Atatürk caddesindeki işyeri sahiplerinin AVM içerisinde de dükkân açtıklarını belirtmişlerdir.

<sup>12</sup> <https://hataydikengazetesi.com/yine-basa-donduk/> (Erişim tarihi 25.05.2021)

<sup>13</sup> <https://www.hataykart.com/wheremybus> (Erişim tarihi 23.02.2021)

<sup>14</sup> Popüler satılık/kiralık emlak-işyeri platformlarından olan sahibinden.com ve hürriyetemlak.com web sitelerinde "Palladium Antakya" filtrelemesiyle yapılan arama sonucunda, "Palladium'a yakın olma özelliklerinin ön plana çıktığı" ilanların birçoğunda alışveriş merkezini gören görsellerin yer aldığı tespit edilmiştir.

<sup>15</sup> <https://webportal.antakya.bel.tr/web/guest/5> (Erişim tarihi 14.06.2021)



### 3.4. Alan Araştırması

#### 3.4.1. Nitel bulgular

Bu çalışmada, Ak-İş iplik fabrikasının bir üretim mekânı olarak önemini ortaya koyabilmek için bu fabrikadan emekli olan 5 kişi ile yarı yapılandırılmış görüşme formları üzerinden derinlemesine görüşmeler gerçekleştirilmiş ve bu şekilde elde edilen nitel veriler yorumlanmıştır. Çalışmanın amacına uygun olarak elde edilen nitel bulgular üç temel temaya dayanmaktadır: **emek gücü, kentsel bellek, mekân kullanımı**. Mülakatların az kişiyle gerçekleştirilmesinin en önemli nedenini fabrikanın 1979 yılında tamamen kapanması, emeklilerin çoğunun günümüzde yaşamlarını yitirmiş olmaları ve yaşayanların ise 70 yaşın üzerinde olmalarıdır. Diğer yandan COVID-19 salgınının özellikle yaşlı nüfus üzerinde önemli bir risk oluşturması nedeniyle bazı fabrika emeklileriyle bir araya gelebilmek mümkün olmamıştır. Bu sınırlılıklara rağmen 5 kişiyle gerçekleştirilen görüşmeler, bir üretim mekânı olarak fabrika hakkında genel bilgilerin elde edilebilmesini sağlamıştır.

Görüşmeye katılanlardan alınan bilgilere göre; 1954 yılında bugünkü Palladium alışveriş merkezinin yerinde hizmete giren Ak-İş fabrikası, Antakya'nın o yıllardaki en önemli fabrikası durumundaydı. Makinelerin hiç susmadığı ve günde 3 vardiya ile (08:00-16:00, 16:00-24:00 ve 24:00-08:00) işçilerin dönüşümlü olarak çalıştığı fabrika, yaklaşık 800 işçiye iş imkânı sunmuştur. Fabrikadan **emekli** olanlar, çok küçük yaşlarda işe girdiklerini ve geçim sıkıntıları nedeniyle buna mecbur kaldıklarını belirtmişlerdir. Fabrikanın aktif olduğu yıllarda Antakya'nın âdeta bir sembolü olduğunu ifade etmişlerdir. Nitekim görüşmecilerden birine göre; o yıllarda *"fabrikanın tepesinde bir deve heykeli vardı. Bu, şehrin her tarafından görülürdü ve ışıklandırılmıştı. Akşamları ışıkları yanardı. Ayrıca fabrikada üretilen hammaddelerin üzerinde de deve figürü vardı."* (Görüşmeci 2). Üretim süreçlerinde işçilerin servislerle veya yaya olarak Antakya'nın dört bir köşesinden fabrikada çalışmaya geldikleri bilinmektedir. İşçilerin çoğunlukla Serinyol, Büyük Karaçay, Balıklıdere, Harbiye, Küçükdalyan, Turunçlu, Çekmece, İkinci, Elektrik ve Armutlu 'da ikamet edenlerden oluştuğu belirtilmiştir.

Üretim ve tüketim mekânlarının fabrika emeklileri tarafından nasıl algılandığını ve fabrikanın **kentsel belleklerdeki** yerini ortaya koyabilmek için görüşmeye katılanlara *"Ak-İş iplik fabrikası ile bunun yerinde inşa edilen Palladium alışveriş merkezini karşılaştırabilir misiniz?"* sorusu sorulmuştur. Katılımcılar fabrikanın önemli bir istihdam sağladığı konusunda ortak görüş belirtmişlerdir. Fabrikanın aktif olduğu yıllarda çok sayıda ailenin geçimlerini fabrikadan sağladıkları ve çalışarak birikim yaptıkları ifade edilmiştir. Bir görüşmeci bu konudaki düşüncelerini; *"Fabrikada çalışmaya başladığım yıllarda babam emeğim boşuna gitmesin diye her ay altın alırdı ve bu şekilde birikim yapardım. Fabrika yaşayabilmek için bir kazanç kaynağıydı, alışveriş merkezleri ise bugünlerde kazandığını harcadığını bir yerdir."* olarak ifade etmiştir (Görüşmeci 2).

Görüşmecilerin yaşlı nüfustan oluşmaları ve hareket kabiliyetlerinin büyük ölçüde azalmış olması, Antakya'nın bugünkü mekânsal yapısı hakkında bilgi düzeylerinin sınırlı olmasına neden olmuştur. Bu durum, görüşmecilere yöneltilen *"Bir yer tarif ederken eski Ak-İş iplik fabrikasının yer aldığı mekânı re-*

*ferans olarak kullanıyor musunuz?"* sorusuna verilen cevaplardan da anlaşılmaktadır. Bir görüşmeci bu konudaki düşüncelerini; *"Fabrika, hem şehrin bilinen bir yeri olduğu için hem de fabrikada uzun yıllar çalıştığım için bugün bir yer tarif ederken, mekân adı olarak Ak-İş fabrikasını kullanıyorum"* olarak belirtmiştir (Görüşmeci 1). Bir başka görüşmeci ise *"Bir yer tarif ederken fabrikayı referans gösteririm. Çünkü biz fabrikanın yerine almışız. Fabrikanın hayatımızda önemli bir yeri oldu."* ifadesini kullanmıştır (Görüşmeci 3). Bir diğer görüşmeci ise uzun yıllar Ak-İş iplik fabrikasının yer aldığı mahallede ikamet etmiş olmaları nedeniyle fabrikanın kendi belleklerinde önemli bir yere sahip olduğunu ifade etmiştir. Bu görüşmeci düşüncelerini şu şekilde belirtmiştir: *"Bir yer tarif ederken fabrikayı referans olarak gösteririm. Fabrika benim için önemliydi. Çünkü fabrikanın kurulduğu yıllarda Ada Mahallesi olarak bilinen yerde oturuyorduk. Ben buraya gelin gitmişim. Bütün çocuklarım burada doğdu. Bu mahalle fabrikanın hemen arkasındaydı."* (Görüşmeci 4).

Fabrikanın kurulmasının öncesinde ve sonrasında fabrika çevresinde **mekân kullanımı** bakımından meydana gelen değişiklikleri ortaya koyabilmek için görüşmecilere bir soru yöneltilmiştir. Bu soruya verilen cevaplardan hareketle fabrika çevresindeki mekân kullanımı anlaşılmalı çalışılmıştır. Fabrika inşa edilmeden önce yerinde herhangi bir yapının olmadığı, fabrika arazisinde ve yakın çevresinde geniş bahçe ve tarlaların yer aldığı ve bu saha içerisinde bir tabakhanenin hizmet vermekte olduğu ifade edilmiştir. Fabrikanın hizmet vermeye başlaması ile birlikte Ada Mahallesi'nde çok sayıda işyeri ve dükkânın inşa edildiği ve üretimin ilk yıllarında bugünkü gecekondu mahallelerinin henüz tam anlamıyla gelişmediği belirtilmiştir. Yine üretimin ilk yıllarında Antakya Atatürk Stadyumu'nun hemen bitişiğinde fabrikada çalışan ustalar ve şefler için *"Akeveler"* adında lojmanların yapıldığı ve bu lojman evlerinin toplam üç sıra halinde (üç sokak) inşa edildiği belirtilmiştir. Fabrikanın kurulduğu 1950'li yıllarda Antakya'da Ak-İş iplik fabrikası kadar büyük bir fabrikanın bulunmadığı, fabrikanın kapanmasından sonraki süreçte İskenderun yolu üzerinde Hateks adıyla bilinen iplik fabrikasının hizmete girdiği ifade edilmiştir. Ak-İş iplik fabrikasının kapatılmasının ardından yıllarca bakımsız bir durumda kaldığı ve harabeye dönüşen fabrikaya müdahale edilmediği belirtilmiştir.

#### 3.4.2. Nicel bulgular

Bu çalışmada, nicel veri toplama sürecindeki katılımcıların tümü *"Antakya ve yakın çevresinde ikamet edenlerden"* oluşmaktadır. Kişilerin Palladium AVM'ye erişimlerinin daha kolay olduğu düşünüldüğü için Antakya ve yakın çevresinde ikamet edenler seçilmiştir. Katılımcıların % 65'i 18-25 ve 36-45 yaş aralığındadır. Bunlara 26-35 yaş grubunda olan katılımcılar ilave edildiğinde, ankete katılanların % 88'inin 18-45 yaş aralığında olduğu dikkati çekmektedir (Tablo 2). Şüphesiz bu durum, postmodern tüketim kültürü ve alışkanlığının belirli yaş gruplarında toplanmış olmasıyla ilişkilidir.

Katılımcılar arasında Antakya doğumlu kişiler (158 kişi) ağırlıktadır. Bu durumu destekler nitelikte, katılımcıların yarısından fazlası yirmi yılı aşkın süredir Antakya'da ikamet etmektedir. Söz konusu durum, incelenen nüfus kitlesinin ayırt edici bir özelliği olarak karşımıza çıkmaktadır ki, bu özellik katılımcıların

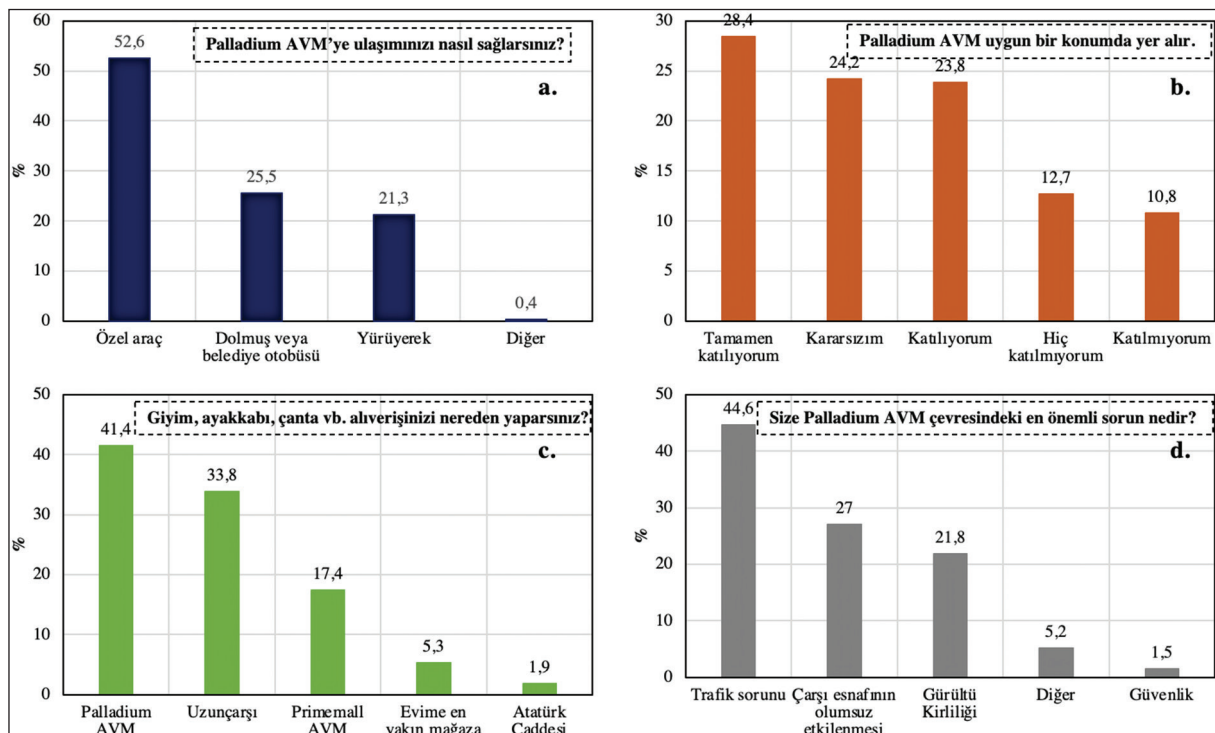
**Tablo 2.** Katılımcıların demografik özellikleri.  
**Table 2.** Demographic features of participants.

Yaş	f	%	Cinsiyet	f	%
18-25	86	32,4	Kadın	150	56,6
26-35	61	23	Erkek	115	43,4
36-45	86	32,4	<b>Toplam</b>	<b>265</b>	<b>100</b>
46-55	30	11,3	<b>Eğitim durumu</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
56-65	2	0,8	İlköğretim	13	4,9
<b>Toplam</b>	<b>265</b>	<b>100</b>	Lise ve dengi	23	8,7
<b>İkamet süresi</b>	<b>f</b>	<b>%</b>	Üniversite	205	77,3
1 yıldan az	6	2,3	Lisansüstü	24	9
2-5 yıl	32	12,3	<b>Toplam</b>	<b>265</b>	<b>100</b>
6-10 yıl	25	9,6	<b>Doğum Yeri</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
11-15 yıl	24	9,2	Antakya	158	59,6
16-20 yıl	38	14,6	Diğer	107	40,4
20+	134	51,7	<b>Toplam</b>	<b>265</b>	<b>100</b>
Toplam	259	100			

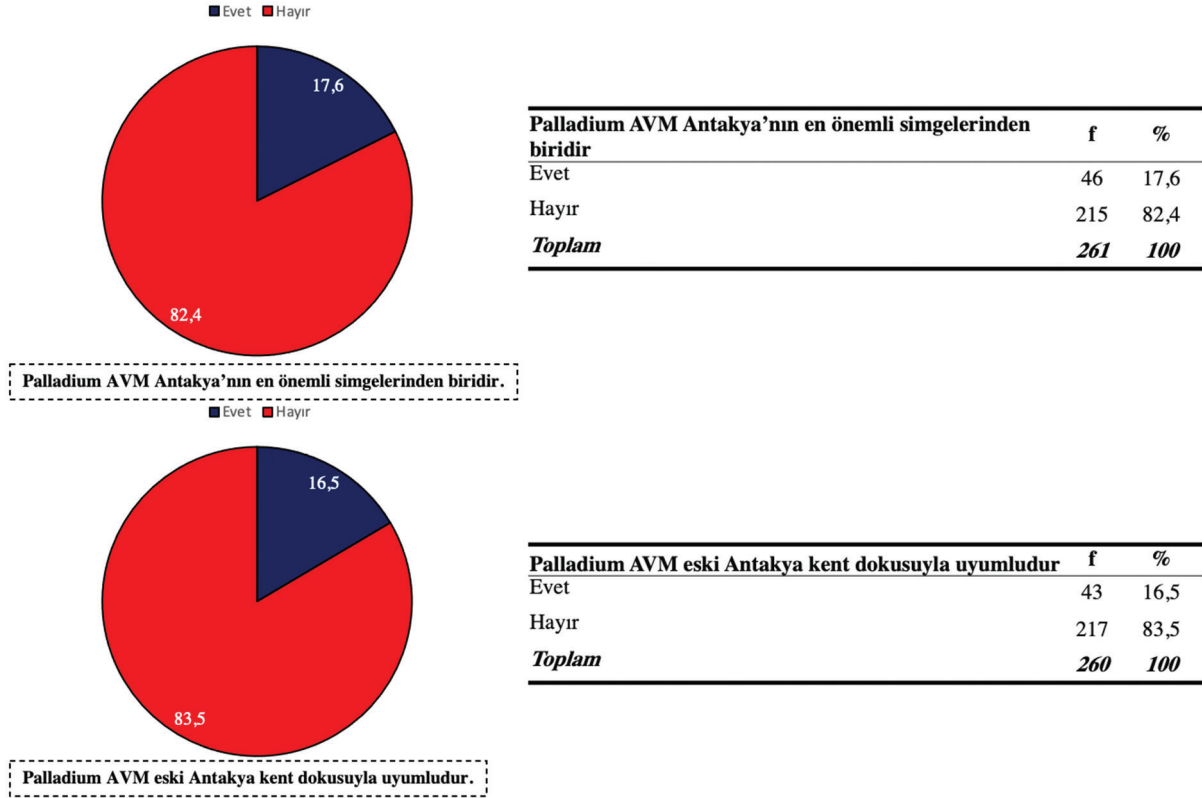
Ak-ış iplik fabrikasının çöküntü halindeki durumuna (brown-field) ve Palladium alışveriş merkezinin hizmet verdiği dönemlere tanıklık etmeleri açısından önemlidir.

Ankete katılanların yarısından fazlası AVM'ye ulaşımını özel araçlarıyla sağlamaktadır. Bu durumun bir neticesi olarak katılımcılar tarafından Antakya ve çevresindeki en önemli sorunun büyük oranda trafikle ilişkili olarak belirtilmesi, her şeyden önce alışveriş merkezinin şehrin merkezinde (merkezi iş alanında) yer alması ile yakından ilişkilidir. Ayrıca önemli sorunlardan biri olarak belirtilen gürültü kirliliği de özellikle gündüz saatlerinde oldukça hareketli olan merkezi iş alanının yarattığı

bir durumdur. Palladium AVM'nin konumu genel itibarıyla katılımcılar tarafından beğenilmektedir. Diğer çeşitli çekiciliklerinin yanında konumunun da katılımcılar tarafından uygun görülmesi AVM'nin tercih edilmesinde önemlidir. Böylesi bir durumda ise ulaşım da neden özel araçların tercih edildiği de sorgulanmalıdır. Şüphesiz Palladium AVM'nin ücretsiz kapalı katlı otopark hizmeti sunması özel araç tercihinde önemlidir. Nitekim gündelik hayatta çarşıya giden kişilerin hatta çarşı esnafından bazılarının AVM'nin otoparkını kullanmaları sıkça karşılaşılan bir durumdur. Öte yandan dikkati çeken önemli bir nokta ise güvenlik sorununun katılımcılar tarafından en az (% 1,5) işaretlenen seçenek olmasıdır (Şekil 2).



**Şekil 2.** Katılımcıların Palladium AVM'ye ilişkin çeşitli sorulara verdiği cevaplar.  
**Figure 2.** The answers of the participants of to various questions about Palladium Mall.

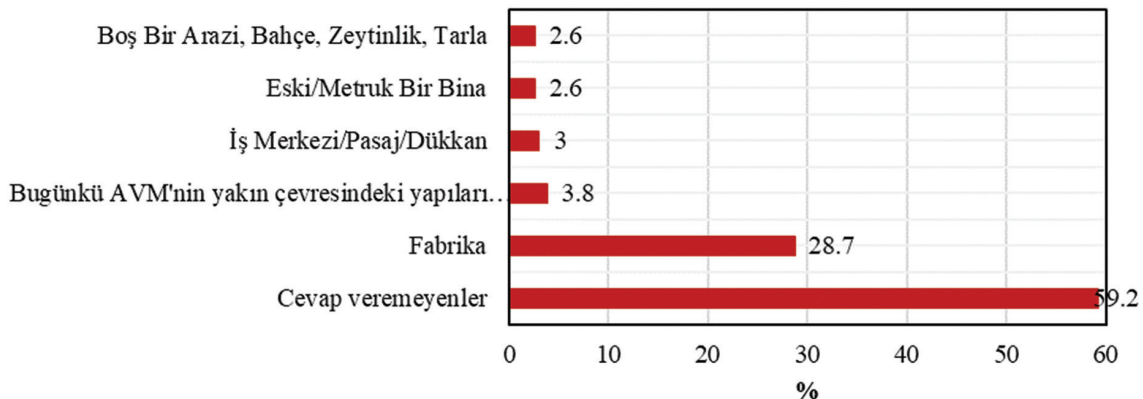


Şekil 3. Katılımcıların Palladium AVM ile ilgili düşüncelerini ölçmeye yönelik sorulara verdikleri yanıtlar.  
Figure 3. Answers of the participants to the questions to measure their thoughts about Palladium Mall.

Katılımcıların önemli bir bölümü (% 82.4), "Palladium AVM, Antakya'nın en önemli simgelerinden biridir" ifadesine katılmamıştır. Diğer yandan katılımcıların % 83.5'i, alışveriş merkezinin eski Antakya kent dokusuyla uyumlu olmadığını düşünmektedir (Şekil 3). Böylece konumu itibarıyla kabul gören/beğenilen Palladium AVM'nin mimari yapısı ve tarihi dokusu bakımından Antakya kenti ile uyum sağlamadığı ifade edilmiştir. Halbuki derinlemesine görüşmelerden elde edilen nitel verilerde, görüşmeye katılanların ifadeleri, bir dönemin üretim mekânı olan Ak-ış iplik fabrikasına olan aidiyetlerini açıkça ortaya koymuştur.

Büyük çoğunluğunu Antakya doğumlu veya yirmi yılı aşkın süredir Antakya'da ikamet edenlerin oluşturduğu katılımcıların % 60'a yakınının, Palladium AVM'nin yerinde eskiden ne olduğunu bilememeleri, araştırmanın önemli bulgularındandır. Şüphesiz 18-25 yaş aralığında olanların (% 32.4), 2007 yılında

yıkılan Ak-ış fabrikasını hatırlama olasılıkları oldukça düşüktür. Diğer yandan Antakya doğumlu olmayanlar veya fabrikanın yıkılmasından sonraki süreçte Antakya'da yaşamaya başlayanların da fabrikayı hatırlamaları mümkün olmamıştır. Bununla birlikte, katılımcıların % 30'a yakın bir kısmı, eskiden Palladium AVM'nin yerinde bir fabrika olduğunu bilmiştir (Şekil 4). Alışveriş merkezinin yerinde boş bir arazi, bahçe, zeytinlik veya tarla olduğunu ifade edenlerin yaşları incelendiğinde, bu kişilerin fabrikanın yıkılması sonrasında bir süre kalan araziyi düşünerek cevap vermiş oldukları anlaşılmaktadır. Aynı şekilde eski metruk bir bina olduğunu düşünenlerin belleklerinde fabrikanın bir brownfield (kentsel çöküntü alanı) yapısı olarak yer edinmiş olduğu akıllara gelmektedir. Bugünkü AVM'nin yakın çevresinde yer alan ambar, tabakhane, otagar, köy garajları, hayvan pazarı gibi tesisleri belirten katılımcıların mekân tarifinde algıda tamamlama (bütünleme) ilkesinden etkilenmiş oldukları anlaşılmaktadır.



Şekil 4. Katılımcılar tarafından bugünkü Palladium AVM'nin yerinde eskiden ne vardı sorusuna verilen yanıtlar.  
Figure 4. Answers given by the participants to the question of what used to be in place of today's Palladium Mall.





Palladium, birçok alışveriş merkezinden farklı olarak Antakya'nın tarihi kent dokusunun bitişiğinde kurulmuştur. Alışveriş merkezinin kentin merkezinde olması ankete katılanlar tarafından olumlu karşılanmış olmasına rağmen mimari yapısı ve tarihi dokusu bakımından Antakya kenti ile uyum sağlamadığı belirtilmiştir. Diğer yandan "Palladium alışveriş merkezi denilince aklınıza gelen ilk üç kelime nedir?" sorusuna verilen cevaplar içerisinde en sık tekrarlanan kelimeler; alışveriş, yemek, sinema, kalabalık ve para olmuştur. Şüphesiz bu kelimeler postmodern tüketim kültürüne sahip birçok alışveriş merkezinin karakteristik özelliklerini yansıtmakla birlikte katılımcılar, Palladium Antakya'yı daha fazla ön plana çıkarabilecek Asi, köprübaşı ve çarşı gibi mekânsal unsurları da vurgulamışlardır. Bu durum, Antakya'daki yerel kültürün büyük oranda modernle bütünleşme de hâlâ varlığını sürdürdüğü ve hatta çatıştığını düşündürmektedir. Ne var ki AVM'nin varlığının bu denli kabul edilmesi ise postmodern dönemin biraz da nostaljiden aldığı güçten yahut taktığı nostaljik maskeden kaynaklanmaktadır.

### Öneriler:

Antakya kentinin âdeta bir kimliği ve sembolü durumunda olan ve uzun yıllar köhne (harabe) bir yapı olarak kalan Ak-İş iplik fabrikasının yıkılması yerine koruma altına alınması ve işlevlendirilmesi suretiyle müze, otel ve hatta alışveriş merkezine dönüştürülmesi söz konusu olabilirdi. Zira Türkiye'de endüstriyel miras yapılarını korumaya yönelik politikalar 1980'li yıllardan itibaren gündeme gelmiş ve İstanbul merkezli olmak üzere birçok kentte endüstriyel miras yapılarının işlevlendirilerek çağdaş kent dokusuna kazandırılmış olduğu görülmüştür. Ancak Ak-İş iplik fabrikasının 1978 yılından 2007 yılına kadar atıl durumda kalmış olması ve daha sonra yıkılması bu konuya yönelik hassasiyetin gösterilmediğini ortaya koymuştur. Hal böyleyken, günümüzde endüstriyel miras niteliği taşıyan yapılara yönelik bir farkındalığın oluşturulması önem arz etmektedir.

Palladium AVM; eğlence mekânları, marka değeri taşıyan işletmeleri, tüketiciye çok fazla seçenek sunması gibi bazı avantajlara sahip olsa da, alışveriş merkezinin Antakya'nın tarihi ticaret merkezinde (MİA) kurulmuş olması her şeyden önce trafik sorunlarını beraberinde getirmektedir. Kent merkezindeki trafik yükünü hafifletebilmek için cadde mağazacılığının geliştirilmesi, çok katlı otoparkların artırılması ve artık ömrünü tamamlamış olan bazı tesislerin (sebze hali, atölyeler, balıkçılar çarşısı gibi) kentin çevresinde modern standartlarda yeniden inşa edilmeleri gerekmektedir.

Son yıllarda, Atatürk Caddesi üzerinde çeşitli kafe ve restoranların hizmet vermeye başlaması, tarihi meclis binasının turizm amacıyla işlevlendirilmesi, caddenin yeniden çift yönlü trafiğe açılması ve kentsel dönüşüm uygulamaları gibi girişimler caddenin yeniden eski canlılığına kavuşturulacağı konusunda sinyaller vermektedir. Şüphesiz bu girişimler, içerisinde bulunduğumuz COVID-19 salgını sürecinde açık alanların öneminin daha iyi anlaşılması nedeniyle kıymetlidir.

### Etik Kurul İzni

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Rektörlüğü Sosyal ve Be-

şeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'nun 03.05.2021 tarih ve 07/12 sayılı kararınca "Modernizmin Üretim Mekânından Postmodernizmin Tüketim Mekânına: Ak-İş İplik Fabrikası - Palladium Antakya AVM Örneği" başlıklı araştırma Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi kapsamında değerlendirilmiş ve uygun görülmüştür.

### Kaynakça

- Agarwal, S., Jensen, J. B., & Monte, F. (2017). The geography of consumption. Available at SSRN 3002231. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3002231>
- Alker, S., Joy, V., Roberts, P., & Smith, N. (2000). The definition of brownfield. *Journal of Environmental Planning and Management*, 43(1), 49-69. <https://doi.org/10.1080/09640560010766>
- Arvidson, E. (1999). Remapping Los Angeles or taking the risk of class in postmodern urban theory. *Economic Geography*, 75(2), 134-156. <https://doi.org/10.1111/j.1944-8287.1999.tb00120.x>
- Ayık, U. (2018). *Ekonomi politikalarının bir yansıması olarak sanayisizleşme ve mekânsal değişim: İstanbul örneği* (Yayın no: 533245), [Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi] Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Aydın, F., & Turhanoglu, K. (2014). Kentsel mekânın üretim sürecinde tarihi ve kültürel miras. *Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi Folklor/ Edebiyat Dergisi*, 20(78), 71-82.
- Azizağaoğlu, A., & Altunışık, R. (2012). Postmodernizm, sembolik tüketim ve marka. *Tüketim ve Tüketim Araştırmaları Dergisi*, 2(4), 33-50.
- Batı, U. (2007). Kentin postmodernitesi: postmodern tüketim kültürü ışığında hedonik bir biçim olarak kent tasarımı. *Journal of Istanbul Kültür University*, 4(5).
- Batu, M., & Tos, O. (2017). Tüketim kültürü odağında modernizm ve postmodernizmin karşılaştırılması. *Gümüşhane Üniversitesi İletişim Fakültesi Elektronik Dergisi*, 2(5), 991-1023. <https://doi.org/10.19145/e-gifder.296888>
- Bayazit-Hayta, A. (2014). Postmodern dönemin tüketim imajları: postmodern tüketim kültürü, tüketim kalıpları ve postmodern tüketici. İçinde Babaoğlu, M., Şener, A., Buğday, E.B. (Ed.) *Tüketici Yazıları IV Kitabı*. (ss.9-32). Eryılmaz Offset Matbaacılık.
- Bayhan, H. (2006). *Ulus devlet, modernizm ve postmodernizm* (Yayın no: 204336) [Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi] Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Belge, R. (2018). Denizli kent kimliğini oluşturan coğrafi öğeler. *Ege Coğrafya Dergisi*, 27(2), 167-181.
- Berman, M. (1988). *All that is solid melts into air: the experience of modernity*. Penguin Books.
- Çalışkan, V. (2002). *Amik Ovası'nın beşeri ve iktisadi coğrafyası* (Yayın no: 135262) [Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi] Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Çeker, A., & Belge, R. (2015). İstanbul'da kentsel dönüşüm kapsamında gerçekleşen bir olgu: Soylulaştırma. *Türk Coğrafya Dergisi*, 65, 77-86. <https://doi.org/10.17211/tcd.30494>

- Çetin, B. (2012). Hatay'da kentleşmenin seyri (1940-2009) ve mekânsal dağılışı. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 17(28), 231-257.
- Dear, M. (1986). Postmodernism and planning. *Environment and Planning, Society and Space*, (4), 367-384. <https://doi.org/10.1068/d040367>
- Dear, M. (2000). *The postmodern urban condition*. Blackwell Publishing.
- Dear, M., & Flusty, S. (1998). Postmodern urbanism. *Annals of Association of American Geographers*, 1(8), 50-72. <https://www.jstor.org/stable/2563976>.
- Dinç, Y. & Üçeçam Karagel, D. (2020). Antakya şehrinin kuruluşu ve mekânsal gelişimi. İçinde Arslan, F. (Ed), *Türkiye Coğrafyası Araştırmaları Kitabı* (ss. 571-596). Pegem Akademi.
- Doğanay, H., & Çavuş, A. (2011). *Türkiye ekonomik coğrafyası* (7. Baskı). Pegem Akademi Yayıncılık.
- Ellin, N. (1999). *Postmodern urbanism*. Princeton Architectural Press.
- Emekli, G. (2018). Kent turizminde kültür ve yaratıcılık içinde *TÜCA-UM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu 3-6 Ekim 2018 Bildiriler Kitabı*, (ss. 469-489).
- Er, K. (2014). Üretim ilişkileri temelinde modernizm ve postmodernizmin az gelişmiş ülkeler üzerine etkileri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(3), 413-453. <https://doi.org/10.16953/deusbed.39137>
- Eraydın, A. (1988). Sermaye birikim sürecinde kentler. *Defter Dergisi*, (5), 133-153.
- Eraydın, A. (1992). *Post-fordizm ve değişen mekânsal öncelikler*. ODTÜ Mimarlık Fakültesi Matbaası.
- Erdoğan, Ö. (2013). *Ankara kentindeki alışveriş merkezlerinin yer seçim tercihleri ve mekânsal etkileri* (Yayın no: 348204) [Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi] Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Erkip, F. (2003). The shopping malls as an emergent public space in Turkey. *Environment and Planning*, (35), 1073-1093. <https://doi.org/10.1068/a35167>
- Goss, J. (2004). Geography of consumption. I. *Progress in Human Geography*, 28(3), 369-380. <https://doi.org/10.1191/0309132504ph486pr>
- Goss, J. (2006). Geographies of consumption: the work of consumption. *Progress in Human Geography*, 30(2), 237-249. <https://doi.org/10.1191/0309132506ph604pr>
- Gottdiener, M. (2005). *Postmodern göstergeler*. (Çev. Erdal Cengiz, Hakan Gür, Arhan Nur). İmge Kitapevi.
- Gürsel, D. (2015). *Modern ve postmodern dönem mekânsal yaklaşımların değerlendirilmesi: Şandigar, Poundbury ve Orestad örneği*, (Yayın No: 381858) [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi] Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Harvey, D. (1990). Flexible accumulation through urbanization reflections on "post-modernism" in the American City. *Perspecta, Theater, Theatrically and Architecture*, (26), 251-272. <https://doi.org/10.2307/1567167>
- Harvey, D. (2010). *Postmodernliğin durumu*, (Çev. Sungur Savran). Metis Yayıncılık.
- Harvey, D. (2015). *Sermayenin mekânları* (2. Baskı) Sel Yayıncılık.
- Hatipler, M. (2017). Postmodernizm, tüketim, popüler kültür ve medya. *Bilgi*, (1), 32-50.
- Işık, Ş. (2005). Türkiye'de kentleşme ve kentleşme modelleri. *Ege Coğrafya Dergisi*, 14(1-2), 57-71.
- Kando, T. (1996). Postmodernism: old wine in new bottles? *International Journal of World Peace*, 13(3), 3-33.
- Karadağ, A., & İncedere, L. (2017). Türkiye'de endüstriyel mirasın korunması. İçinde Arslan, F. (Ed), *Türkiye Coğrafyası Araştırmaları Kitabı* (ss. 13-42). Pegem Akademi.
- Karadağ, A., & İncedere, L. (2020). Kentsel belleğin sürdürülebilirliği açısından İzmir'deki endüstri miras alanlarının önemi: Alsancak Limanardı Bölgesi örneği. *Ege Coğrafya Dergisi*, 29(1), 57-71.
- Kaygalak, İ., & Işık, Ş. (2007). Kentleşmenin yeni ekonomik boyutları. *Ege Coğrafya Dergisi*, 16(1-2), 57-77.
- Kaypak, Ş. (2013). Modernizmden postmodernizme değişen kentleşme. *Küresel İktisat ve İşletme Çalışmaları Dergisi*, 2(4), 80-95.
- Keleş, R. (2015). *Kentleşme politikası*. İmge Kitapevi.
- Kongar, E. (2003). *Toplumsal değişme kuramları ve Türkiye gerçeği*. Remzi Kitabevi.
- Korkusuz, T. (2020). *Erzurum kentinde alışveriş ve fuar turizmi*, Fenomen Yayınevi.
- Kırılmaz, H., & Ayparçası, F. (2016). Modernizm ve postmodernizm süreçlerinin tüketim kültürüne yansımaları. *İnsan & İnsan Dergisi*, 8(3), 32-58.
- Laçiner, Ö. (1996). Kentlerin dönüşümü. *Mimarlık Dergisi*, (271), 36-41.
- Lefebvre, H. (1976). *Survival of capitalism*. Macmillan.
- Lefebvre, H. (2003). *The urban revolution*. University of Minnesota Press.
- Lefebvre, H. (2015). *Mekânın üretimi*, (Çev. Işık Ergüden). Sel Yayıncılık.
- Leoan, B.B. (2017). Urban theory in postmodern cities: amnesiac spaces and ephemeral aesthetics. *URBS, Revista de Estudios Urbanos y Ciencias Sociales*, 1(7), 57-65.
- Logemann, J. (2009). Where to shop? The geography of consumption in the twentieth-century Atlantic world. *Bulletin of the German Historical Institute*, (45), 55-68.
- Mansvelt, J. (2010). Geographies of consumption: engaging with absent presences. *Progress in Human Geography*, 34(2), 224-233. <https://doi.org/10.1177/0309132509339934>
- Öztürk, M. (2015). Coğrafya öğretmenlerinin postmodern coğrafya algıları. *Eğitim ve Bilim Dergisi*, 37(166), 262-274.
- Sarı, B. (2019). Modernizmden postmodernizme tüketimin evrimi ve ekonomi politikasını anlamak. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 70(18), 554-568.
- Scraton, S., & Watson, B. (1998). *Gendered cities: women and public leisure space in the postmodern city*, *Leisure Studies*, 2(17), 123-137. <https://doi.org/10.1080/026143698375196>
- Soja, E. (2015). *Postmodern coğrafyalar*, (Çev. Yunus Çetin). Sel Yayıncılık.
- Şan, M.K., Hira, İ., & Saraçoğlu, A.D. (2017). Kentlerin yeni tüketim mabetleri: alışveriş merkezleri. *Sosyal ve Kültürel Araştırmalar Dergisi*, 5(3), 149-169.
- Şengül, T. (2009). *Kentsel çelişki ve siyaset*. İmge Kitapevi.

- Timor, A.N. (2001). Pazarlama coğrafyası açısından büyük alışveriş merkezleri ve İstanbul örneği. *Coğrafya Dergisi*, (9), 53-80.
- Turut, H., & Özgür, E.M. (2018). Klasik kent kuramlarından eleştirel kent kuramlarına geçiş bağlamında kentleri yeniden okumak. *Ege Coğrafya Dergisi*, 27(1), 1-19.
- Tut, G. (2013). *Neoliberal ekonomide turizm ve rant: Kuşadası kruvaziyer limanı özelleştirilmesi örneği*, (Yayın no: 342241) [Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi] Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Tümertekin, E. (1973). *Türkiye’de şehirleşme ve şehirselleşme fonksiyonları*. İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları.
- Türk Dil Kurumu Sözlüğü (2021). “Modernizm”. <https://sozluk.gov.tr/>, Erişim Tarihi:18.05.2021.
- Uğur, A., & Aliğaoğlu A. (2018). *Şehir coğrafyası* (6.Basım). Nobel Yayınevi.
- Verdil, F.T. (2006). *Alışveriş mekânlarının oluşumu/kurgusu üzerine bir değerlendirme* (Yayın no: 172171) [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi] Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Vural-Arslan, T. (2009). Türkiye’deki alışveriş merkezleri incelemelerine eleştirel bir bakış: yorumlar, eleştiriler, tartışmalar. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 14(1), 147-159





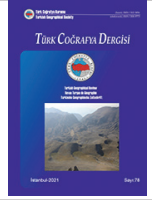
Basılı ISSN 1302-5856

Türk Coğrafya Dergisi

Turkish Geographical Review





www.tcd.org.tr

Elektronik ISSN 1308-9773



## Ilgaz Dağları'nda yükseltiye bağlı sıcaklık değişiminin periglasyal şekillerdeki toprak özellikleri üzerine etkisi

*The effect of temperature change due to elevation on soil properties in periglacial landforms in Ilgaz Mountains*

Volkan Dede <sup>\*a</sup>  Orhan Dengiz <sup>b</sup>  Burçin Şeyda Zorlu <sup>c</sup>  Kuttusi Zorlu <sup>a</sup> 

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

<sup>b</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun, Türkiye.

<sup>c</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü, Samsun, Türkiye.

ORCID: V.D. 0000-0003-4523-1390; O.D. 0000-0002-0458-6016; B.Ş.Z. 0000-0002-0085-4351; K.Z. 0000-0001-8924-6549.

### BİLGİ / INFO

Geliş/Received: 30.09.2021

Kabul/Accepted: 19.10.2021

#### Anahtar Kelimeler:

Periglasyal şekiller  
İklim  
İstatistik  
Toprak özellikleri  
Ilgaz Dağları  
Türkiye.

#### Keywords:

Periglacial landforms  
Climate  
Statistic  
Soil properties  
Ilgaz Mountains  
Turkey.

\*Sorumlu yazar/Corresponding author:

(V. Dede) volkandede@ardahan.edu.tr

DOI: 10.17211/tcd.1002568



#### Atf/Citation:

Dede, V., Dengiz, O., Zorlu, B.Ş., & Zorlu, K. (2021). Ilgaz Dağları'nda yükseltiye bağlı sıcaklık değişiminin periglasyal şekillerdeki toprak özellikleri üzerine etkisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (78), 23-32.

<https://doi.org/10.17211/tcd.1002568>

### ÖZ / ABSTRACT

Çalışmanın amacı; yükseltiye bağlı sıcaklık değişimlerinin, Ilgaz Dağları'nın zirve düzlüğünde bulunan periglasyal şekiller üzerinde oluşmuş farklı toprakların fiziko-kimyasal özelliklerine olan etkisinin ortaya çıkarılmasıdır. Bu amaçla, girland, taş kümesi, çember ve tufurların buldukları yükselti basamaklarının sıcaklıkla olan ilişkisi değerlendirilmiştir. Ele alınan yükselti aralığı 1943-2398 m arasında olup, bu yükselti aralığında dağılışı gösteren periglasyal şekillerden toprak örnekleri alınmış ve farklı sıcaklık değişimleri ile toprak özellikleri istatistiksel olarak ilişkilendirilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde, yükselti ile periglasyal şekillerin bünyesinde bulunan toprakların bazı fiziko-kimyasal özellikleri (EC: Elektriksel iletkenlik, OM: Organik madde, Na+, K+, kil, kum, HA: Hacim ağırlığı, TK: Tarla kapasitesi, SN: Solma noktası, YS: Yarayışlı su, DO: Dispersiyon oranı, SSI: Strüktür stabilite indeksi, KO: Kil oranı ve CF: Kabuk oluşumu) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanamamıştır. Fakat, istatistiksel olmasa da analiz değerlerine göre yükselti artışı ile birlikte özellikle OM ve kil oluşumunda önemli bir azalma olduğu görülmüştür. Bu ise jeo-fiziko-kimyasal reaksiyonunda azaldığını ifade etmektedir. Ayrıca, incelenen periglasyal şekillerde oluşan toprakların kimyasal özelliklerinden kireç, Ca, Mg, pH ve fiziksel özelliklerden ise AS (Agregat stabilitesi) ve Hİ (Hidrolik iletkenlik) değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı oldukları saptanmıştır.

*The aim of the study is to reveal the effect of temperature changes in dependent on elevation on the physico-chemical properties of different soils formed on periglacial landforms located on the summit plain of the Ilgaz Mountains. For this purpose, the relationship of the elevation steps of the non sorted step, the stone cluster, the non sorted circle and the thufurs on the temperature has been evaluated. The elevation range is considered between 1943 m and 2398 m and soil samples have been taken from the periglacial landforms distributed in this elevation range and soil properties with different temperature changes have been statistically correlated. In the statistical approach, there is no statistically significant difference between the elevation and the values of the soils distributed in periglacial landforms related to some physico-chemical properties (EC: Electrical conductivity, OM: Organic matter, Na+, K+, clay, sand, HA: Bulk weight, TK: Field capacity, SN: Wilting point, YS: Useful water, DO: Dispersion ratio, SSI: Structure stability index, KO: Clay ratio and CF: Crust formation). However, according to the analysis values, although not statistically, it is determined that there is a significant decrease in elevation increase, especially in OM and clay formation. It can be said that this situation is caused by a decrease in the geo-physico-chemical reaction, as well as the bio-chemical reaction. In addition, it is determined that the chemical properties of lime, Ca, Mg, pH and physical properties of the soils formed in the considered periglacial landforms are statistically significant in terms of AS (Aggregate stability) and HI (Hydrological conductivity) values.*



## Extended Abstract

### Introduction

Periglacial regions on Earth are considered as areas around the glacier. Periglacial zones are areas where cold conditions dominate. It can also be defined as the surroundings of the glacial areas where glaciation takes place or the regions shaped under cold climate conditions without glaciation. Periglacial zones correspond to tundra belts at high latitudes and to alpine belts in high mountain areas at mid and low latitudes. Freeze-thaw events and mass movements are dominant in periglacial regions (Tricart, 1968; Feuillet & Matsuoka, 2014). These processes also control the development of periglacial landforms.

The term 'periglacial' was first used to describe physical weathering in the Carpathian Mountains (Lozinski, 1909) to describe areas dominated by cold climatic conditions and evolving landforms. Later, 'periglacial geomorphology' was accepted as a sub-discipline of geomorphology (French, 2007).

Periglacial landforms, as they indicate the paleoclimatic conditions of the period in which they were formed, continue their development today. For this reason, they are affected by both past and present climatic conditions. Scientific studies are carried out in order to determine the formation of periglacial landforms that develop under periglacial processes (Johnson, 1978; Ballantyne, 1996; Clark et al., 1998; Barrows et al., 2004; Colucci et al., 2016; Uxa & Mida, 2017; Uxa et al., 2017; Wolter et al., 2018; Drewes et al., 2018; Hughes, 2018; Soto & Alberti, 2019; Knight et al., 2019; Oliva et al., 2016, 2018, 2020...).

The periglacial regions of Anatolia, located at low latitudes, correspond to the alpine belt in high mountain areas. They are where cold climatic conditions prevail in Anatolia are generally defined as the Eastern Black Sea Mountains, Taurus Mountains and Volcanoes (Kurter, 1991; Çiner, 2004). The Eastern Black Sea Mountains start from the Karagöl Mountains (3036 m) in Giresun in Northeastern Anatolia and continue to the Yalnızçam Mountains (3167 m) on the Ardahan border. The Taurus Mountains cover the area from Sandıras Mountain (2295 m) in Muğla to the Buzul (Cilo) Mountains (4168 m) in Hakkâri. Among the volcanoes are Uludağ (2543 m), Ağrı (5137 m), Süphan (4058 m), Erciyes (3917 m) e.g. Scientific studies are carried out by researchers in order to determine the geomorphological development in the periglacial regions of Anatolia (Erinç, 1949, 1955; Beret, 1956; Bilgin, 1960, 1969, 1972; Planhol & Bilgin, 1961; Erinç et al., 1961; Altın, 2006; Türkeş & Öztürk, 2011; Sarıkaya & Tekeli, 2014; Çakır & Kopar, 2017; Dede et al., 2015, 2020...) (Figure 1).

### Data and Method

In the study, a digital elevation model has been created by digitizing the 1/25.000 scaled Kastamonu F31-c3 and F31-c4 maps. The geomorphology map is obtained by placing the periglacial landforms, which have been determined as a result of fieldworks, on the digital elevation model. In order to determine the geological characteristics of the study area, the 1/100.000 scaled Kastamonu F31 sheet published by the General Directorate of Mineral Research and Exploration has been simplified and redrawn (Uğuz & Sevin, 2011).

Temperature and precipitation parameters are important

indicators in climate studies. The importance of meteorological stations in obtaining these data is quite high. However, the fact that there are few or no station points in high mountain areas creates the problem of data deficiency. In such studies, interpolation methods are used to overcome this deficiency. Temperature and precipitation values reduced by the Schreiber formula is a frequently used reduction formula for interpolation methods.

Accordingly, the temperature data of the stations are reduced to sea level by means of formula (1) depending on their elevation. In addition, the precipitation data of the stations are reduced to sea level by means of the formula (2) attributed to Schreiber (Ardel et al., 1969; Dönmez, 1990) depending on their elevation.

$$TdS = TiS + (hi * 0.5) \quad (1)$$

$$TdY = Ti \pm (hiY * 0.54) \quad (2)$$

iscalculated as.

TdS = Average temperature reduced to sea level (°C), TiS = Average temperature of the station (°C), hi = Elevation of the station above sea level (m) and TdY = Average total precipitation reduced to sea level (mm), TiY = Average total precipitation of the station (mm), hi = height of the station above sea level (m). In addition, IDW (inverse distance weighting) interpolation method has been used through geographic information systems to test the accuracy and reliability of the obtained data (Philip & Watson, 1982; Watson & Philip, 1985). It is seen that the obtained results overlap with each other.

## Results and Discussion

### Elevation-temperature relationship

The elevation-temperature values of the periglacial landforms that developed in the Ilgaz Mountains are given in Table 1. The most common of the periglacial landforms is non sorted step, and the elevation ranges in which they occur are between 1943 m and 2398 m. The temperature values of the elevation steps where these landforms are formed are around 5 °C to 2.5 °C on an annual average. Non sorted circles are also among other common landform. It has been determined that they are common between 2016 m and 2323 m elevations. The temperature values of the environment where then non sorted circles are formed are between 4 °C and 2.5 °C. Stone clusters are located between 2089 m and 2380 m elevation levels of the mass. At the elevation where these landforms are formed, the temperatures are similar to the ambient temperature where the non sorted circles are formed, and it has been determined to be around 4 °C to 2.5 °C. In addition, the thufurs are similar to the elevation levels where non sorted circle and stone cluster landforms are formed as elevation steps. These landforms are common between 2092 m and 2398 m and the temperature conditions are again between 4 °C and 2.5 °C. Mass movements occurring under cold climatic conditions with the effect of severe periglacial processes in the field are also common in there search area. They develop in the direction of the slope at elevations of 2068 m and 2215 m as congeliturbate, and the temperature values of the levels formed by the landforms have been found to be around 4 °C and 3.5 °C.

Evaluation of some physico-chemical properties of soils belonging to periglacial landforms according to elevation-temperature changes Table 2 shows the evaluation of the

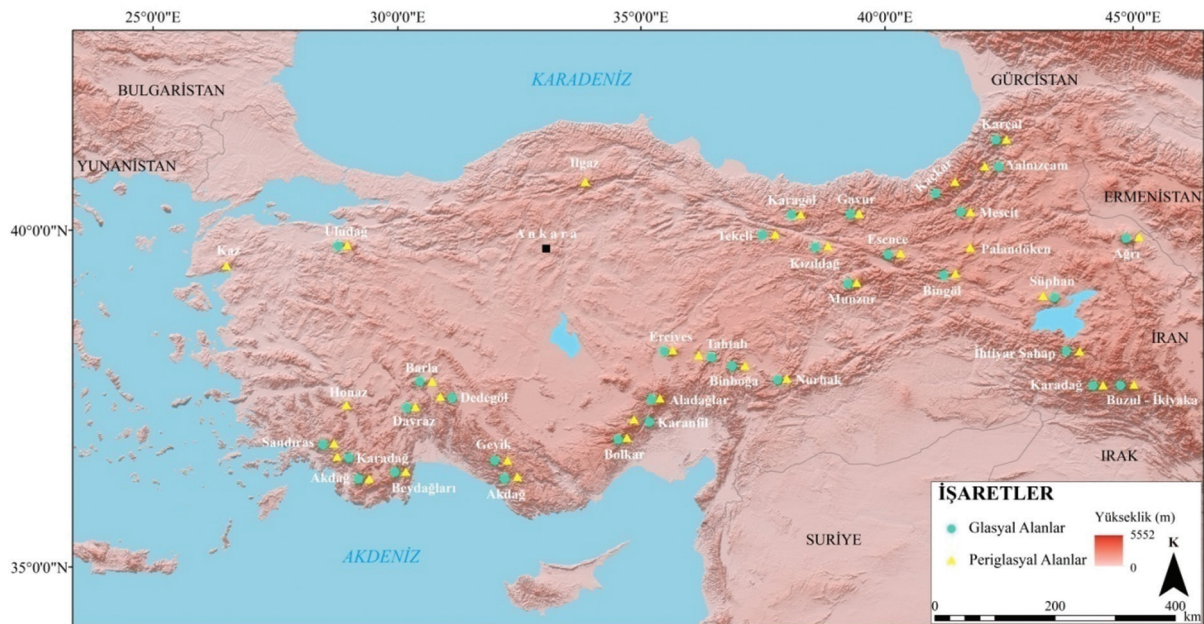
physico-chemical parameters of the soils formed in some periglacial landforms (Non sorted step, stone cluster, non sorted circle and thufur) spreading in the Ilgaz Mountains according to the elevation and temperature changes. Accordingly, no significant difference has been found between the EC: Electrical conductivity, OM: Organic matter, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, clay, sand, HA: Bulk weight, TK: Field capacity, SN: Wilting point, YS: Useful water, DO: Dispersion ratio, SSL: Structure stability index, KO: Clay ratio and CF: Crust formation values of the soils distributed in periglacial patterns with elevation. However, although a statistically significant relationship can not be determined between elevation and some properties, it has been determined that there is a tendency for organic matter to decrease as the elevation increased, especially in the organic matter contents of all the soils belonging to the periglacial landforms discussed. While the OM in the form of non sorted step at an elevation of 1943 m is 8.33 %, this rate increases to 5.41 % at 2395 m. It has been determined that the OM in the soil in the form of thufur located between the elevations (2092-2398 m) varies between 4.16 % and 2.24 %. This situation is also valid for non sorted circles, while the OM is 9.4 % in the soils formed within the non sorted circles at an elevation of 2090 m, this rate decreases to 2.94 % when the elevation of 2323 m is increased. A similar situation is observed in clay formations, although not as evident as in organic matter. For example, while the clay content of the soil at 1943 m elevation has been determined as 33.72 %, at 2210 m 27.69 % and at 2395 m, it has been determined as 26.62 %.

## 1. Giriş

Yerküre’de periglasyal bölgeler, buzul çevresi alanlar olarak kabul edilmektedir. Bu bölgeler, buzullaşmanın gerçekleştiği alanların çevreleri ya da buzullaşma olmadan soğuk iklim şartları altında şekillenen bölgeler olarak da bilinmektedir. Soğuk iklim koşullarının egemen olduğu alanları ve bu koşullar altında gelişen yer şekillerini tanımlayan ‘periglasyal’ terimi ilk kez Karpat Dağları’ndaki fiziksel ayrışmayı belirtmek için kullanılmıştır (Lozinski, 1909). Sonrasında ise ‘periglasyal jeomor-

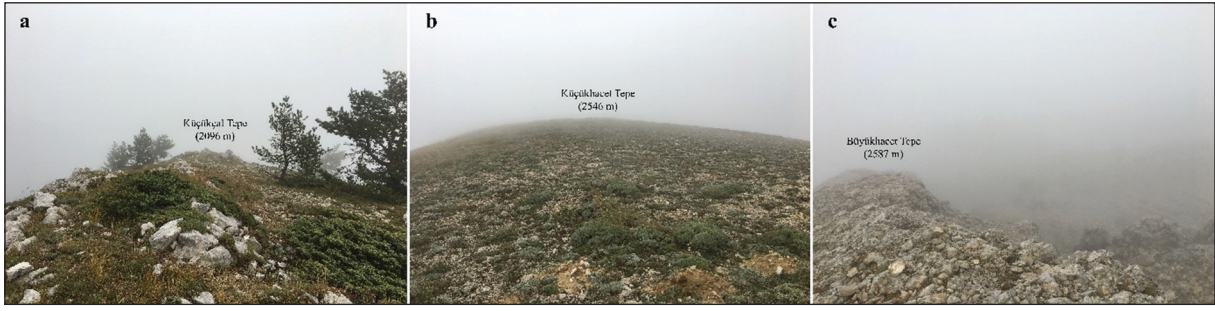
foloji’ jeomorfolojinin bir alt disiplini olarak kabul edilmiştir (French, 2007). Periglasyal bölgelerde donma-çözülme olayları ile kütle hareketleri hâkim durumdadır (Tricart, 1968; Feuillet & Matsuoka, 2014). Bu süreçler aynı zamanda periglasyal şekillerin gelişimini de denetlemektedir. Söz konusu şekiller oluştukları döneme ait paleoiklim koşullarını belirttiği gibi günümüzde de uygun iklim ve ortam şartları altında gelişimlerini devam ettirmektedirler. Başka bir deyişle bu şekillerin hem geçmiş hem de günümüz iklim koşullarından etkilenmeleri söz konusudur. Bu nedenle periglasyal şekiller hem geçmişten günümüze iklim değerlendirmeleri hem de geleceğe yönelik veri setleri oluşturmada önemli belirteçler durumundadır.

Dünya yüzeyindeki periglasyal bölgeler, yüksek enlemlerde tundra kuşaklarına, orta ve alçak enlemlerde ise yüksek dağlık alanlardaki Alpin kuşaklara karşılık gelmektedir. Periglasyal bölgelerin, alçak enlemlerde dağılışı gösterdiği önemli alanlardan biriside Anadolu yarımadasıdır. Anadolu’da da bu bölgeler, yüksek dağlık alanlardaki Alpin kuşaklara denk gelmektedir. Anadolu’da soğuk iklim koşullarının hüküm sürdüğü bu kuşaklar, genel hatları ile Doğu Karadeniz Dağları, Toroslar ve volkanik kütleler olarak bilinmektedir (Kurter, 1991; Çiner, 2004) (Şekil 1). Örneğin, Doğu Karadeniz Dağları, Kuzeydoğu Anadolu’da Giresun’daki Karagöl Dağları’ndan (3036 m) başlayarak Ardahan sınırındaki Yalnızçam Dağları’na (3167 m) kadar uzanmaktadır. Genel literatür incelendiğinde, periglasyal bölgelerin ve bu bölgelerde gelişen şekillerin tespiti için birçok çalışma yapıldığı görülmektedir. Uluslararası düzeyde yapılan çalışmaların (Johnson, 1978; Ballantyne, 1996; Clark vd., 1998; Barrows vd., 2004; Colucci vd., 2016; Uxa & Mida, 2017; Uxa vd., 2017; Wolter vd., 2018; Drewes vd., 2018; Hughes, 2018; Soto & Alberti, 2019; Knight vd., 2019; Oliva vd., 2016, 2018, 2020 gibi) yanı sıra Anadolu’nun periglasyal bölgelerinde de elli yılı aşkın süredir birçok çalışma (Eriç, 1949, 1955; Beret, 1956; Bilgin, 1960, 1969, 1972; Planhol & Bilgin, 1961; Eriç vd., 1961; Altın, 2006; Türkes & Öztürk, 2011; Sarıkaya & Tekeli, 2014; Çakır & Kopar, 2017; Dede vd., 2015, 2020 gibi) yürütülmüştür.



Şekil 1. Anadolu’da glasyal ve periglasyal alanların dağılışı (Kurter, 1991 ve Çiner, 2004’ten yeniden çizilmiştir).  
Figure 1. Distribution of glacial and periglacial areas in Anatolia (Redrawn from Kurter, 1991 and Çiner, 2004).





**Fotoğraf 1.** Ilgaz Dağları zirveler düzlüğünün batıdan doğuya doğru genel hatları (a: Küçükçal Tepe, b: Küçükhacet Tepe, c: Büyükhacet Tepe).

**Photo 1.** The general perspectives of the Ilgaz Mountains summit plain from west to east (a: Küçükçal Peak, b: Küçükhacet Peak, c: Büyükhacet Peak).

Mevcut araştırmada saha olarak seçilen Ilgaz Dağları'nda ise periglasyal jeomorfoloji anlamında yürütülen ilk çalışma Erinç ve ark. tarafından 1961 yılında gerçekleştirilmiştir. Erinç ve ark. Küçükhacet (2546 m) ve Büyükhacet (2587 m) tepelerinden oluşan kütlelerin Küçükhacet tepe bölümünü çalışmışlardır (Foto 1). Söz konusu çalışmada, Ilgaz Dağları zirveler kuşağında girland, taş kümesi, taş halkası, şeritli toprak ve nivasyon sirklerinin varlığından söz edilmiştir.

Fakat mevcut literatürde periglasyal şekillerde, yükselti-sıcaklık-toprak ilişkisini ele alan herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Yükselti-sıcaklık ilişkisi, toprak oluşumundaki jeo-bio-fiziko-kimyasal olaylar üzerinde etkili olması nedeniyle önemli bir faktör olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, yükseldikçe hava sıcaklığı ve nem miktarının azalmasından dolayı kayaçlarda kimyasal ayrışmanın daha sınırlı olduğu ve çoğunlukla jeo-kimyasal süreçler yerine fiziksel parçalanma süreçlerinin yaşandığı bilinmektedir. Nitekim, Van't Hoff'un sıcaklık kuralı dikkate alındığında, sıcaklıktaki her 10 °C'lik artışın, kimyasal reaksiyon hızını da iki ile üç kat arttırdığı belirtilmektedir (Jenny, 1994). Aynı şekilde, Dengiz ve Ekberli (2017), yeryüzünün değişik yerlerindeki sıcaklık farklarının, toprakta meydana gelen kimyasal olayların hızını etkilediğini ve toprak oluşumunu da dolaylı biçimde yönlendirdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, yükselti artışlarına paralel olarak biyolojik faaliyetlerde özellikle mikroorganizma aktivitelerinde de bir azalma görülmektedir. Kızılkaya ve ark. (2019), Ilgaz Dağları'nda farklı yükseltilerde oluşmuş topraklarda mikroorganizma aktivitesini belirlemek amacıyla dehidrogenaz enzim aktivitesini incelemişler ve yükseklik ar-

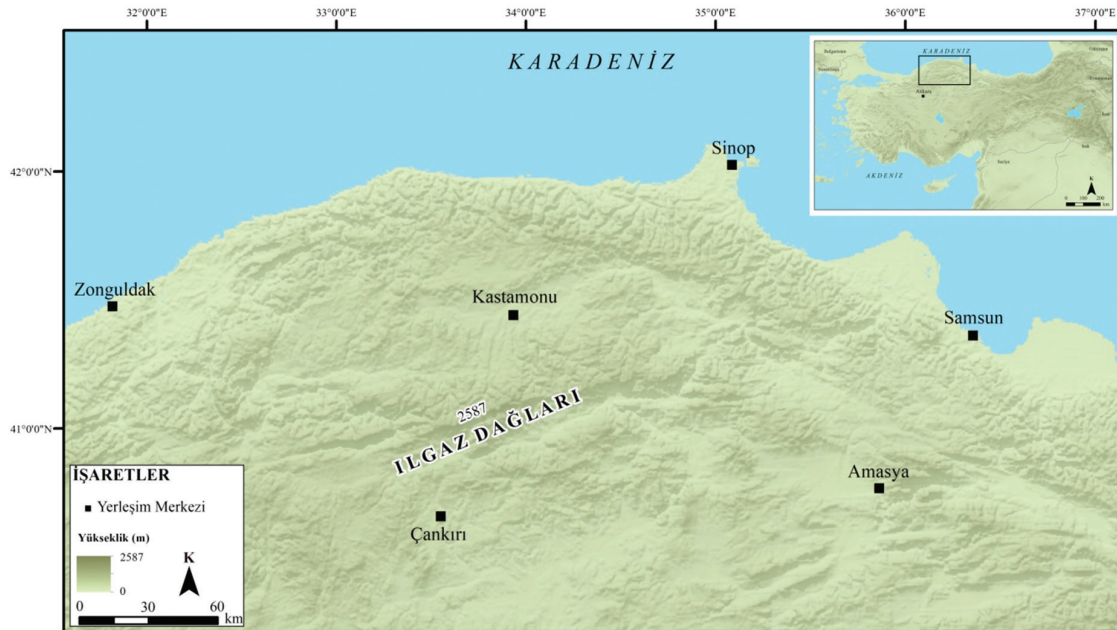
tışı ile söz konusu aktivitelerin azaldığını tespit etmişlerdir. Bu bağlamda, toprak sıcaklık ve nem rejim değişimlerine ait özelliklerin belirlenmesi, sadece toprak oluşumlarının ortaya konulması açısından değil, toprakların gerek sınıflandırılmalarının da gerekse de yönetilmelerinde büyük önem arz etmektedir.

Yukarıda bahsedilen genel çerçeve ve literatürdeki söz konusu boşluk referans alındığında, bu araştırmanın amacı: yükseltiye bağlı sıcaklık değişimlerinin, Ilgaz Dağları'nda bulunan periglasyal şekiller üzerinde oluşmuş farklı toprakların fiziko-kimyasal özelliklerine olan etkisinin ortaya çıkarılmasıdır. Bu amaçla, yükseltiye bağlı sıcaklık değişimi ile toprakların fiziko-kimyasal özellikleri arasındaki ilişki istatistiksel olarak incelenmiştir. Söz konusu araştırmanın, teorik anlamda literatüre önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Çalışma Alanı

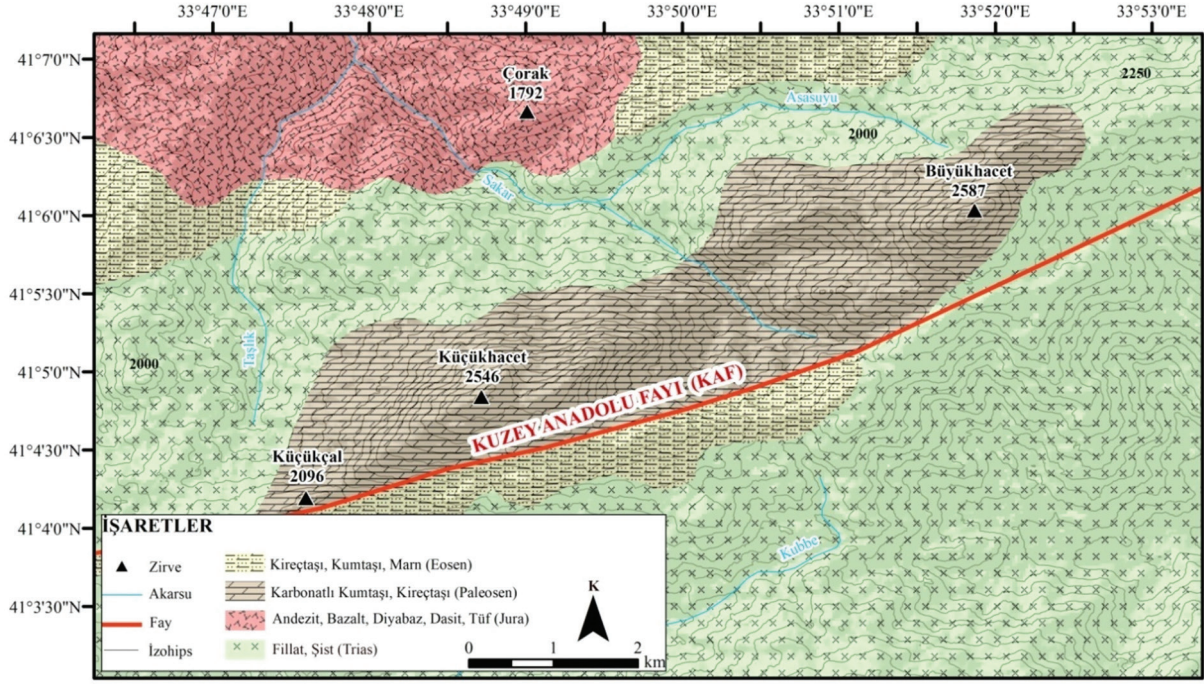
Ilgaz Dağları (2587 m) Anadolu'nun kuzeyinde Karadeniz Bölgesi'nin batısında 41°03'-41°06' kuzey enlemleri ile 33°46'-33°53' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Ayrıca Ilgaz Dağları, Batı Karadeniz Bölümü'nün en yüksek dağlık alanını da oluşturmaktadır. Zirveler düzlüğü doğudan batıya doğru Büyükhacet (2587 m) ve Küçükhacet (2546 m) tepelerinden meydana gelmektedir (Şekil 2). Ilgaz Dağları güneybatı-kuzeydoğu yönünde kuş uçuşu 10 km uzunluğa, kuzey-güney yönünde ise 2.5 km genişliğe sahip bir küttedir. Ilgaz Dağları'nı Kube, Asasuyu, Taşlık ve Sakar dereleri boşaltmaktadır.



**Şekil 2.** Ilgaz Dağları'nın yer bulduru haritası.

**Figure 2.** Location map of Ilgaz Mountains.





**Şekil 3.** Ilgaz Dağları'nın topografik özellikleri ve jeolojik yapısı (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü 1/100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Kastamonu F-31 Paftası'ndan sadeleştirilmiştir).

**Figure 3.** Topographic features and geological structure of Ilgaz Mountains (Simplified from Kastamonu F-31 Map, General Directorate of Mineral Research and Exploration 1/100.000 Scale Geological Maps of Turkey).

Ilgaz Dağları üzerinde periglasyal şekillerin meydana geldiği zirveler kuşağında karbonatlı kumtaşı, kireçtaşı ve marn yaygın olarak görülmektedir. Paleosen ve Eosen yaşlı bu kayaların temelinde ise Trias yaşlı fillat ve şistler bulunmaktadır (Uğuz & Sevin, 2011). Bu bağlamda temelin metamorfik, zirveler kuşağının ise sedimanter kayalardan oluştuğu söylenebilir. Ilgaz Dağları zirveler düzlüğü güneyinde Kuzey Anadolu Fayı güneybatı-kuzeydoğu yönlü uzanış göstermektedir (Şekil 3).

## 2.2 Yöntem ve Analizler

Araştırmada arazi çalışmalarıyla toplanan birincil, ikincil ve mekânsal veriler laboratuvar ve ofis çalışması aşamalarıyla analiz edilerek anlamlı hale getirilmiştir. Araştırmada kullanılan verilerin analizleri çeşitli aşamalarda gerçekleştirilmiştir.

İlk olarak, araştırma sahasının çeşitli tematik haritaları (lokasyon, dağılışı, jeoloji ve jeomorfoloji) oluşturulmuştur. Bu çerçevede 1/25.000 ölçekli Kastamonu F31-c3 ve F31-c4 paftaları sayısallaştırılmış ve oluşturulan sayısal yükselti modeli üzerine, arazi çalışmaları neticesinde tespiti gerçekleştirilen periglasyal şekiller yerleştirilerek jeomorfoloji haritası elde edilmiştir. Çalışma alanının jeolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla da Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan 1/100.000 ölçekli Kastamonu F31 paftası sadeleştirilerek yeniden çizilmiştir (Uğuz & Sevin, 2011).

İkinci olarak, yükseltiye göre sıcaklık değişimini değerlendirebilmek için araştırmada kullanılan meteorolojik veriler, enterpolasyon yöntemleriyle uygun hale getirilmiştir. Nitekim iklim çalışmalarında sıcaklık ve yağış parametreleri önemli belirteçler durumundadır. Bu verileri elde etmede meteoroloji istasyonları oldukça önemlidir fakat yüksek dağlık alanlarda istasyon noktalarının çok az ya da hiç olmaması veri eksikliği sorununu ortaya çıkarmaktadır. Bu tarz çalışmalarda bu ek-

sikliğin giderilebilmesi için enterpolasyon yöntemleri kullanılmaktadır. Schreiber formülü ile indirgenen sıcaklık ve yağış değerleri enterpolasyon yöntemleri için çok sık kullanılan bir indirgeme formülüdür.

Schreiber'a göre istasyonların sıcaklık verileri yüksekliklerine bağlı olarak formül (1) aracılığıyla deniz seviyesine indirgenmektedir. Ayrıca istasyonların yağış verileri yüksekliklerine bağlı olarak Schreiber'e atfedilen (Ardel vd., 1969; Dönmez, 1990) formül (2) aracılığıyla da deniz seviyesine indirgenmektedir.

$$TdS = TiS + (hi * 0.5) \quad (1)$$

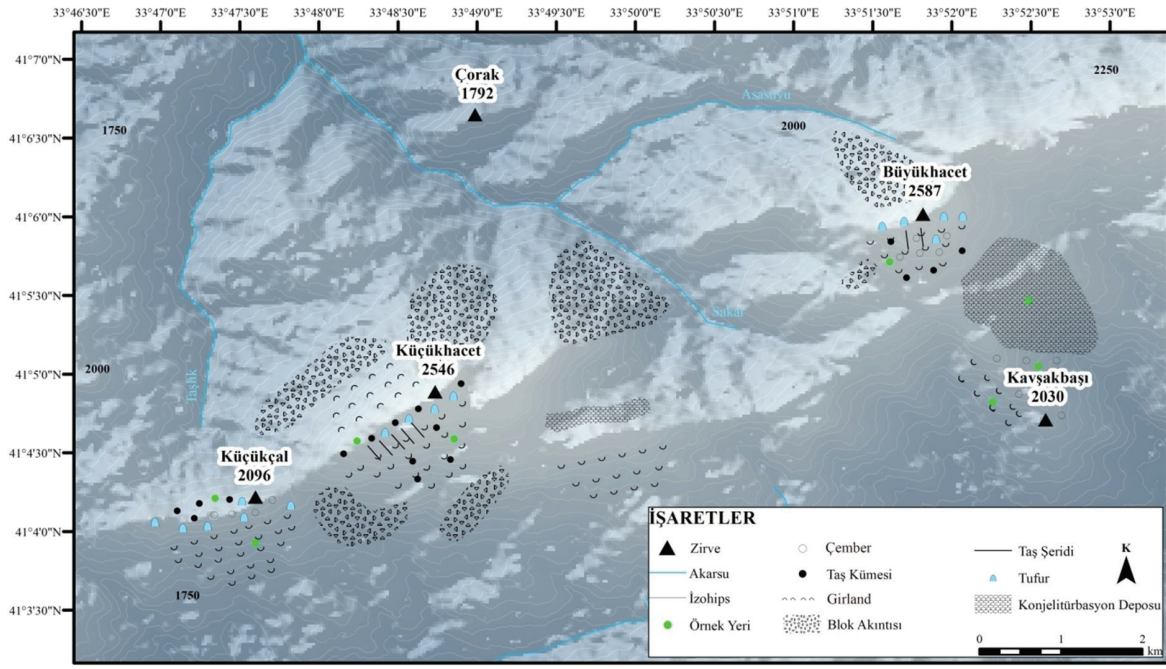
$$TdY = Ti \pm (hiY * 0.54) \quad (2)$$

şeklinde hesaplanır.

Burada, TdS = Deniz seviyesine indirgenmiş ortalama sıcaklık (°C); TiS = İstasyonun ortalama sıcaklığı (°C); hi = İstasyonun deniz seviyesinden yüksekliği (m) ve TdY = Deniz seviyesine indirgenmiş ortalama toplam yağış (mm); TiY = İstasyonun ortalama toplam yağış (mm); hi = İstasyonun deniz seviyesinden yüksekliğini (m) ifade etmektedir. Ayrıca elde edilen verilerin doğruluğu ve güvenilirliğini sınama adına Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) aracılığı ile IDW (Inverse Distance Weighting) enterpolasyon yöntemi de kullanılmıştır (Philip & Watson, 1982; Watson & Philip, 1985). Elde edilen sonuçların birbiri ile örtüştüğü görülmüştür.

Üçüncü olarak, Ilgaz Dağları'nda periglasyal şekillerin bulunduğu alanlardan toplamda 27 adet toprak örneği alınmış ve analiz edilmiştir. Örneklerin; 9 adeti gırland, 6 adeti taş kümesi, 4 adeti çember, 5 adeti tufur ve 3 adeti ise konjelitürbasyon depolarından oluşmaktadır (Şekil 4-Foto 2). Söz konusu toprak örnekleri, laboratuvarında 2 mm elekten geçirildikten sonra bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik analizler yapılmıştır. Toprakların bünye analizi için (Bouyoucos, 1962), pH 1:2,5'lik toprak-su



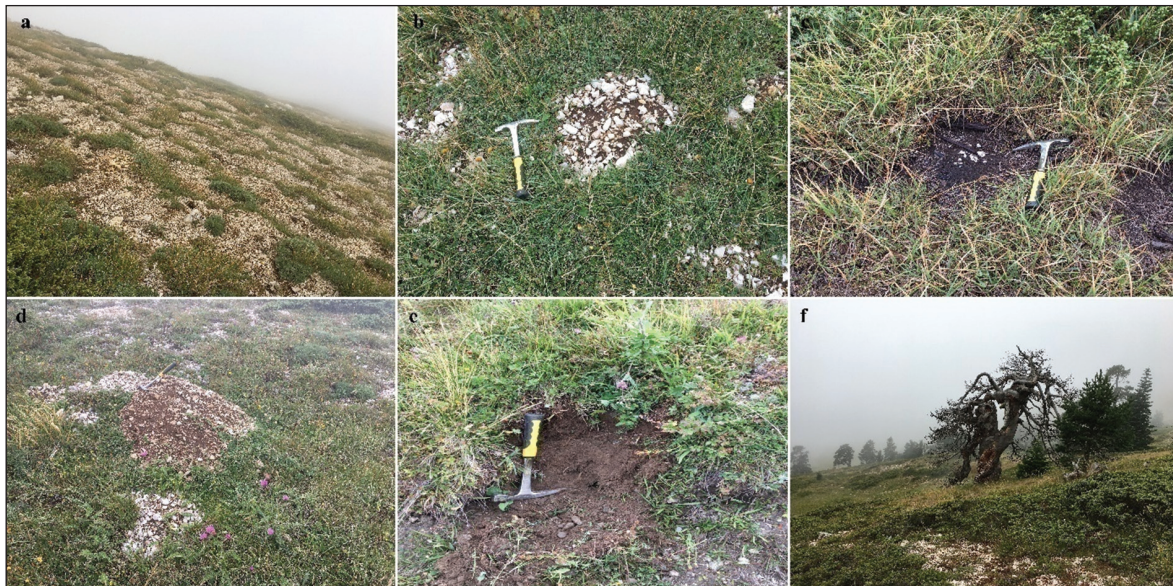


**Şekil 4.** Ilgaz Dağları'nın periglasyal jeomorfoloji haritası.  
**Figure 4.** Periglacial geomorphology map of Ilgaz Mountains.

karışımında (Ülgen & Yurtsever, 1995), EC 1:2,5'lik toprak-su karışımında (Ülgen & Yurtsever, 1995), organik madde (Jackson, 1958), kireç analizi (Ülgen & Yurtsever, 1995) ve agregat stabilitesi yoder tipi eleme setinde ıslak eleme yöntemine göre belirlenmiştir (Kemper & Rosenau, 1986). Strüktür Stabilité İndeksi (SSI), hidrometre ölçümlerine dayanılarak (Leo, 1963), topraklara ait kil oranı (KO) indeks Bouyoucos (1935) yöntemine göre, toprak kabuk oluşması ise Pieri (1989)'a göre belirlenmiştir.

Son olarak, araştırma verilerinin istatistiksel analiz aşaması gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilerin analizinde IBM SPSS 22 paket programı kullanılmıştır. Programda veri seti oluşturulduktan sonra, nümerik değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri incelenmiştir. Değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri normal

dağılım gösteren değişkenler için ortalama ( $\pm$ ) standart sapma, normal dağılım göstermeyen değişkenler için ise ortanca (min-maks) şeklinde sunulmuştur. Nümerik değişkenlerin normallik dağılımı "Shapiro-Wilk" testi kullanılarak analiz edilmiştir. Normal dağılım gösteren değişkenlerde gruplar arası karşılaştırmalarda "Tek yönlü varyans analizi (ANOVA)" kullanılmış ve anlamlı çıkan grupları saptamak için alt grup testlerinden "Tukey" veya "Tamhane" testlerinden faydalanılmıştır. Varyans homojenliği için "Levene" testine bakılmıştır. İki denekten çok normal dağılım göstermeyen nümerik grupların karşılaştırılmasında "Kruskal-Wallis H" testinden yararlanılıp anlamlı çıkan grupları saptamak için "İkili karşılaştırmalar Bonferonni Düzeltmesi" uygulanmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyleri ise  $p < 0.10$ ,  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$  ve  $p < 0.001$  olarak kabul edilmiştir.



**Fotoğraf 1.** Ilgaz Dağları zirveler düzlüğündeki periglasyal şekiller (a: Girland, b: Taş kümesi, c: Çember, d: Tufur, e: Konjelitürbasyon, f: Genel görünüm).  
**Photo 1.** Periglacial landforms in the Ilgaz Mountains summit plain (a: Non sorted step b: Stone cluster, c: Non sorted circle, d: Thufur, e: Congeliturbate, f: General view).

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Yükselti-Sıcaklık İlişkisi

İlgaz Dağları'ndaki periglasyal şekillere ait yükseklik ve sıcaklık değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Periglasyal şekiller içerisinde en yaygın olanı girland olup, bunların oluştuğu yükseklik aralıkları 1943 m ile 2395 m'dir. Bu şekillerin oluştuğu yükselti basamaklarının sıcaklık değerleri yıllık ortalama 5°C ile 2.5°C civarındadır. Çemberler de ayrıca diğer yaygın şekiller arasındadır. Bunlarda 2016 m ile 2323 m yükseltileri arasında yer almaktadır. Çemberlerin oluştuğu ortamın sıcaklık değerleri ise 4°C ile 2.5°C aralığındadır. Taş kümeleri kütlelenin 2089 m ile 2380 m yükselti seviyeleri arasında bulunmaktadır. Bu şekillerin oluştuğu yükseltide ise sıcaklıklar çemberlerin oluştuğu ortam sıcaklığına benzer olup, 4°C ile 2.5°C civarında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, tufurlar da yükselti basamakları olarak çember ve taş kümelerinin oluştuğu yükselti seviyeleri ile benzerlik göstermektedir. Bu şekiller 2092 m ile 2398 m arasında yaygındır ve sıcaklık koşulları ise yine 4 ile 2.5°C seviyelerindedir. Sahada yaşanan periglasyal süreçlerin etkisi ile soğuk iklim koşulları altında oluşan kütle hareketleri de araştırma alanında yaygın olarak görülmüştür. Bunlar konjelitürbasyon depoları olarak 2068 m 2215 m yükselti aralıklarında eğim doğrultusunda gelişim göstermekte ve şekillerin oluştuğu seviyelerin sıcaklık değerleri ise 4 ile 3.5°C civarında olduğu saptanmıştır.

#### 3.2. Periglasyal Şekillerdeki Toprakların Bazı Fiziko-Kimyasal Özelliklerinin Yükselti Ve Sıcaklık Değişimlerine Göre Değerlendirilmesi

İlgaz Dağları'nda yayılım gösteren bazı periglasyal şekillerde (girland, taş kümesi, çember ve tufur) oluşan topraklara ait fiziko-kimyasal parametrelerin yükselti ve sıcaklık değişimlerine göre değerlendirilmesi Tablo 2'de verilmiştir. Buna göre yükselti ile periglasyal şekillerde dağılım gösteren toprakların EC, OM, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, kil, kum, HA, TK, SN, YS, DO, SSI, KO ve CF değerleri arasında anlamlı bir fark saptanamamıştır. Fakat, istatistiksel olarak yükselti ile bazı özellikler arasında anlamlı bir ilişki saptanmasa da, özellikle ele alınan tüm periglasyal şekillere ait toprakların OM içeriklerinde yükselti arttıkça azalma eğilimi olduğu belirlenmiştir. 1943 m yükseltide yer alan girlandlarda OM % 8.33 iken, 2395 m'de bu oran % 5.41'e, 2089 m yükseltide yer alan taş kümesinde oluşan toprakta OM % 12.24 iken, 2380 m yükseklikte bu oran % 6.96'a indiği ve yine yaklaşık benzer yükselti (2092-2398 m) arasında yer alan tufurlar bünyesindeki toprakta OM'nin % 4.16 ile 2.24 arasında değiştiği belirlenmiştir. Toprakların OM içeriklerine yönelik sınıflama içerisinde (< % 1 çok az, % 1-2 az, % 2-3 orta, % 3-4 iyi, >% 4 yüksek, Anonim, 1988) yükselti artışıyla azalma meydana gelse de hepsi yüksek sınıfa girdiği tespit edilmiştir. Bu

durum çemberler içinde geçerli olup, 2090 m yükseklikte yer alan çemberler içerisinde oluşan topraklarda OM % 9.4 iken 2323 m yüksekliğe çıkıldığında bu oran % 2.94'e inmiştir. Fakat çemberlerdeki azalma miktarının girlandlardan daha fazla olduğu ve organik madde miktarının orta düzeye kadar indiği belirlenmiştir. Benzer bir durum organik madde kadar belirgin olmasa da, kil oluşumları içinde gözlenmiştir. Örneğin 1943 m yükseltide toprakların kil içeriği % 33.72, 2210 m'de % 27.69 ve 2395 m'de ise % 26.62 olarak belirlenirken, taş kümesinde 2089 m yükseltide kil % 17.42 iken, 2380 m'de % 14.03 olarak belirlenmiştir. Benzer azalma çemberlerde oluşan toprak örneklerinde de belirlenmiştir.

Ekberli ve Dengiz (2017) sıcaklık derecesi arttıkça topraktaki organik madde ve dolayısıyla azot miktarı artan mikroorganizma etkinliği yüzünden azalmakta olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada ise yükselti artışına bağlı olarak organik madde ve kil oluşumundaki belirlenen azalma, azalan sıcaklık gerek kimyasal reaksiyonun yavaşlaması gerekse organik maddenin oluşumu için gerekli olan bitki örtüsündeki azalmadan ileri gelmekte olduğu söylenebilmektedir.

Yapılan istatistiksel incelemede, periglasyal şekillerin sıcaklık değerleri arasında en az bir grubun diğerlerinden farklı olduğu % 90 güvenle saptanmış olup, bu farklılığında girland ile tufurlar arasındaki sıcaklık farklılığından olduğu saptanmıştır. Toprakların pH değerleri girland, taş kümesi ve tufurlarda nötr ile hafif alkali (7.01 ile 7.13) özellik göstermekte iken, çemberlere ait topraklar asit reaksiyon (pH: 5.69) özelliği göstermektedir. İstatistiksel olarak pH değerleri ortalamaları arasında en az bir grubun ortalamasının diğerlerinden farklı olduğu %99 güvenle saptanmış ve bu farklılığında çember pH ortalamasının diğer şekillere göre düşük olmasından kaynaklandığı belirlenmiştir. Toprakların kireç (CaCO<sub>3</sub>) içerik değerlerine göre karşılaştırıldığında, % 90 güvenle en az bir grubun diğerlerinden farklı olduğu saptanmıştır. Bu farklılık tufur, girland ve taş kümelerinin CaCO<sub>3</sub> değerlerinin benzer ve yüksek; taş kümesinin ve çemberin daha düşük ve birbirinden farklı olduğu saptanmıştır. Bu durum özellikle girland ve tufurların genellikle yayılım gösterdiği toprakların ana materyal özelliklerinin CaCO<sub>3</sub> kireçtaşı ve marnca yaygın olmasıdır. Benzer şekilde, toprakların Ca iyonu değerleri karşılaştırıldığında, % 90 güvenle en az bir grubun diğerlerinden farklı olduğu saptanmıştır. Taş kümesi Ca ortalaması en yüksek, girland ve tufurların ortalamaları benzer ve daha düşük, çember Ca ortalamasının ise daha düşük olduğu saptanmıştır. Diğer bir bazik katyon olan Mg değerleri karşılaştırıldığında, % 90 güvenle en az bir grubun diğerlerinden farklı olduğu saptanmış, girland ve taş kümesi Mg değerlerinin benzer ve yüksek, çember Mg değerinin ise en düşük olduğu belirlenmiştir.

**Tablo 1.** İlgaz Dağları'ndaki periglasyal şekillere ait yükselti-sıcaklık değerleri (MGM, 2021).

**Table 1.** Elevation-temperature values of periglacial landforms in İlgaz Mountains (Turkish Meteorological Service (TMS), 2021).

Periglasyal Şekil	Yükselti (m)	Sıcaklık(°C)
Girland	1943 - 2395	5 -2.5
Çember	2016 - 2323	4 -2.5
Taş Kümesi	2089 - 2380	4 -2.5
Tufur	2092 - 2398	4 -2.5
Konjelitürbasyon	2068 - 2215	4 -3.5



Toprakların önemli fiziksel özellikleri içerisinde yer alan hidrolik iletkenlik (Hİ) ve agregat stabilite (AS) özellikleri yönünden değerlendirildiğinde, Hİ değerlerine göre karşılaştırmada yine % 90 güvenle en az bir grubun diğerlerinden farklı olduğu tespit edilmiştir. Taş kümesi ve çembere ait toprakların Hİ değerleri, benzer ve diğerlerine göre daha yüksek olup, gırlanın tufura göre Hİ değerinin daha düşük olduğu saptanmıştır. Çünkü gırlanlara ait toprakların kil içerikleri daha yüksektir. Toprakta kum miktarının fazla olması toprağın havalanma ve su geçirgenliğini artırmaktadır, ancak su tutma kapasitesini ve kohezyonu düşürmektedir (Atalay, 1982). Buna karşılık, kil içeriği yüksek topraklar yüksek su tutma kapasitesine sahip olmalarına karşın havalanma ve geçirgenlikleri iyi değildir (Schahtschabel vd., 1993). AS değerlerine göre karşılaştırıldığında % 95 güvenle en az bir grubun diğerlerinden farklı olduğu saptanmıştır. Dört grubun AS değerleri istatistiksel açıdan birbirinden farklı olup, AS değeri yüksekten düşüğe doğru gırlan, taş kümesi, çember ve tufur olarak farklılık göstermekte olduğu belirlenmiştir. AS değerlerinin yüksek olmasının en önemli sebebi ise organik madde değerlerinin ve özellikle kil içeriklerinin yüksek, buna karşın tufurlar içerisinde dağılım gösteren

toprakların organik madde içeriğinin düşük ve kum oranlarının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Noori (1969), toprakların kil miktarı ile agregat stabilitesi arasında yüksek seviyede pozitif ilişki olduğunu belirlemiş ve kil fraksiyonunun diğer kaba toprak tanelerinin agregatlaşmasını sağlamaktan çok, kendi aralarında bağlayıcı rol oynadıklarını belirtmektedir. Saygın ve ark. (2019), Rize ili sınırları içerisinde yer alan mikro havzaya ait çay tarımı yapılan toprakların bazı fiziko-kimyasal özellikler ile agregat stabilitesi (AS) arasındaki ilişkinin değerlendirilmesine yönelik yaptıkları çalışmada, AS ve toprak özellikleri ilişkisinde en yüksek pozitif korelasyon organik madde ile azot arasında (0.89\*\*) görülürken, en yüksek negatif korelasyonun ise kum ile silt (-0.83\*\*) arasında olduğunu saptamışlardır. Yine buğday ekili alanlarda agregat stabilitesine etki eden faktörlerin belirlenmesine yönelik Gümüş ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada toprakların agregat stabilitesi ile kil miktarı arasında önemli (P<0.01) pozitif bir ilişki (R2: 0.82) belirlerken, Wagner ve ark. (2000) tarafından yapılan bir çalışmada ise; agregat stabilitesi ve kil içeriği arasında önemli bir pozitif ilişki olduğu belirtilmiştir.

**Tablo 2.** Periglasyal şekillerde oluşan topraklara ait bazı fiziko-kimyasal parametrelerin yükselti-sıcaklık değişimlerine göre değerlendirilmesi.

**Table 2.** Evaluation of some physico-chemical parameters of soils formed in periglacial landforms according to elevation-temperature changes.

Parametreler	Periglasyal şekiller				p değeri
	Gırlan	Taş kümesi	Çember	Tufur	
Yükselti (m)	2145(1943-2345)	2269(2089-2380)	2120(2016-2325)	2359(2092-2398)	0,130
Sıcaklık (°C)	4 (2,5-5)	3,05(2,5-4)	3,55(2,5-4,6)	2,5(2,5-3,7)	<b>0,070</b>
pH	7,067±0,326 <sup>a</sup>	7,013±0,351 <sup>a</sup>	5,697±0,597 <sup>b</sup>	7,13±0,494 <sup>a</sup>	<b>&lt;0,001</b>
EC (dS/m)	0,303(0,20-0,68)	0,345(0,21-0,47)	0,193(0,16-0,44)	0,385(0,20-0,63)	0,359
OM (%)	6,467±3,182	8,032±3,724	6,088±2,710	4,160±1,750	0,247
CaCO <sub>3</sub> (%)	7,173(0,74-61,79) <sup>a</sup>	4,084(3,32-32,80) <sup>b</sup>	2,507(0,74-2,76) <sup>c</sup>	7,004(2,81-32,08) <sup>a</sup>	<b>0,074</b>
Ca (cmol/kg)	17,799±10,959 <sup>a</sup>	24,768±12,217 <sup>c</sup>	5,977±1,736 <sup>b</sup>	17,934±9,684 <sup>a</sup>	<b>0,073</b>
Mg (cmol/kg)	19,72 (4,99-35,21) <sup>a</sup>	18,34(7,74-28,83) <sup>a</sup>	7,52(4,27-8,78) <sup>c</sup>	12,72(4,90-13,25) <sup>b</sup>	<b>0,056</b>
Na (cmol/kg)	0,529±0,074	0,544±0,146	0,419±0,068	0,492±0,098	0,258
K (cmol/kg)	0,827±0,532	0,594±0,326	0,555±0,329	0,498±0,306	0,476
Kil (%)	25,829±7,695	22,756±9,306	17,782±1,368	23,648±7,945	0,396
Silt (%)	28,122±6,183	36,285±6,211	30,151±4,385	34,469±5,805	<b>0,167</b>
Kum (%)	46,048±7,611	40,958±10,284	52,066±4,694	41,881±5,401	0,144
HA (gr/cm <sup>3</sup> )	1,270±0,122	1,151±0,146	1,242±0,145	1,334±0,099	0,152
Hİ (mm/h)	14,29(6,27-58,72) <sup>c</sup>	36,13(18,87-75,64) <sup>a</sup>	36,98(28,78-44,13) <sup>a</sup>	17,38(7,18-42,67) <sup>b</sup>	<b>0,055</b>
TK (%)	32,477±4,545	33,383±3,170	28,450±3,823	30,680±4,544	0,283
SN (%)	18,766±4,101	17,800±3,703	14,750±2,192	16,600±4,520	0,375
YS (%)	13,711±1,549	15,583±1,572	13,700±1,764	14,080±1,023	0,124
AS (%)	44,711±21,475 <sup>a</sup>	31,542±15,962 <sup>b</sup>	22,626±6,105 <sup>c</sup>	18,503±4,831 <sup>d</sup>	<b>0,034</b>
DO (%)	17,956±9,691	24,423±13,619	15,248±8,745	23,853±10,429	0,458
SSI (%)	43,963±8,505	45,509±13,984	41,629±3,989	43,839±9,613	0,946
KO	3,266±1,534	4,109±2,148	3,914±1,183	3,763±2,048	0,820
CF	12,117±6,175	14,596±8,406	12,333±6,259	8,232±5,088	0,484

EC: Elektriksel iletkenlik, OM: Organik madde, HA: Hacim ağırlığı, Hİ: Hidrolik iletkenlik, TK: Tarla kapasitesi, SN: Solma noktası, YS: Yarayışlı su, AS: Agregat stabilitesi, DO: Dispersiyon oranı, SSI: Strüktür stabilite indeksi, KO: Kil oranı, CF: Kabuk oluşumu.

\*Normal dağılım gösteren değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri ortalama ± standart sapma olarak ifade edilirken; normal dağılım göstermeyen değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri ortanca (min-max) olarak ifade edilmiştir. \*\*Normal dağılım gösteren değişkenlerin karşılaştırılmasında ANOVA, normal dağılmayan değişkenlerin karşılaştırılmasında Kruskal-Wallis H testi kullanılmıştır; p<0.10, p<0.05, p<0.01 ve p<0.001 alınmıştır.

#### 4. Sonuç

Bu çalışma, Ilgaz Dağları üzerinde farklı yükseltilerde dağılım gösteren periglasyal şekillere ait (girland, taş kümesi, çember ve tufur) toprakların bazı fiziko-kimyasal özellikleri ile yükselti ve sıcaklığın etkisinin istatistiksel olarak incelemesine yönelik olarak gerçekleştirilmiştir. Yapılan istatistiksel yaklaşımda yükselti ile periglasyal şekillerde dağılım gösteren toprakların bazı fiziko-kimyasal özelliklere (EC, OM, Na+, K+, kil, kum, HA, TK, SN, YS, DO, SSI, KO ve CF) ait değerler arasında anlamlı bir fark saptanamamıştır. Fakat, istatistiksel olmasa da analiz bulgularına göre yükselti artışı ile özellikle OM ve kil oluşumunda önemli azalma olduğu ve bu durumun ise jeo-fiziko-kimyasal reaksiyonun yanı sıra biyo-kimyasal reaksiyonun azalmasından kaynaklandığı ileri sürülebilir. Ayrıca, ele alınan periglasyal şekillerde oluşan toprakların kimyasal özelliklerinden kireç, Ca, Mg, pH ve fiziksel özelliklerden ise AS ve Hİ değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı oldukları belirlenmiştir.

#### Katkı Belirtme ve Teşekkür

Yazarlar, çalışmayı 2019-001 numaralı proje ile destekleyen Ardahan Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne ve arazi çalışmaları esnasındaki yardımlarından dolayı Soner Serin'e içtenlikle teşekkür eder.

#### Kaynakça

- Altın, T. (2006). Aladağlar ve Bolkar Dağları üzerinde görülen periglasyal jeomorfolojik şekiller, *Türk Coğrafya Dergisi*, 46, 105-122. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tcd/issue/21235/227865>.
- Anonim. (1988). *Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi*. T.C. Tarım Orman Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, 151, Teknik Yayınlar, T-59.
- Ardel, A., Kurter, A. & Dönmez, Y. (1969). *Klimatoloji Tatbikatı*, İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1123, Edebiyat Fakültesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları, 40, Taş Matbaası.
- Atalay, İ. (1982). *Toprak Coğrafyası*, Ege Üniversitesi, Sosyal Bilimler Fakültesi Yayınları, 8.
- Ballantyne, C. K. (1996). Formation of miniature sorted patterns by shallow ground freezing: A field experiment. *Permafrost and Periglacial Processes*, 7(4), 409-424. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1530\(199610\)7:4<409::AID-PPP230>3.0.CO;2-3](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1530(199610)7:4<409::AID-PPP230>3.0.CO;2-3).
- Barrows, T. T., Stone, J. O. & Fifield, L. K. (2004). Exposure ages for Pleistocene periglacial deposits in Australia, *Quaternary Science Reviews*, 23, 697-708. <https://10.1016/j.quascirev.2003.10.011>.
- Beret, B. (1956). Çakırgöl Dağı'nda glasyal izler, *Türk Coğrafya Dergisi*, 15-16, 115-125. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tcd/issue/21268/228333>.
- Bilgin, T. (1960). Kaz Dağı ve üzerindeki periglasyal şekiller hakkında, *Türk Coğrafya Dergisi*, 20, 114-123. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tcd/issue/21265/228296>.
- Bilgin, T. (1969). *Gavur Dağı Kütlesinde Glasyal ve Periglasyal Topğrafya Şekilleri*, İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1494.
- Bilgin, T. (1972). *Munzur Dağları Doğu Kısmının Glasyal ve Periglasyal Morfolojisi*, İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1757.
- Bouyoucos, G. J. (1935). The clay ratio as a criterion of soils to erosion. *Journal of the American Society of Agronomy*, 27: 738-751. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201301776020>.

- Bouyoucos, G. J. (1962). Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils 1. *Agronomy Journal*, 54(5): 464-465. <https://doi.org/10.2134/agronj1962.00021962005400050028x>.
- Clark, D. H., Steig, E. J., Potter, N. & Gillespie, A. R. (1998). Genetic variability of rock glaciers. *Geografiska Annaler*, 80A(3-4): 175-182. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.0435-3676.1998.00035.x>.
- Colucci, R. R., Boccali, C., Zebre, M. & Guglielmin, M. (2016). Rock glaciers, protalus ramparts and pronival ramparts in the south-eastern Alps, *Geomorphology*, 269, 112-121. <http://10.1016/j.geomorph.2016.06.039>.
- Çakır, Ç. & Kopar, İ. (2017). Palandöken Dağları'nda tufurlar ve doğal ortam özelliklerinin tufurların oluşumu üzerindeki etkisi, *Uluslararası Jeomorfoloji Sempozyumu, 12-14 Ekim 2017, Bildiriler Kitabı*, 103-110.
- Çiner, A. (2004). *Turkish glaciers and glacial deposits*, Ehlers, J., Gibbard, P. L. (Eds.), In: Quaternary Glaciations: Extent and Chronology, Part I: Europe, Elsevier, Amsterdam, 419-429.
- Dede, V., Çiçek, İ. & Uncu, L. (2015). Karçal Dağları'nda kaya buzulu oluşumları, *Hacettepe Üniversitesi, Yer Bilimleri Dergisi*, 36, 2, 61-80. <https://doi.org/10.17824/yrb.90910>.
- Dede, V., Dengiz, O., Demirağ Turan, İ., Türkeş, M., Gökçe, C. & Serin, S. (2020). Ilgaz Dağları periglasyal şekillerinde oluşmuş toprakların fizikokimyasal özellikleri ile bazı erozyon duyarlılık parametreleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi, *Ankara Üniversitesi, Coğrafi Bilimler Dergisi*, 18, 99-123. <https://doi.org/10.33688/aucbd.689755>.
- Dengiz, O. & Ekberli, İ. (2017). Bazı vertisol alt grup topraklarının fizikokimyasal ve ısıl özelliklerinin incelenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6(1):45-52. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/azd/issue/32198/357596>.
- Dönmez, Y. (1990). *Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları*. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, 3248, İstanbul Üniversitesi Yayınları, 3648.
- Drewes, J., Moreiras, S. & Korup, O. (2018). Permafrost activity and atmospheric warming in the Argentinian Andes, *Geomorphology*, 323, 13-24. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2018.09.005>.
- Ekberli, İ. & Dengiz, O. (2017). Bazı inceptisol ve entisol alt grup topraklarının fizikokimyasal özellikleriyle ısıl yayılım katsayısı arasındaki regresyon ilişkilerinin belirlenmesi. *Toprak Su Dergisi*, 5 (2): (1-10). <https://doi.org/10.21657/topraksu.268957>.
- Eriñç, S. (1949). Uludağ üzerinde glasyal morfoloji araştırmaları, *Türk Coğrafya Dergisi*, 11-12, 79-94.
- Eriñç, S. (1955). Glasyal ve periglasyal jeomorfoloji bakımından Honaz ve Bozdağ, *Türk Coğrafya Dergisi*, 13-14, 24-44. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tcd/issue/21251/227992>.
- Eriñç, S., Bilgin, T. & Bener, M. (1961). Ilgaz üzerinde periglasyal şekiller, *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 12, 90-99.
- Feuillet, T. & Matsuoka, N. (2014). *Periglacial Landforms*, In Encyclopedia of Planetary Landforms, Springer.
- French, H. (2007). *The Periglacial Environment*, Third edition, John Wiley & Sons Ltd. ISBN: 978-1-118-68494-8.
- Gümüş, İ., Şeker, C., Hegiş, H., Özyaytekin, H. H., Karaarslan, E. & Çetin, Ü. (2016). Buğday ekili alanlarda agregat stabilitesine etki eden faktörlerin belirlenmesi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD Özel Sayı*, 236-242. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/184835>.

- Hughes, P. D. (2018). Little Ice Age glaciers and climate in the Mediterranean Mountains: A new analysis. *Cuadernos de Investigación Geográfica* 44, 15-46. <https://doi.org/10.18172/cig.3362>.
- Jackson, M. L. (1958). *Soil chemical analysis*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ, 498 p.
- Jenny, H. (1994). *Factors of Soil Formation. A System of Quantitative Pedology*. Dover Publications, Inc, New York, 191p.
- Johnson, P. G. (1978). Rock glacier types and their drainage systems, Grizzly Creek, Yukon Territory. *Canadian Journal of Earth Sciences* 15: 1496-1507. <https://doi.org/10.1139/e78-155>.
- Kemper, W. D. & Rosenau, R. C. (1986). *Aggregate stability and size distribution*. Editor: Klute, A., Methods of Soil Analysis, Part I-Physical and Mineralogical Methods, 2nd ed., SSSA Book Series No: 5, SSA and ASA, Madison, Wisconsin, pp. 425-442.
- Kızılkaya, R., Dede, V., Dengiz, O. & Ay, A. (2019). Ilgaz Dağları'nda farklı periglasyal şekiller üzerinde oluşmuş topraklara ait özelliklerin dehidrogenaz enzim aktivitesine etkisi, *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 7, 121-127. <https://doi.org/10.33409/tbbbd.668882>.
- Knight, J., Harrison, S. & Jones, D. B. (2019). Rock glaciers and the geomorphological evolution of deglaciating mountains, *Geomorphology*, 324, 14-24. <http://10.1016/j.geomorph.2018.09.020>.
- Kurter, A. (1991). *Glaciers of Middle East and Africa-Glaciers of Turkey*, In: Satellite Image Atlas of the World, R. S. Williams, J. G. Ferrigno (Eds.). USGS Professional Paper, 1386-G-1, 1-30.
- Leo, W. M. (1963). A rapid method for estimating structural stability of soils. *Soil Science*, 96:342-346. <http://10.1097/00010694-196311000-00010>.
- Lozinski, W., von. (1909). Über die mechanische vermittlung der sandsteine im gemässigten Klima, *Bulletin International de l'Académie des Sciences de Cracovie class des Sciences Mathématique et Naturalles*, 1, 1-25.
- MGM, (2021). <https://www.mgm.gov.tr/tahmin/il-veilceler.aspx?il=Kastamonu>, Erişim tarihi: 22.09.2021, (MGM: Meteoroloji Genel Müdürlüğü).
- Noori, K. (1969). *Ankara Çevresinde Çeşitli Ana Materyal Üzerinde Oluşmuş Topraklara Ait Örnek Profillerin Önemli Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ve Bu Özelliklerin Erozyonla İlgisi*. Doktora Tezi (Basılmamış), Ankara Üniversitesi.
- Oliva, M., Sarıkaya, M. A. & Hughes, P. (2020). Holocene and earlier glaciations in the Mediterranean Mountains, *Mediterranean Geoscience Reviews*, 2, 1-4. <https://doi.org/10.1007/s42990-020-00025-6>.
- Oliva, M., Serrano, E., Gomez-Ortiz, A., Gonzalez-Amuchastequi, M. J., Nieuwendan, A., Palacios, D., Perez-Alberti, A., Pellitero-Ondicol, R., Ruiz-Fernandez, J., Valcarcel, M., Vieira, G. & Antoniadis, D. (2016). Spatial and temporal variability of periglacialiation of the Iberian Peninsula, *Quaternary Science Reviews*, 137, 176-199. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2016.02.017>.
- Oliva, M., Zebre, M., Guglielmin, M., Hughes, P., Çiner, A., Vieira, G., Bodin, X., Andres, N., Colucci, R. R., Garcia-Hernandez, C., Mora, C., Nofre, J., Palacios, D., Perez-Alberti, A., Ribolini, A., Ruiz-Fernandez, J., Sarıkaya, M. A., Serrano, E., Urdea, P., Valcarcel, M., Woodward, J. C. & Yıldırım, C. (2018). Permafrost conditions in the Mediterranean region since the Last Glaciation, *Earth-Science Reviews*, 185, 397-436. <http://10.1016/j.earsci-rev.2018.06.018>.
- Philip, G. M. & Watson, D. F. (1982). A precise method for determining contoured surfaces. *Journal of the Australian Petroleum Production & Exploration Association* 22(1): 205-212. <http://10.1071/AJ81016>.
- Pieri, C. (1989). *Fertilité des terres de savane*. Bilan de trente années de recherche et de développement agricole au Sud du Sahara. IRAT, 444 pp.
- Planhol, X., de & Bilgin, T. (1961). Karagöl kütlesi üzerinde Pleistosen ve aktüel glasyasyon ile periglasyal şekiller, *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 12, 127-146.
- Sarıkaya, M. A. & Tekeli, A. E. (2014). *Satellite inventory of glaciers in Turkey*, Global Land Ice Measurements from Space, Kargel, J. S., Leonard, G. J., Bishop, M. P., Kaab, A., Raup, B. (Eds.), Praxis-Springer (Publisher), Berlin Heidelberg, 465-480, 876 pp.
- Saygın, F., Dengiz, O., İç, S. & İmamoğlu, A. (2019). Bazı fiziko-kimyasal toprak özellikleri ile bazı erodibilite parametreleri arasındaki ilişkilerin mikro havza ölçeğinde değerlendirilmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 20 (1), 82-91. <https://doi.org/10.17474/artvinofd.481642>.
- Schnachtschabel, P., Blume, P., Brümmer, G., Hartge, K. H. & Schwertmann, U. (1999). *Toprak Bilimi*, Çev: Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H., Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yay. No:73, Ders Kitapları Yayınları, A-16.
- Soto, A. V. & Alberti, A. P. (2019). Periglacial deposits as indicators of paleotemperatures. A case study in the Iberian Peninsula: The mountains of Galicia, *Permafrost and Periglacial Processes*, 29, 1-15. <https://doi.org/10.1002/ppp.2026>.
- Tricart, J. (1968). *Periglacial landscapes*. In: Fairbridge, R. W., ed., Encyclopedia of Geomorphology. Reinhold Book Co., p. 829-833.
- Türkeş, M. & Öztürk, M. Z. (2011). Uludağ'da gırlan ve çember oluşumları, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 9, 2, 239-257. [https://doi.org/10.1501/Cogbil\\_0000000127](https://doi.org/10.1501/Cogbil_0000000127).
- Uğuz, M. F. & Sevin, M. (2011). *1/100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Kastamonu F-31 Paftası*, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayınları, 145.
- Uxa, T. & Mida, P. (2017). Rock glaciers in the Western and High Tatra Mountains, Western Carpathians. *Journal of Maps*, 13, 844-857. <http://10.1080/17445647.2017.1378136>.
- Uxa, T., Mida, P. & Krizek, M. (2017). Effect of climate on morphology and development of sorted circles and polygons, *Permafrost and Periglacial Processes*, 28, 663-674. <https://doi.org/10.1002/ppp.1949>.
- Ülgen, A. N. & Yurtsever, N. (1995). *Türkiye gübre ve gübreleme rehberi*. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, 209.
- Wagner, S., Cattle, S. R., Scholten, T. & Felix-Henningsen, P. (2000). Observing the evolution of soil aggregates from mixtures of sand, clay and organic matter in soil. *New Zealand Society of Soil Science*. 3: 217-218.
- Watson, D. F. & Philip, G. M. (1985). A refinement of inverse distance weighted interpolation. *Geoprocessing*, 2:315-327.
- Wolter, J., Lantuit, H., Wetterich, S., Rethemeyer, J. & Fritz, M. (2018). Climatic, geomorphologic and hydrologic perturbations as drivers for the late Holocene development of ice-wedge polygons in the western Canadian Arctic, *Permafrost and Periglacial Processes*, 29:3, 1-18. <https://doi.org/10.1002/ppp.1977>.





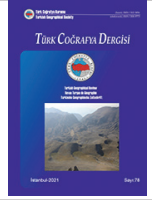
Basılı ISSN 1302-5856

Türk Coğrafya Dergisi

Turkish Geographical Review

www.tcd.org.tr

Elektronik ISSN 1308-9773



## Bozdağ'da (Denizli) dolinlerin morfometrik özellikleri<sup>1</sup>

### *Dolines morphometric properties in Bozdağ (Denizli)*<sup>2</sup>

Selman Aydın <sup>a</sup>  Kadir Tuncer <sup>a\*</sup> 

<sup>a</sup> Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Burdur, Türkiye.

ORCID: S.A. 0000-0001-8611-4866; ORCID: K.T. 0000-0002-8222-0116

#### BİLGİ / INFO

Geliş/Received: 22.10.2021

Kabul/Accepted: 27.10.2021

#### Anahtar Kelimeler:

Bati Toroslar

Bozdağ

Karst jeomorfolojisi

Dolin morfometrisi

Plato karstı

#### Keywords:

Western Taurus

Bozdağ

Karst geomorphology

Doline morphology

Plateau karst

#### \*Sorumlu yazar/Corresponding author:

(K. Tuncer) tunkadir@gmail.com

DOI: 10.17211/tcd.1013232



#### Atf/Citation:

Aydın, S., & Tuncer, K. (2021). Bozdağ'da

(Denizli) dolinlerin morfometrik özellikleri.

*Türk Coğrafya Dergisi*, (78), 33-48.

<https://doi.org/10.17211/tcd.1013232>

#### ÖZ / ABSTRACT

Bozdağ, Akdeniz bölgesinin Antalya bölümünde ve Denizli il sınırları içinde yer almaktadır. 78.6 km<sup>2</sup> alana sahip çalışma alanı tektonik olarak doğudan Acıpayam, batıdan Barz fayı ve güneyden Beyağaç fayı ile sınırlanmış bir horst özelliğindedir. Kırıklı ve tabakalı yapıya sahip alanda lapa, dolin, uvala, paleo vadi ve flüvyo-karstik vadi şekilleri gelişmiştir. Çalışma alanının relief sistemlerini Alt-Orta Miyosen, Üst Miyosen, Pliyosen ve Pleistosen dönemlerine ait yüzeyler oluşturmaktadır. Sahanın düşük eğimli alanları plato yüzeyinde bulunan Alt-Orta Miyosen relief sistemlerine karşılık gelmektedir. Bu alanlar dolinlerin yoğun bir şekilde görüldüğü yerlerdir. Çalışma sahasını karst jeomorfolojisi açısından incelemek, tektonik ve jeomorfolojik gelişimini açıklamak, alanda bulunan dolinlerin morfometrik özelliklerini belirlemek çalışmanın amacını oluşturmaktadır. 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarından yararlanılarak 212 dolin tespit edilmiş ve bu dolinlerin kantitatif açıdan açıklanması amacıyla dolinlerin morfometrik özellikleri hesaplanmıştır. 1470 metre ile 2370 metre arasında dağılışı gösteren dolinlerin ortalama yükseltisi 1996 metredir. Bu karstik şekiller düşük ve orta yoğunluk sınıfında bulunmaktadır. Dairesellik indisinin ortalama değeri 1,21 olan dolinler, dairesellik formunu kaybetmiştir. Dolinlerin, en fazla (94 dolin) dağılışı gösterdiği eğim aralığı 15° ile 20° arasında orta eğimli alanlardır. Uzun eksen yönelimleri D-B yönündedir ve bu yönelimler KD-GB yönelimli süreksizlikler ile uyum göstermemektedir.

*Bozdağ is located in the Antalya part of the Mediterranean region and within the borders of Denizli province. The study area, which has an area of 78.6 km<sup>2</sup>, has a horst feature, tectonically bounded by the Acıpayam faults from the east, the Barz faults from the west, and the Beyağaç faults from the south. Lapias, doline, uvala, paleo valley and fluvio-karstic valley forms have developed in the area, which has a fractured and layered structure. The relief systems of the study area consist of surfaces belonging to the Lower-Middle Miocene, Upper Miocene, Pliocene and Pleistocene periods. The low sloping areas of the field correspond to the Lower-Middle Miocene relief systems on the plateau surface. These areas are places where dolines are seen intensely. The aim of the study is to examine the study area in terms of karst geomorphology, to explain its tectonic and geomorphological development, to determine the morphometric features of the dolines in the area. 212 dolines were determined by using the 1/25.000 scaled topography maps and the morphometric characteristics of these dolines were calculated in order to explain these dolines quantitatively. The average elevation of the dolines, which are distributed between 1470 meters and 2370 meters, is 1996 meters. These karst shapes are in low and medium density class. Dolines with an average value of 1.21 for the circularity index have lost their circularity form. Dolines are medium-sloping areas between 15° and 20° with a maximum distribution (94 dolines). The long axis orientations are in the E-W direction and these orientations are not consistent with the NE-SW directed discontinuities.*

<sup>1</sup> Bu makale Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilen "Bozdağ'da (Denizli) Karstik Şekillerin Morfometrik Özellikleri ile Oluşumu ve Gelişimi" başlıklı tezden yararlanılarak üretilmiştir.

<sup>2</sup> This article was produced by making use of the thesis titled "Morphometric Properties and Development of Karst Shapes in Bozdağ (Denizli)", which was accepted as a master's thesis at Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Institute of Social Sciences, Department of Geography.

## Extended Abstract

### Introduction

Located in the Antalya part of the Mediterranean region, Bozdağ is under the influence of Mediterranean humid climatic conditions. Lapias, doline, uvala, paleo valley and fluvio-karst valley shapes have developed from karst shapes in Bozdağ, which consists of carbonate layers of Lycian nappes suitable for dissolution. The study area, which has an area of 78.6 km<sup>2</sup>, was tectonically bounded by Acıpayam fault from the east, Barz fault from the west and Beyağaç fault from the south, uplifted as a horst and took its present shape with the block movements in Plio-quatarnary. The relief systems of the study area consist of surfaces belonging to the Lower-Middle Miocene, Upper Miocene, Pliocene and Pleistocene periods. The low sloping areas of the field correspond to the Lower-Middle Miocene relief systems on the plateau surface. In addition, dolines are seen intensively in these areas. In order to quantitatively explain the dolines, which are macro karstic shapes, 1/25.000 scale topographic maps were used, and 212 dolines were identified. The detected dolines were digitized on the GIS base and morphometric analyzes of the dolines were made.

### Data and Method

1/100.000 scaled geological maps and 1/25.000 scaled topography maps were used to explain the morphometric features, formation and development of the karstic shapes in Bozdağ. The obtained maps were digitized on the GIS base and the geological map and elevation map were created. Mineralogical, petrographic and porosity analyzes were performed with sample rocks taken from 5 different geological formation during the field study. Considering the top closed contour curve of 212 dolines determined from topographic maps, they were digitized (Day, 1983; Denizman, 2003; Öztürk et al., 2016; Öztürk et al., 2017b; Öztürk et al., 2018a; Öztürk et al., 2018b; Öztürk, 2018a; Poyraz et al., 2021) and their morphometric analyzes were performed. In this context, the central X and Y coordinate values of the dolines were determined. Lithology, elevation, slope values and density analysis were calculated for the determined points. The grid method (Öztürk et al., 2015; Öztürk, 2018a) was used to determine the slope characteristics and doline densities of the area. Accordingly, the average slope value (°) of each 1 km<sup>2</sup> area was calculated and the slope degrees corresponding to the dolines were obtained. The density of doline was calculated as the number of dolines per km<sup>2</sup> (doline/km<sup>2</sup>) (Öztürk et al., 2016; Öztürk et al., 2017b; Öztürk et al., 2018a; Öztürk et al., 2018b; Öztürk, 2018a; Öztürk, 2018b; Poyraz et al., 2021; Şimşek et al., 2019) and are classified according to Faivre and Pahernik (2007) (Table 1). The circularity index (Ic) (Goudie, 2003; Öztürk, 2018b) was calculated by creating the area (A) and perimeter (P) data sets of the polygonally digitized dolines (Formula 1). The long axis and short axis values of the dolines were also created and the elongation ratio (R<sub>E</sub>) (Formula 2) was calculated by dividing the long axis by the short axis (Basso et al., 2013; Öztürk et al., 2018a; Öztürk, 2018b). The results of the elongation ratio of dolines are classified according to Basso et al. (2013) (Table 2). The angle (azimuth angle-α) value of the long axis with the north was used to determine the orientation characteristics of the dolines (Öztürk vd.,

2018a). Since there is no meteorology station in the study area, 50 years (1960-2010) climate maps data created by Fick and Hijmans (2017) were used to explain the climatic conditions of the area.

### Results and Discussion

Located in a complex region between the Menderes massif and the Taurus Mountains, Bozdağ is bounded by the Acıpayam faults in the east, the Beyağaç faults in the south and the Barz faults in the west. The area, which was compressed and deformed until the end of the Late Miocene, experienced the first block faulting at the end of the Miocene and the beginning of the Pliocene. In the Plio-quatarnary, the second block, which took its current shape, was faulted. Structural and morphological surfaces formed by the neo-tectonic regime show that the horst in the tectonic zone reached its present dimensions in the Pleistocene. Relief systems of Lower-Middle Miocene, Upper Miocene, Pliocene and Pleistocene periods are located between 1200 and 2400 meters in the area. Bozdağ consists of the carbonate rocks of the Lycian nappes, which gained their current position during the Laramian phases (Late Cretaceous-Early Miocene). Karst shapes have developed in the area, which has carbonate rocks in terms of lithology, with the effect of the Mediterranean humid climate type. In Bozdağ, lapias, doline, uvala, paleo valley and fluvio-karstic valley forms have developed from karstic shapes. Some morphometric analyzes were carried out in order to quantitatively examine the dolines, which are macro karstic shapes commonly seen in the field. According to GIS-based analyzes of 212 dolines determined from the topographic map; Dolines with an average height of 1996 meters have an area between 96 m<sup>2</sup> and 90149 m<sup>2</sup>. The perimeters are between the shortest 38 meters and the longest 1.5 kilometers. The heights of the dolines are distributed between 1470 meters and 2370 meters and 82.5% of them are between 1900 and 2200 meters. Dolines are mostly found in Bozdağ formation which has a high purity value (48 dolines). Doline density was made by considering the classification created by Faivre and Pahernik (2007). Accordingly, the dolines in Bozdağ are in the low and medium density class. Since the 1/25.000 scaled topographic maps do not cover all the dolines in the area, the dolines were determined by the Google Earth program and density analysis was made. 556 dolines were detected in the Google Earth program. According to the 556 dolines detected, there are low, medium and high doline density classes in Bozdağ. According to the circularity index result, the average value of the dolines is 1.21. According to the elongation rate result, the average elongation rate of dolines is 1.56, and they are semi-elliptical in character. The dolines are located between 15° and 20° inclinations, which are the most (94 dolines) medium inclined values. E-W directions are dominant in the extension of the dolines. In general, there are dolines developed according to these directions, as well as dolines that do not conform to the lineaments developing in the NE-SW direction in the area. In addition, developed dolines suitable for paleo valley directions are present in the area. Factors affecting the distribution and orientation of dolines are topographic slope, climate, structural features, geomorphological evolution and drainage features and density.

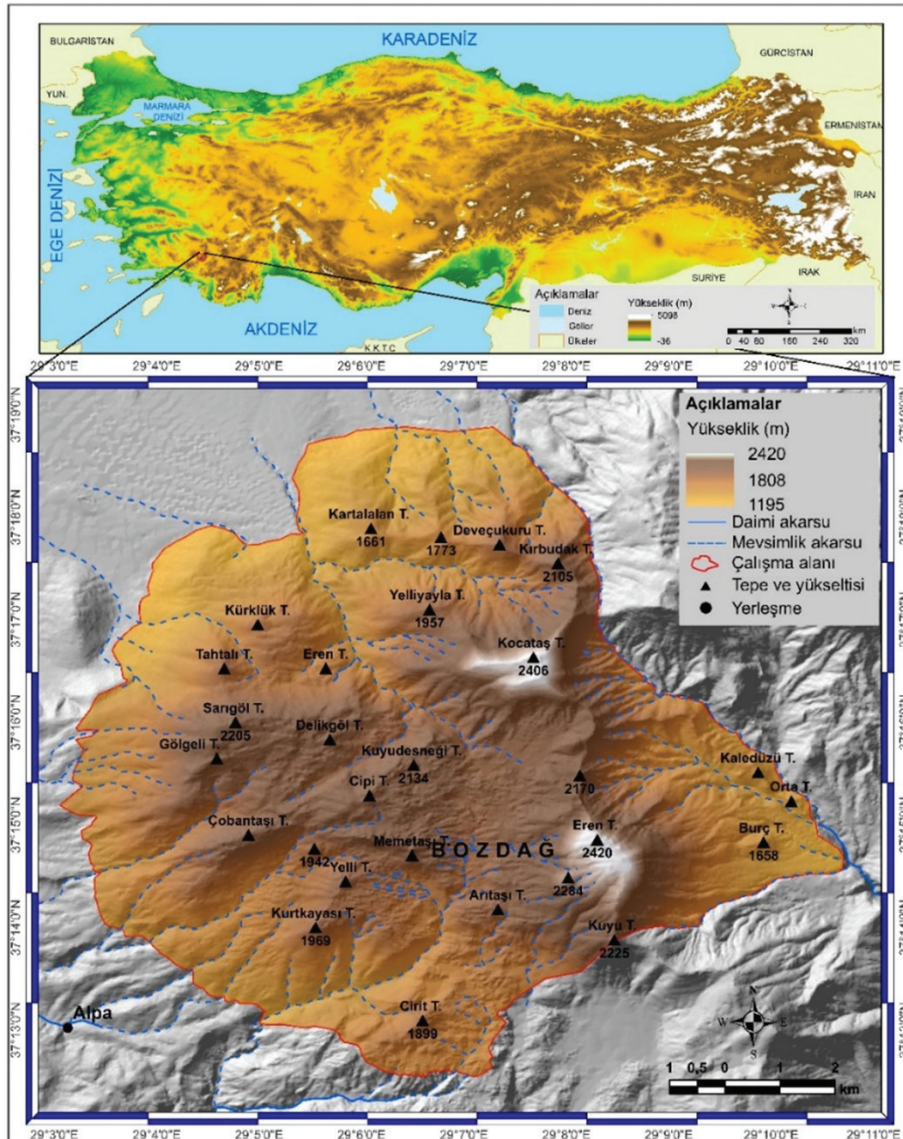
## 1. Giriş

Bozdağ Akdeniz bölgesinin Antalya bölümünde, Denizli il sınırları içinde yer alır. Coğrafi koordinat sistemine göre  $29^{\circ}05'05''$  –  $29^{\circ}17'80''$  doğu boylamları ile  $37^{\circ}20'82''$  –  $37^{\circ}31'37''$  kuzey enlemleri arasında bulunan Bozdağ, kuzey ve kuzeybatıda Barz Polyesi (Tuncer, 2021a), kuzeydoğuda Kırdagları, doğu ve güneydoğuda Dalaman Çayı vadisi ve güneybatıda Akçay'ın kolları ile sınırlıdır. Ortalama yükseltisi 1808 metre olan çalışma sahasının en yüksek noktasını 2420 metre ile Eren Tepesi oluşturur (Şekil 1).

Türkiye'de çözülmeye uygun karbonatlı ve evaporitik kayalar %40'lık bir alan kaplamaktadır (Nazik & Tuncer, 2010: 8; Nazik & Poyraz, 2015: 204; Nazik vd., 2019: 181), buna yeraltı karstlaşmasının karakteristik örneğini oluşturan mağaralar da dahil edildiğinde bu oran %60'ı bulmaktadır (Nazik & Poyraz, 2017: 44; Tuncer, 2021a: 101). Bu alanlar, Eroskay (1982), Ekmekçi (2003), Nazik ve Tuncer (2010) ve Nazik ve Poyraz (2017) tarafından farklı bölge ve bölümler şeklinde sınıflandırılmıştır. Çalışma sahası, Nazik ve Tuncer (2010) ile Nazik ve Poyraz (2017)'e göre "Toros Dağları karst bölgesi", "Batı Toroslar karst alanı" içinde yer almaktadır.

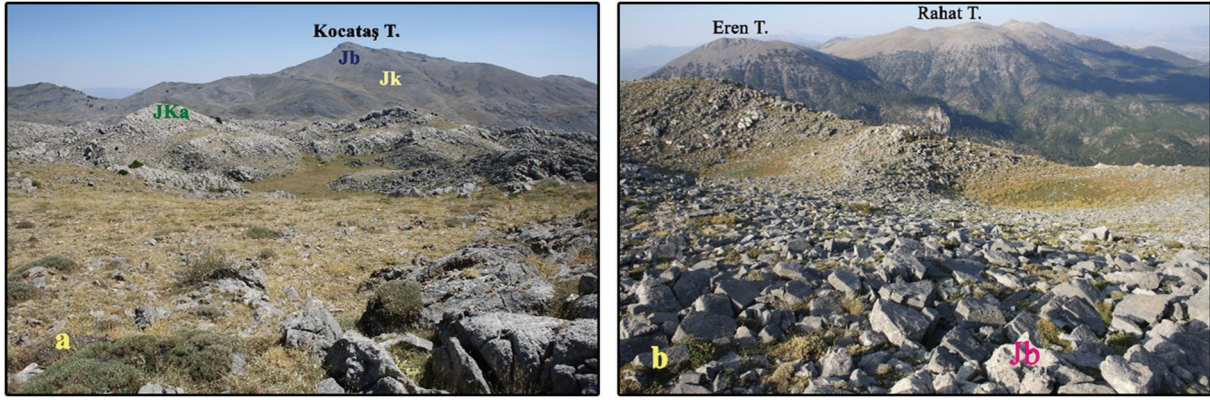
Çalışma alanının lito-stratigrafik özelliklerini, allokon konumlu Batı Toros (Likya) napları (Akdeniz, 2011; Becker-Platen, 1970; Brunn vd., 1970; Ersoy, 1989; Ersoy, 1990; Graciansky, 1968; Okay, 1989; Rimmelé vd., 2003; Şenel, 2007) belirlemektedir. Alanda Likya naplarına ait stratigrafileri, sahanın çoğunluğunu kaplayan Bodrum napına ait Bozdağ biriminin karbonat platformu kayaları ile sahanın küçük bir bölümünü kaplayan Domuzdağ napına ait Dutdere kireçtaşının karbonatlı kayaları oluşturmaktadır (Akdeniz, 2011). Çalışma sahasının genelini karakterize eden çözülmeye uygun karbonatlı kayaların bulunması ve bu kayalar ile birlikte suyun çözücü özelliği, uygun iklim ve vejetasyon koşullarının varlığı alanda farklı karstik şekillerin meydana gelmesini sağlamıştır. Çalışma alanında, bu karstik şekillerden lapyalar, dolinler, uvalalar, paleo vadiler ve flüvyo-karstik vadiler yoğun olarak görülmektedir.

Bozdağ, Öztürk vd. (2017a)'nin Köppen-Geiger iklim sınıflamasına göre Türkiye'nin iklim tipleri çalışmasında, kışları ılıman nemli orta enlem (C) iklim tipine ait Akdeniz iklimine karşılık gelen kışları ılık, yazları çok sıcak iklim tipinin (Csa) görüldüğü bir alana karşılık gelmektedir. Erinç yağış etkinlik indisi (Aydın vd., 2019; Erinç, 1996: 485) ve Thorntwaite iklim sınıflamasına (Ardel vd., 1969: 291; Birsoy & Ölgen, 1992; Bölük, 2016;



Şekil 1. Çalışma alanı yerbulduru haritası.  
Figure 1. Location map of the study area.





**Fotoğraf 1.** Tam karst sınıfında yer alan Karataş (JK), Bozdağ (Jb), Ayderesi (JKa) (a) ve Bozdağ (Jb) (b) formasyonları.  
**Photo 1.** Karataş (JK), Bozdağ (Jb), Ayderesi (JKa) (a) and Bozdağ (Jb) (b) formations in holokarst class.

Yılmaz & Çiçek, 2016) göre ise inceleme alanında nemli ve yarı denizel iklim tipi hakimdir. Fick ve Hijmans (2017) tarafından oluşturulan iklim haritaları verilerine göre Bozdağ, ortalama sıcaklık değeri en düşük ocak ayındaki  $-1,3^{\circ}\text{C}$  ile en yüksek temmuz ayındaki  $18,7^{\circ}\text{C}$  arasında değişen ve yıllık ortalama sıcaklığın  $8,4^{\circ}\text{C}$  olduğu bir alandır. Yıllık ortalama toplam yağış ise en az ağustos ayında  $15,3\text{ mm}$ , en fazla aralık ayında  $119,3\text{ mm}$  olup yıllık ortalama toplam yağış  $732,9\text{ mm}$ 'dir.

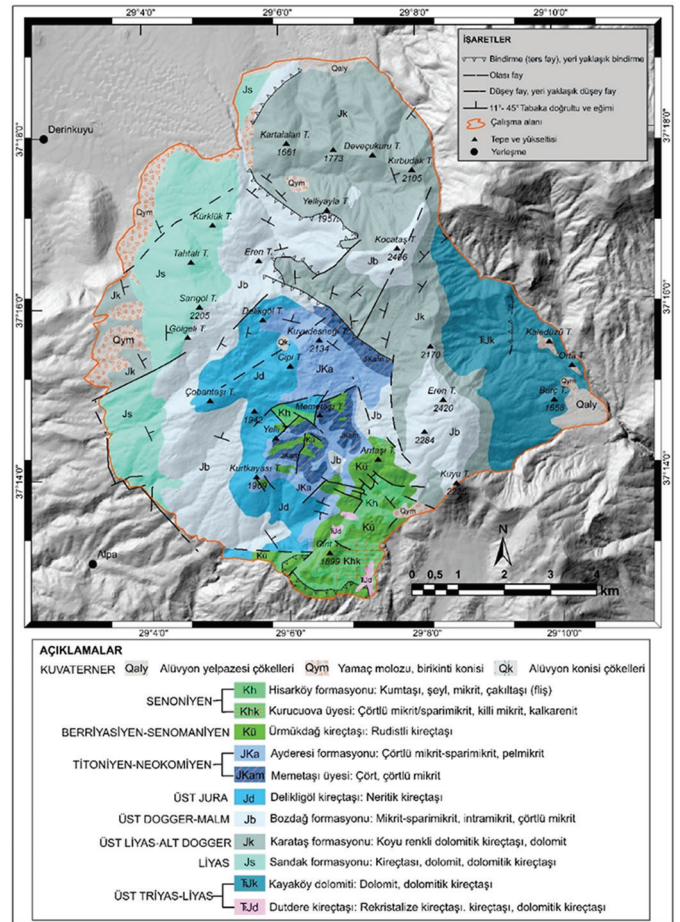
Çalışma sahasında daha önce karst jeomorfolojisi üzerine bir çalışma yapılmadığından dolayı plato karakterindeki bu alanın karstik özelliklerini açıklamak ve bunun yanı sıra alanda yoğun olarak görülen dolinlerin morfometrik özelliklerini, dağılışını, yoğunluğunu ve yönelimlerini inceleyerek bunların üzerinde etkili olan litoloji, eğim, tektonik ve yapı ile ilgili faktörleri belirlemek çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

### 1.1. Jeolojik Özellikler

Karstlaşmanın meydana gelmesinde ilk koşul, suda ve  $\text{CO}_2$  içeren suda çözünebilir kayaçların varlığı olmakla beraber, karstik gelişimin başlamasında temel etken jeolojik (litostratigrafik ve yapısal) özelliklerdir (Erinç, 2001: 111; Tuncer, 2018: 73). Çalışma alanında da, karstlaşmaya uygun litolojiler çok geniş alanlar kaplar. Bu litolojiler, Menderes masifi ile Toroslar arasındaki Likya naplarına ait alloktan konumlu bindirme ürünü karbonat platformu birimlerdir (Ersoy, 1990; Şenel, 2007). Menderes masifinin güneyinde yer alan Likya napları, güneyden Beydağları otoktonunun platform karbonatları ile sınırlanır (Aksoy & Aksarı, 2008).

Bu sahada görülen Likya naplarına ait tektonik konumlu birimler alttan üste doğru metamorfizma geçirmemiş Tavas napı, Bodrum napı ve Marmaris ofiyolit napı şeklinde istiflenmiştir (Konak, 2003; Şenel, 2007). Çalışma alanının %94'ünü Geç Permiyen-Erken Triyas karbonat istifini kapsayan Bodrum napının Bozdağ birimine ait on farklı kireçtaşı formasyonları kaplamaktadır. Ayrıca alanda Orta-Geç Triyas-Liyas Domuzdağ napına ait Dutdere kireçtaşı (TRJd) da bulunmaktadır. Bunlardan litolojik ve yapısal özellikler itibarıyla; Kayaköy dolomiti (TRJk), Sandak formasyonu (Js), Bozdağ formasyonu (Jb), Delikligöl kireçtaşı (Jd), Karataş formasyonu (JK), Ayderesi formasyonu (JKa), Ürmükdağı kireçtaşı (Kü) ve Dutdere kireçtaşı (TRJd) tam karst (holokarst) (Şahinci, 1991) (Fotoğraf 1a-b); Memetaşı üyesi (JKam), Hisarköy formasyonu (Kh) ve Kurucuova üyesi (Khk) ise kısmi karst (merokarst) (Şahinci, 1991) sınıfı içinde yer almak-

tadır (Şekil 2). Bu tam ve kısmi karstik birimler üzerinde farklı boyutlarda ve yoğunluklarda bozulmuş polye, flüvyo-karstik vadiler, uvala ile iç içe gelişmiş dolinler gelişim göstermiştir.



**Şekil 2.** Bozdağ jeoloji haritası (Akdeniz, 2011'den düzenlenmiştir).  
**Figure 2.** Bozdağ geological map (edited from Akdeniz, 2011).

### 1.2. Tektonik Özellikler

Bozdağ, Menderes masifi ile Beydağları otoktonu arasında yer almaktadır. Alan, Menderes masifinin güney ve güneydoğusunda yer alan (Kazancı vd., 2011), güncel konumlarını Laramiyen fazları (Geç Kretase-Erken Miyosen sonu) esnasında kazanan, alloktan konumlu Üst Paleozoyik-Alt Tersiyer Likya naplarının (Bodrum ve Domuzdağ napları) istifleri ile bunları transgresif olarak örten Üst Tersiyer-Kuvaterner neo-otokton





**Fotoğraf 2.** Bozdağ Yaylası'nda Neojen'e ait örtü kalıntıları.  
**Photo 2.** Cover remains of Neogene in Bozdağ Plateau.

konumlu istiflerle yüzeylenir. (Akdeniz, 2011: 40; Ersoy, 1990; Şenel, 2003).

Çalışma alanının kuzeyinde ve güneybatısında bulunan ofiyolit napının çalışma sınırları içinde bulunmamasından dolayı Bozdağ'ı örtüp örtmediği bilinmemektedir. Fakat alanın kuzeydoğusunda ve güneybatısında bulunan ve Likya naplarını transgresif olarak örten neo-otokton konumlu Neojen çökelleri ince örtü tabakaları halinde çalışma alanında görülmüştür. Bozdağ'ın yüksek kesimlerinde görülen bu örtü biriminin alanın genelini olmasa da yer yer örttüğü kuvvetle muhtemeldir (Fotoğraf 2).

Geç Miyosende çalışma alanının da içinde bulunduğu Batı Toroslar genel anlamda en az 1000 m yükselmiştir. Bölgedeki Anadolu peneplen parçalarının sahada 1800 m ile 2500 metrelere çıkmış olması bunun kanıtlarındandır.

Geç Miyosen sonuna kadar alanın sıkışarak deformasyona uğraması, kıvrımların, doğrultu atımlı fayların ve bindirmelerin meydana gelmesini sağlamıştır. Yeni tektonik evrede genellikle blok yükselmelerin etkili olduğu alanda, ilk yükselme Miyosen sonu Pliyosen başında yaşanmış olup, bölgeye bugünkü asıl görünümünü veren ikinci yükselme ise Pliyo-kuvaterner'de gerçekleşmiştir. Bu dönemde Bozdağ asıl yükseltisini kazanmış ve horst özelliği göstermiştir. Bozdağ'ın alanda en yüksek seviyelere çıkması ise güneyden etkili olan Beyağaç fayı (Fotoğraf 3) ile sınırlandırılması ve bu fayın etkisiyle KD yönünde Kırdagları'na doğru tiltlenmesinden kaynaklanmaktadır.

Bozdağ, Batı Anadolu tektonik bölgesi olarak tanımlanan ve batıya doğru açılan devrik "V" içindeki bir alanı kaplayan Batı Anadolu Tektonik Kamasının (Şaroğlu vd., 1987; Şaroğlu & Güler, 2020) güney sınırında bulunmaktadır. Belirtilen tektonik kuşağın güneyinde KD-GB yönünde uzanan Burdur-Fethiye makaslama zonu (Bozcu vd., 2007; Elitez & Yaltrak, 2014) bulunmaktadır. Çalışma alanında KB-GD yönünde gelişen çekim kuvvetinin sonucunda, güneybatıda Köyceğiz graben alanına, kuzeydoğuda Afyon-Akşehir tektonik çukurluğuna uzanan KD-GB yönlü normal fay gelişmiştir. Gelişen normal fay, Bozdağ'ın 1800-2400 metrelere ulaşmasını ve bir horst özelliği kazanmasını sağlamıştır. Bu yeni tektonik etkilerin meydana getirdiği morfolojik ve yapısal yüzeyler, tektonik zonda meydana gelen blok yükselmelerin günümüzdeki boyutlarına Pleistosen döneminde ulaştığını göstermektedir.

### 1.3. Genel Jeomorfolojik Özellikler

Çalışma alanının jeomorfolojisi, Miyosenden günümüze kadar süren, tektonik rejim, flüvyal aşınım ve birikim, iklimik değişimler ile karışma etken ve süreçlerinin kontrolünde şekillenmiştir. Çalışma alanı, Erol (1979, 1981, 1983, 1993) sistemi sınıflamasına göre 1200-2400 metreler arasında uzanım gösteren Alt-Orta Miyosen (DI), Üst Miyosen (DII), Pliyosen (DIII) ve Pleistosen (DIV) dönemlerine ait relief sistemlerinin şekil ve yapılarından oluşmaktadır (Şekil 3).



**Fotoğraf 3.** Bozdağ'ın batısında bulunan Beyağaç fayı.  
**Photo 3.** The Beyağaç fault located to the west of Bozdağ.

Araştırma alanındaki bu reliyef sistemlerine ait morfolojiler, kuzey, batı ve güneyindeki Akçay havzasına, kuzeydoğu ve güneydoğuda Dalaman Çayı havzasına bağlı olarak gelişim göstermekle birlikte saha neotektonik dönemde gerçekleşen tektonik hareketler (kıvrımınma, bölgesel yükselme, bindirme, faylanma) sonucunda özellikle KD-GB doğrultusunda kırılarak parçalanmış ve horst şeklinde yükselmiştir. Tektonik hareketlerle farklı yüksekliklere çıkmış olan bu şekillerden Alt-Orta Miyosen dönemine ait olanlar, bölgede tektonik yapının oluşturduğu doğrultuya uygun olarak KD-GB ve KB-GD yönlerinde gelişmiştir. Üst Miyosen dönemine ait olan relief sistemleri orojenik uzanım doğrultularına uyumlu şekilde KD-GB ve KB-GD yönelimlidir. Pliyosen dönemine ait olanları ise çoğunlukla Miyosen şekillerinin uzanım yönü olan KD-GB yönünde uzanmaktadır. Buna karşılık alanın Barz Polyesi ile sınır oluşturduğu alanda görülen Pleistosen şekilleri K-G yönünde uzanım gösterirler. Sahanın en karakteristik şekilleri ise çözünme dolinleri ile flüvyo-karstik vadilerdir. Sahada görülen bu morfolojik şekiller genel anlamda flüvyal ve karstik süreçlere bağlı olarak litoloji ve yapıya uyumlu bir şekilde gelişim göstermiştir.

Çalışma alanındaki Alt-Orta Miyosen dönemi reliyef sistemleri, genel olarak 1900-2400 metreler arasındaki yükseltilerde uzanmaktadır. Genç tektonik hareketler sonucunda yükselen, parçalanmış ve farklı yönlerde eğilenen bu sistemin en karakteristik şekilleri eski penepren parçalarında gelişen aşınım yüzeyleri, iç içe gelişmiş dolinler, açılmış uvalalar, askıda kalmış paleo vadiler, bozulmuş polyeler ile flüvyo karstik vadilerdir (Şekil 3). Sahanın düşük eğimli alanlarına karşılık gelen bu yüzeyler dolinlerin en fazla görüldüğü alanlardır.

Üst Miyosen reliyef sistemine ait şekiller genel olarak, kütlelinin en yüksek kesimlerinin etrafındaki daha alçak kesimlerinde 1600-2100 metreler arasında bulunmaktadır. Üst Miyosen döneminin karakteristik şekilleri dolinler, uvalalar, askıda kalmış paleo vadiler ve flüvyo karstik depresyonlardır. Blok faylanmaların etkisiyle Üst Miyosen yüzeylerinde çok dönemli gelişim gösteren iç içe gelişmiş karstik şekil (polye içinde dolinler) (Fotoğraf 4) örnekleri de bulunmaktadır. Araştırma alanının yakın çevresindeki Beyağaç ve yukarı Dalaman havzasındaki karasal kırıntılılar, Miyosen aşınım yüzeylerinin korelat depolarını oluşturmakla birlikte dolgu yüzeylerine karşılık gelmektedirler (Şekil 3). Bozdağ'ın diğer bir relief sistemi ise Pliyosen dönemine aittir. Bu dönemin şekilleri genel olarak Bozdağ'da 1300-1800 metreler arasında uzanmaktadır. Üst Miyosen sistemleri etrafında basamaklar şeklinde bulunan Pliyosen reliyef

sisteminin karakteristik şekilleri; aşınım yüzeyleri, dolin, uvala, askıda kalmış paleo vadiler, flüvyo-karstik vadiler ve fosil yüzeylerdir (Şekil 3). Sahadaki Pleistosen relief sistemlerine ait şekiller ise, alanın sadece kuzeybatısında Barz polyesi sınırında bulunmaktadır. Pleistosen döneminin karakteristik şekilleri, iyi gelişmemiş aşınım yüzeyleri, flüvyo-karstik vadiler ve lapyalardır (Şekil 3).

Burdur-Fethiye makaslama zonu içinde yer alan çalışma alanı (Bozcu vd., 2007; Elitez & Yaltrak, 2014), batıdan Barz fayı, güneyden Beyağaç fayı, doğudan ise Dalaman Çayı'nın üstünde kurulduğu Acıpayam fayı ile sınırlandırılmıştır. Neotektonik dönemde blok halinde yükselen çalışma alanı, Beyağaç fayının güneyden etkili olması sonucunda, Bozdağ KD yönünde Kırdagları'na doğru tiltlenmiştir. Bu tiltlenme sonucunda alan, çevresine göre daha fazla yükselti kazanmıştır. Alanda jeolojik ve morfolojik açıdan belirgin olan fay sistemleri ve tiltlenme sahadaki reliyef sistemlerinin farklı yükselti basamaklarına çıkmasına ve aşınım yüzeylerinin 2000 metrelerin üstünde görülmesine neden olmuştur.

## 2. Materyal, Yöntem ve Amaç

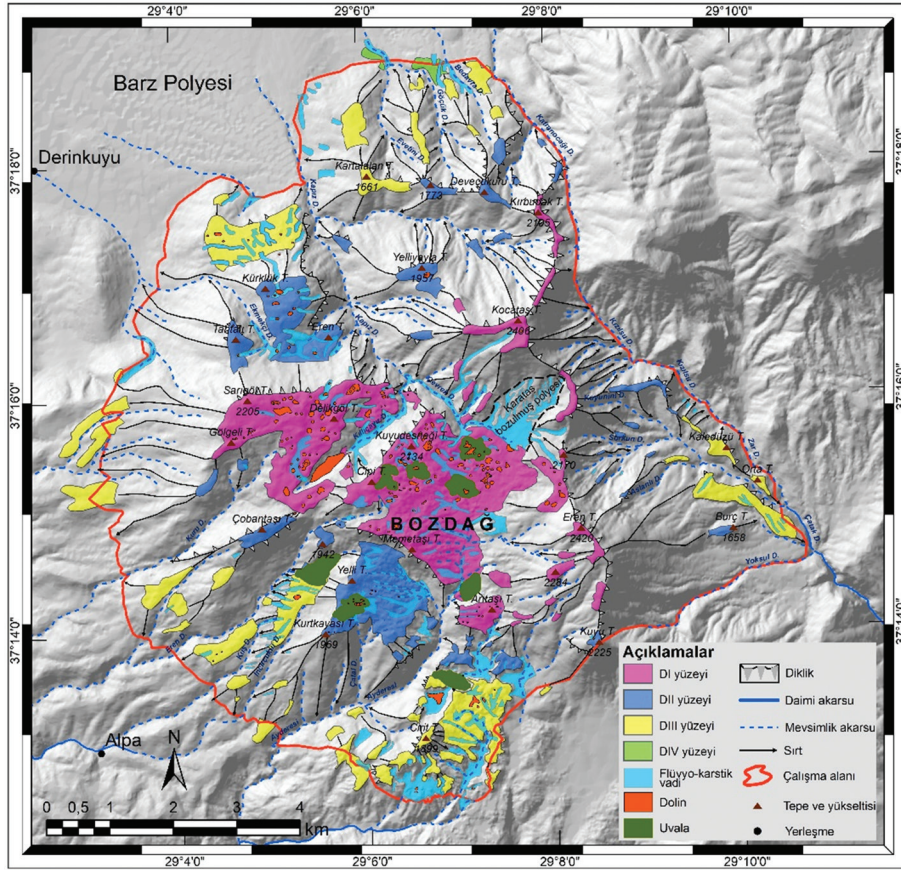
İlk aşamada sahanın jeolojik özelliklerinin belirlenmesinde 1/100.000 ölçekli açınmalı N22 paftası jeoloji raporu ve haritası kullanılmıştır. Arazi çalışmalarında ise beş farklı formasyondan örnek alınarak bu örneklerin "modal (kantitatif) mineralojik petrografik analizi", "standart kalitatif mineral analizi" ve "porozite (gözeneklilik) analizi" Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'ne (MTA) yaptırılmıştır.

Alandaki dolinlerin belirlenmesinde ise 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarından yararlanılmış ve tespit edilen 212 dolinin en üst kapalı kontur eğrisi Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ortamında poligon olarak sayısallaştırılmıştır (Day, 1983; Denizman, 2003; Öztürk vd., 2016; Öztürk vd., 2017b; Öztürk vd., 2018a; Öztürk vd., 2018b; Öztürk, 2018a; Poyraz vd., 2021). Elde edilen veriler ile dolinlerin dağılımında etkili olan faktörler ve şekilsel özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, dolinlerin merkez X ve Y koordinat değerleri, yükselti, eğim, yoğunluk, uzun eksen, kısa eksen, uzama oranları, dairesellik indisi, alan, çevre uzunlukları ve uzun eksenin kuzeye yaptığı açı (°) hesaplanmıştır. Bunun yanı sıra dolinlerin litolojik özelliklerinin belirlenmesinde, dolin merkez X ve Y koordinatına karşılık gelen formasyonlar belirlenmiş ve dolinlerin litolojik özellikleri incelenmiştir. 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarından elde



**Fotoğraf 4.** Karataş bozulmuş polyesinde gelişmiş çözünme dolinleri (iç içe karst) (Eren Tepe'den bakış).  
**Photo 4.** Dissolution dolines developed in Karataş degraded polje (karst in karst) (view from Eren hill).





Şekil 3. Çalışma alanı jeomorfoloji haritası.

Figure 3. Geomorphology map of the study area.

edilen yükselti haritası ile dolinlerin merkez noktasına karşılık gelen yükselti değeri elde edilmiş ve yükselti basamaklarına göre dağılımları açıklanmıştır. Alanın eğim özellikleri ve dolin yoğunluklarının belirlenmesinde kareyaj yöntemi (Öztürk vd., 2015; Öztürk, 2018a) kullanılmıştır. Buna göre her 1 km<sup>2</sup> alanın ortalama eğim değeri (°) hesaplanmış ve dolinlerin karşılık geldiği eğim dereceleri elde edilmiştir. Dolin yoğunluğu, km<sup>2</sup>'ye düşen dolin sayısı (dolin/km<sup>2</sup>) şeklinde hesaplanmıştır (Öztürk vd., 2016; Öztürk vd., 2017b; Öztürk vd., 2018a; Öztürk vd., 2018b; Öztürk, 2018a; Öztürk, 2018b; Poyraz vd., 2021; Şimşek vd., 2019). Topoğrafya haritalarından 212 dolin tespit edilmiş olmasına rağmen arazi çalışmalarında alanda daha fazla dolinin olduğu anlaşılmış; bundan dolayı dolin yoğunluğunu daha iyi ortaya koymak amacıyla Google Earth Pro programı ile diğer dolinler belirlenmiş; toplamda 556 dolin sayısallaştırılarak bunların yoğunluk analizi yapılmıştır. Dolin yoğunluğunun sınıflaması ise Faivre ve Pahernik (2007)'e göre oluşturulmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. Faivre ve Pahernik (2007)'e göre dolin yoğunluğu sınıflaması.

Table 1. Doline density classification according to Faivre and Pahernik (2007).

Dolin yoğunluğu (Dy-dolin/km <sup>2</sup> )	Tanım
10'dan küçük	Düşük yoğunluk
10 ile 40 arası	Orta yoğunluk
40 ile 70 arası	Yüksek yoğunluk
70'ten büyük	Çok yüksek yoğunluk

Dairesellik indisi ( $I_c$ ) (Formül 1) ve bu indisin hesaplanmasında kullanılan alan (A) ve çevre uzunluğu (P) değerleri dolinlerin geometrik şekilleri hakkında fikir veren parametrelerdir

(Goudie, 2003; Öztürk, 2018b). Dairesellik indisi sonucuna göre değer 1 olması şeklin dairesel olduğu 1'den uzaklaşması ise şeklin biçimsel olarak bozulduğu anlamına gelmektedir (Öztürk, 2018a-b). CBS ortamında sayısallaştırılan dolinlerin alan ve çevre uzunluğu verileri oluşturuldu ve bu veriler ile dolinlerin dairesellik indisi hesaplanmıştır.

$$I_c = \frac{A}{\pi \left( \frac{2A}{P} \right)^2} \quad (1)$$

Uzama oranı ( $R_E$ ) (Formül 2), uzun eksenin kısa eksene bölünmesiyle elde edilir (Basso vd., 2013; Öztürk vd., 2018a; Öztürk, 2018b). Uzama oranının sonucuna göre değer 1'e yaklaşması şeklin dairesel olduğu, 1'den uzaklaşması ise şeklin eliptik özellikte olduğunu gösterir (Basso vd., 2013). Yapılan uzama oranı sonuçlarına göre dolinler Basso vd. (2013)'e göre sınıflandırılmıştır (Tablo 2).

$$R_E = \frac{\text{Uzun eksen (m)}}{\text{Kısa eksen (m)}} \quad (2)$$

Tablo 2. Basso vd. (2013)'e göre uzama oranı değerine göre dolin sınıflaması (Kaynak: Öztürk, 2018b).

Table 2. Basso et al. (2013) doline classification according to the elongation rate value (Source: Öztürk, 2018b).

Uzama oranı ( $R_E$ )	Şeklin tanımı
1.21'den küçük	Dairesel, yarı dairesel
1.21 ile 1.65 arası	Yarı eliptik
1.65 ile 1.8 arası	Eliptik
1.8'den büyük	Uzamış

**Tablo 3.** Örneklerin modal (kantitatif) minerolojik petrografik analizi mikroskobik tanımlaması.**Table 3.** Modal (quantitative) mineralogical petrographic analysis and microscopic description of the samples.

Formasyonlar	Doku	Bileşen	Bağlayıcı
Bozdağ for. (Jb)	Kırıntılı	Karbonat grubu mineraller, Fosil kavrıkları, Ooid, Pellet	Sparit çimento
Delikgöl kireçtaşı (Jd)	Kırıntılı	Karbonat grubu mineraller, Pellet	Sparit çimento
Sandak for. (Js)	Kırıntılı	Karbonat grubu mineraller, Kireçtaşı parçaları, Fosil kavrıkları, İntakrast, Pellet	Sparit çimento
Ürmükdağ kireçtaşı (Kü)	Kırıntılı	Karbonat grubu mineraller, Fosil kavrıkları, Pellet	Mikritik çimento
Kurucaova üyesi (Khk)	Kırıntılı	Kaya parçaları (magmatik, metamorfik), Kireçtaşı parçaları, Karbonat parçaları, Kuvars, Opak mineral	Demiroksit bağlayıcı

Dolinlerin yönelim özelliklerini açıklamak amacıyla da dolinlerin uzun ekseninin kuzey ile yaptığı açı (azimut açısı- $\alpha$ ) (Öztürk vd., 2018a; Şimşek vd., 2021) hesaplanmıştır. Elde edilen açı verileri gül diyagramı yardımıyla gösterilmiştir.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Petrografik ve Kimyasal Bulgular

Karbonat çamuru (matriks), gözeneklilik (porozite) ve tane tipi gibi dokusal bileşenleri ifade eden petrografik yapı çözünme hızını belirler (Keser, 2004: 17; Tuncer, 2021b: 1632). Çalışma sahasının karbonatlı birimlerinin petrografik özelliklerini ortaya çıkarmak amacıyla Bozdağ, Sandak, Delikgöl formasyonları, Ürmükdağ kireçtaşı ve Kurucaova üyesinden alınan kayaç örneklerine modal (kantitatif) minerolojik petrografik, standart kalitatif mineral ve gözeneklilik (porozite) analizleri yapılmıştır. Modal (kantitatif) minerolojik petrografik analizin mikroskobik özelliklerine göre, bütün örnekler kırıntılı dokuya sahiptir. Sandak ve Bozdağ formasyonları ile Delikgöl kireçtaşının bağlayıcı özelliğini sparit çimento oluştururken, Ürmükdağ kireçtaşı mikritik çimento ve Kurucaova üyesi demiroksit bağlayıcılarından oluşmaktadır. Buna göre Kurucaova üyesi dışındaki örneklerde karbonat grubu mineraller bulunmaktadır (Tablo 3).

Pekcan (1999)'a göre  $\text{CaCO}_3$  ne kadar saf ise karstlaşmanın da artacağını ve en güzel karstik şekillerin, içerisinde %96'nın üzerinde  $\text{CaCO}_3$  barındıran kalkerlerde görüldüğünü belirtmiştir.

Yapılan kimyasal analizlere göre örneklerin modal bileşimindeki kalsit, dolomit ve diğer bileşenlerin oranları hesaplan-

mıştır. Buna göre; Kurucaova üyesi dışındaki diğer örneklerde  $\text{CaCO}_3$  oranı en düşük %97,24 en yüksek oran ise %98,16'dır. Oranların yüksek olması karstlaşma için uygun koşullardan birini oluşturmaktadır ve bu örneklerin temsil ettiği formasyonlar, karst sınıflamasında tam karst (holokarst) sınıfında yer almaktadır. Kurucaova üyesi örneğinde ise kireçtaşı parçaları ve karbonat taneleri %61 oranına sahip olsa da kalsiyum karbonat dışı oranların bulunmasından dolayı üye kısmi karst (merokarst) sınıfında yer almaktadır. Bu özelliklere göre; Kurucaova üyesi konglomera diğer örnekler ise kireçtaşı ve fosilli kireçtaşı olarak adlandırılmıştır (Tablo 4). Karstlaşma üzerinde etkili olan diğer bir faktör de gözenekliliktir. Gözeneklilik yüksek ise genel olarak geçirimsizlikte fazladır (Pekcan, 1999: 22), geçirimsizliğin fazla olması da karstlaşmayı hızlandıran bir etken oluşturur. Kayaç gözenekliliğinde, kayanın oluşması esnasında meydana gelen birincil boşlukluluk ve geçirimsizlik sistemlerinin yanı sıra sıkıştırılmalar, faylanmalar, basınçlar, bindirmeler bunların yarattığı ezilmeler, ikincil (oluşum sonrası) çatlak sistemlerinin oluşmasını sağlamaktadır. Bunların yarattığı ortam boşlukluluğu ve ortam geçirimsizliği ise çok daha önemlidir (Öztaş, 1992). Formasyonlardaki etkin gözeneklilik incelendiğinde diğer formasyonlara göre dolomit oranının az olduğu, Delikgöl kireçtaşında %4,3 ve Bozdağ formasyonunda %4,2'dir. Sandak formasyonunda ise %2,1 ve Ürmükdağ kireçtaşında %2 şeklindedir (Tablo 4).

Geyssant (2001)'in  $\text{CaCO}_3$  oranına göre oluşturduğu kireçtaşının saflık derecesi sınıflamasında, Kurucaova üyesi saf olmayan sınıfta yer alırken, diğer formasyonlar yüksek saflık sınıfındadır (Tablo 5).

**Tablo 4.** Örneklerdeki modal bileşimindeki kalsit, dolomit ve diğer oranlar ile kayaç adı tablosu.**Table 4.** Calcite, dolomite and other ratios in the modal composition of the samples and the rock name table.

	$\text{CaCO}_3$ (%)	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (%)		Kayaç Adı			Etkin Gözeneklilik (%)	Karst Sınıflaması
		Kireçtaşı parçaları (%)	Karbonat taneleri (%)	Kuvars (%)	Opak mineral (%)	Demiroksit çimento (%)		
Bozdağ form. (Jb)	98.16	1.84		Oopelbiosparit (Fosilli Kireçtaşı)			4,2	Tam karst
Delikgöl kireçtaşı (Jd)	98.16	1.84		Pelsparit (Fosilli Kireçtaşı)			4,3	Tam karst
Sandak form. (Js)	97.24	2.76		Kireçtaşı			2,1	Tam karst
Ürmükdağ kireçtaşı (Kü)	97.7	2.3		Pelmikrit (Fosilli Kireçtaşı)			2,0	Tam karst
Kurucaova üyesi (Khk)	Magmatik, metamorfik kaya parçaları (%)	Kireçtaşı parçaları (%)	Karbonat taneleri (%)	Kuvars (%)	Opak mineral (%)	Demiroksit çimento (%)	Kayaç Adı	Karst Sınıflaması
	8	45	16	6	6	19		



**Tablo 5.** Safılık derecesine göre kireçtaşlarının sınıflandırılması (Geyssant, 2001).  
**Table 5.** Classification of limestones according to the degree of purity (Geyssant, 2001).

Kategori/Sınıflama	(%) CaCO <sub>3</sub>	Formasyon
Çok yüksek safılık	> 98.5	
Yüksek safılık	97 - 98.5	Bozdağ ve Sandak formasyonları, Delikgöl ve Ürmükdağ kireçtaşları
Orta derece safılık	93.5 - 97	
Düşük derecede safılık	85 - 93.5	
Saf olmayan	< 85	Kurucaova üyesi

Yüksek kalsiyum karbonat içeriğine (%98.16) sahip formasyonlardan Bozdağ formasyonu ile Delikgöl kireçtaşı yüzeylerinde; etkin gözenekliliğin yüksek olması, çözünmeye uygun karbonat grubu mineraller içermesi ve spartit çimento bağlayıcılara sahip olması nedenleriyle yoğun karstik şekiller gelişebilmiştir. Tam karst sınıfında bulunan bu formasyonlar, yüksek safılık derecesi içinde yer almakta olup Bozdağ formasyonunda 48, Delikgöl kireçtaşında 41 çözünmeye dolini gelişmiştir (Şekil 4a). Tam karst sınıfında bulunan ve yüksek safılık derecesine sahip Sandak formasyonu, Bozdağ formasyonu ve Delikgöl kireçtaşının petrografik özelliklerine yakın değerlere sahip olmasına rağmen çalışma alanında daha az alan kaplaması ve daha yüksek ortalama eğime sahip olmasından dolayı daha az yoğunlukta dolin gelişebilmiştir. Ürmükdağ kireçtaşı üzerinde ise diğer formasyonlara oranla daha az alan kapladığı için dolin yoğunluğu düşük degerde kalmıştır.

### 3.2. Dolinler

Dolinler kenarları hafif eğimli ile dik eğimli arasında değişen, çapları birkaç metreden 1 km'ye kadar ulaşabilen dairesel veya yarı dairesel şekillerdir (Ford & Williams, 2007: 339). Çevresine göre farklı toprak, bitki örtüsü ve mikro iklimatik özelliklere sahip olan çözünmeye dolinleri (Bárány-Kevei, 1999; Öztürk, 2018b; Öztürk & Savran, 2020) tarımın yapıldığı, hayvanların otlatıldığı ve barınakların yapıldığı alanlardır. Ayrıca dolinler seyrekte olsa kaynakların çıktığı, suyutanların (düden) bulunduğu ve geçici göllerin olduğu alanlardır (Atalay, 2017: 393).

Ekolojik ve beşerî faaliyetlerde öneme sahip dolinlerin şekli ve derinliği üzerinde önemli ölçüde litolojik birimlerin bünyesindeki kil ya da kalsiyum karbonat miktarı ile tabaka kalınlığı, tabakalaşma durumu ve büyük çatlak sistemleri etkilidir (Atalay, 2017: 393). Litolojik özelliklerin yanı sıra iklimsel özellikler (özellikle yağış miktarı ve dağılışı), birimin tektonik özellikleri (fay ve çatlak sistemleri), yüzey (drenaj özellikleri, eğim) ve yüzeyaltı koşulları (özellikle mağaraların dağılışı) dolin yoğunluğu ve morfolojisini belirleyen etkenlerdendir (Öztürk, 2018b: 26). Ayrıca içinde kalıcı veya geçici göller barındıran dolinler,

sedimentler için etkili bir kapan görevi gördüğünden içinde sakladığı sedimentlerde Kuvaterner çevresel değişimlerin kayıtlarını saklamaktadır. Yağmur sularının dolin yamaçlarından akmasıyla da sedimentler birikebilmekte ve yağış koşulları ile özellikle şiddetli yağış dönemleri hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır (Şimşek vd., 2016).

Temel olarak çözünmeye ve çökme olarak ayrılan dolinler (Eriç, 2001: 128) son yıllarda; çözünmeye dolini, çökme dolini, örtü çökme dolini, örtü kayası çökme dolini, örtülmüş dolin ve alüvyal dolin (örtü sübsidans dolini) olmak üzere 6 gruba ayrılmıştır (Doğan, 2004; Öztürk, 2018a; Öztürk, 2018b; Waltham & Fookes, 2003). Bozdağ'da dolin tiplerinden sadece çözünmeye dolini bulunmaktadır.

#### 3.2.1. Dolinlerin morfolojik özellikleri

Karstik ortamlara yönelik niceliksel analiz yapmamızı sağlayan dolinlerin morfolojik analizleri ve bu analizlerde kullanılan çeşitli parametrelerin karşılaştırılması alanın karstik evrimi hakkında önemli bilgiler verir (Bondesan vd., 1992). Dolinlerin dağılışı ve şekilleri üzerinde etkili olan faktörlerin belirlenmesi amacıyla topoğrafya haritalarında çalışma sınırları içinde tespit edilen 212 çözünmeye dolinin morfolojik analizleri yapılmıştır.

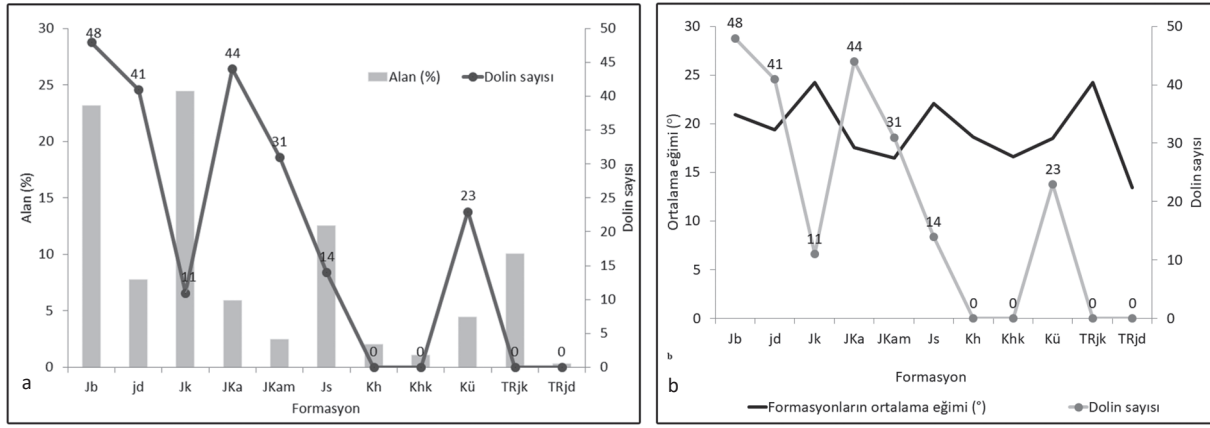
##### 3.2.1.1. Litolojinin etkisi

Çalışma alanının litolojik özelliklerinin belirlenmesinde 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası kullanılmış ve dolinler ile litoloji arasındaki ilişki incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; dolinlerin sırasıyla en fazla Bozdağ formasyonunda (48), Ayderesi formasyonunda (44) (Fotoğraf 5a) ve Delikgöl kireçtaşında (41) (Fotoğraf 5b) gelişmiş olduğu tespit edilmiştir. Hisarköy formasyonunda, Kurucaova üyesinde, Kayaköy dolomitinde ve Dutdere kireçtaşında ise dolin tespit edilmemiştir (Şekil 4a). Dolinler çoğunlukla tam karst sınıfı içinde yer alan formasyonlarda bulunmasının yanı sıra yarı karstik sınıfındaki Memetaşı üyesinde de (JKam) (31 dolin) yoğun dağılışı göstermektedir. Memetaşı üyesinin düşük eğim ortalamasına ve kırıklı bir yapıya sahip olması, üye üzerinde çok sayıda dolinin gelişmesine olanak sağlamıştır. Formasyonların alansal oranları ile dolin sayısı arasında hesaplanan korelasyona göre, korelasyon değeri ( $r=0,3$ ) pozitif fakat zayıf bir sonuç vermektedir. Litolojik alanlar ile dolinler arasındaki ilişkinin zayıf olması litoloji dışında çatlak sistemlerinin dağılışı, doğrultusu ve yoğunluğu (yapısal özellikler), jeomorfolojik evrim, topoğrafik eğim ve paleo drenaj koşullarının daha etkin olduğunu göstermektedir. Örneğin sahada en fazla alana sahip Karataş formasyonunda (%24,4) dolin yoğunluğunun az olması eğim derecesinin yüksek (24,2°) olmasıyla ilişkilendirilebilir (Şekil 4b).



**Fotoğraf 5.** Bozdağ Platosu'ndan Ayderesi formasyonunda (a) ve Delikgöl kireçtaşında (b) gelişmiş çözünmeye dolinleri  
**Photo 5.** Dissolution dolines developed in Ayderesi formation (a) and Delikgöl limestone (b) in Bozdağ Plateau.





Şekil 4. Sahada litolojilerin alansal oranları (%) ile dolin sayısı (a) ve litolojilerin ortalama eğim derecesi (°) ile dolin sayısı (b).

Figure 4. The areal ratios of lithologies (%) and the number of dolines (a) and the mean degree of inclination of the lithologies (°) and the number of dolines (b).

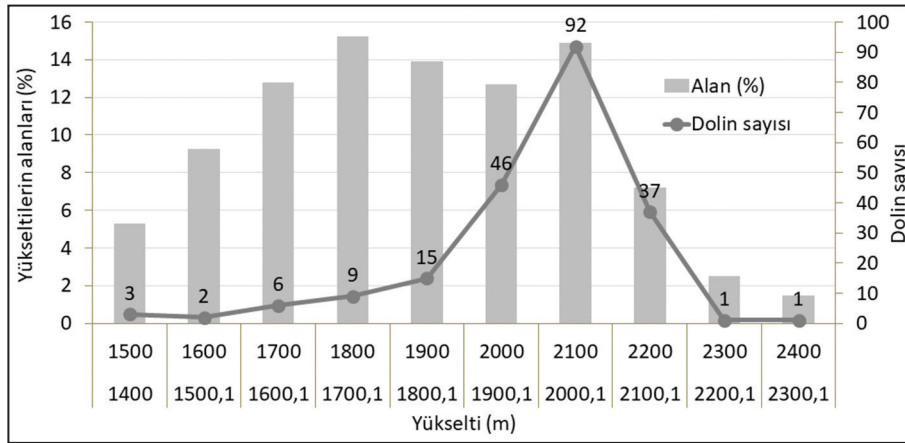
### 3.2.1.2. Dolinlerin yüksekliğe göre dağılışı

Dolinlerin yükselteleri 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarından oluşturulan yükseklik modelinden elde edilmiştir. Dolinlerin ortalama yükseltisi 1996 metre olup dolinler 1470 metre ile 2370 metreleri arasında dağılışı göstermektedir. Homojen olarak dağılışı göstermeyen dolinler, Bozdağ'ın en yüksek (Fotoğraf 6) ve en alçak yükseltilerinde en az sayıda görülmektedir. Dolinler 1900 ile 2200 metreleri arasında %82,5 oranına sahiptir. Ayrıca en fazla dolin sayısı (92 dolin) 2000 ile 2100 metreler arasındadır. Yükselti basamaklarının çalışma alanında kapladığı alanlar ile dolin sayısı arasındaki ilişkinin açıklanması amacıyla korelasyon değeri hesaplanıp değer (r) 0,4 olarak bulunmuştur. Bu sonuç, düşüğe olsa aralarında pozitif bir bağ-

lantı olduğunu göstermektedir. Bu da daha fazla alan kaplayan yükselti basamaklarında dolin sayısında artış olduğu sonucunu vermektedir (Şekil 5).

### 3.2.1.3. Yoğunluk analizi

Çalışma alanındaki dolin yoğunluğu 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritasında tespit edilen 212 dolin ile yapılmıştır (Şekil 6a). Buna göre; Ortalama dolin yoğunluğunun 2.6 dolin/km<sup>2</sup> olan çalışma alanında, dolin yoğunluğu 1 km<sup>2</sup>'lik gridler oluşturularak hesaplanmıştır. Yoğunluk (dolin/km<sup>2</sup>) Faivre ve Pahernik (2007)'ye göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflamaya göre; çalışma alanında en yüksek dolin yoğunluğu 24 dolin/km<sup>2</sup>'dir ve sahada "düşük yoğunlukta" ve "orta yoğunlukta" dolin sınıflamala-

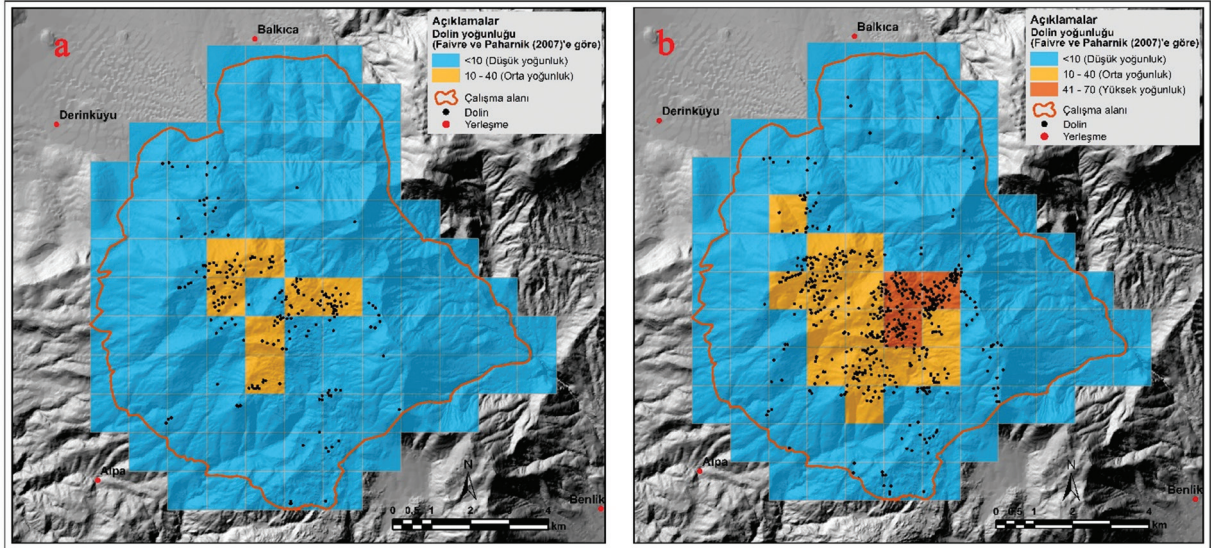


Şekil 5. Çalışma alanındaki dolinlerin yükseklik oranlarına (%) göre dağılımı.

Figure 5. Distribution of dolines in the study area according to their height ratio (%).



Fotoğraf 6. Eren Tepesi (2420 m) yamaçlarında gelişmiş çözünme dolinleri.  
Photo 6. Developed dissolution dolines on the slopes of Eren hill (2420 m).



Şekil 6. 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarında (a) ve Google Earth Pro programında (b) belirlenen dolinlerin yoğunluk haritaları.  
Figure 6. Density maps of dolines determined in 1/25.000 scale topographic maps (a) and Google Earth Pro program (b).

rı yer almaktadır (Şekil 6a). Orta yoğunlukta bulunan alanlar 1900 ile 2200 metreler arasında yer almakta (Fotoğraf 7) ve 1 km<sup>2</sup>'lik gridlerin ortalama eğim derecesine (°) göre 10° ve 22° eğim değerleri arasındadır. Topoğrafya haritalarından tespit edilen 212 dolin alandaki tüm dolinleri temsil etmediğinden Google Earth Pro programı ile dolinler belirlenmiş ve toplamda 556 dolin işaretlenmiştir. Belirlenen 556 dolinin yoğunluk haritası yapılmış (Şekil 6b) ve topoğrafya haritasındaki dolinler ile yapılan yoğunluk haritası ile karşılaştırılmıştır. Topoğrafya haritasından elde edilen dolin yoğunluğuna göre alanda düşük ve orta yoğunluk sınıfı yer alırken, Google Earth programında belirlenen dolinlerin yoğunluk sınıflamasında Bozdağ düşük, orta ve yüksek yoğunluklu alanlara sahip olup 1 km<sup>2</sup>'de en fazla 65 dolin bulunmaktadır (Şekil 6a-b).

#### 3.2.1.4. Dolinlerin alan ve çevre uzunluklarının özellikleri ile dairesellik indisi

Çalışma alanındaki dolinlerin alanları, çevre uzunlukları ve dairesellik indisi (Ic) analizine göre; Dolinler arasında en küçük alana sahip dolin 96 m<sup>2</sup>, en fazla alana sahip dolin 90149 m<sup>2</sup> ve ortalama alan 3283 m<sup>2</sup>'dir. Çevre uzunluğu en kısa olan dolin ise 38 metre, en uzun ise 1.5 kilometre, ortalama çevre uzun-

luğu da 177 metredir. Alan ve çevre uzunlukları arasındaki korelasyon değeri pozitif ve çok kuvvetli bir sonuç vermektedir (r=0.93). Alan ve çevre uzunlukları verileri kullanılarak hesaplanan dairesellik indisine göre, çalışma sahasındaki dolinlerin ortalama dairesellik değeri 1.21'dir. Dolinlerin ortalama dairesellik indis değerinin 1.2 ile 1.3 arasında olması, dolinlerin içinde birden fazla çıkıntının gelişmesiyle dairesellik formlarını tamamen kaybettiği sonucunu vermektedir (Fotoğraf 8a). Dolinlerin dairesellik indis değerlerine göre; %52.4'ü 1 ile 1.1 değerleri arasında olup dairesel biçimlerini korumaktadır (Fotoğraf 8b). %20.8'i 1.1 ile 1.2 değerlerinde olması dairesel biçiminin bozulmaya başladığı ve %15.1'inin ise 1.5 ile 3 değerleri arasında olması tamamen uzamış veya biçimsiz bir şekil aldığı sonucunu vermektedir (Tablo 6; Öztürk, 2018b). Çalışma sahasındaki dolinlerin %2.3'ünü oluşturan ve alan olarak 20000 m<sup>2</sup>'den büyük olan dolinler dairesellik indisinde maksimum değerleri oluşturmaktadır. Daha küçük alana sahip ve alanın %97,7'lik oranını oluşturan dolinlerin, dairesellik analizinde değerin yüksek çıkmasını engellemek amacıyla dolinlerin 20000 m<sup>2</sup>'den büyük olanları hesaplamaya alınmayacak şekilde dairesellik indisinin ortalaması hesaplandığında sonuç 1,19'dur, bu değere göre dolinlerin dairesellikleri bozulmaya başlamıştır. Uzamış dolinler alanda, çoğunlukla paleo vadilerin



Fotoğraf 7. Bozdağ Platosu'nda dolin karst bölgesi.  
Photo 7. Doline karst area on Bozdağ Plateau.





**Fotoğraf 8.** Bozdağ'da dairesel formunu kaybetmiş çözünme dolini (a) ve dairesel formda çözünme dolini (b).  
**Photo 8.** Dissolution doline which has lost its circular form (a) and circular form dissolution doline (b) in Bozdağ.

veya süreksizliklerin bulunduğu alanlara karşılık gelmektedir (Fotoğraf 10).

**Tablo 6.** Dairesellik indis değerine göre dolin sayısı ve oranı (Kaynak: Öztürk, 2018b).

**Table 6.** Number and ratio of dolines according to the circularity index value (Source: Öztürk, 2018b).

Dairesellik değeri	Dolin sayısı	Oran (%)
$1 \geq lc > 1.1$	111	52.4
$1.1 \geq lc > 1.2$	44	20.8
$1.2 \geq lc > 1.3$	12	5.7
$1.3 \geq lc > 1.4$	10	4.7
$1.4 \geq lc > 1.5$	3	1.4
$1.5 \geq lc > 3$	32	15.1
$3 \geq lc > 5$	0	0
$5 \geq lc$	0	0

### 3.2.1.5. Dolinlerin uzun eksen ve kısa eksen özellikleri ile uzama oranı

Dolinlerden elde edilen uzun eksen ile kısa eksen verileriyle eksenlerin uzunlukları ve uzun eksenin kısa eksene oranı ile dolinlerin uzama oranları incelendiğinde; uzun eksenlerin uzunlukları, en kısa 14 metre ile en fazla 704 metre arasında değişmektedir. Ortalama uzunluk ise 65 metredir. Kısa eksenlerin uzunlukları ise en kısa 8 metre ile en fazla 308 metre arasındadır. Kısa eksenin ortalama uzunluğu ise 40 metredir. Dolinler iki yönlü gelişim gösterdiğinden (Öztürk, 2018b) uzun eksen ile kısa eksen arasındaki korelasyon değeri kuvvetli ve

pozitifdir ( $r=0,87$ ). Uzun eksenin kısa eksene oranıyla hesaplanan uzama oranına bakıldığında, uzama oranı en küçük 1, en büyük 3,8 değerleri arasında olup dolinlerin 103'ü (%48.5) yarı eliptik, 55'i (%25.9) dairesel veya yarı dairesel, 43'ü (%20.2) uzamış ve 11'i (%5.1) eliptik özelliindedir (Tablo 7). Ortalama uzama oranı ise yarı eliptik özelliğe karşılık gelen 1,56 değerindedir (Tablo 2).

**Tablo 7.** Uzama oranı değerine göre dolin sınıflaması ve dolin sayısı.

**Table 7.** Doline classification according to the elongation rate value and the number of dolines.

Şeklin tanımı	Dolin sayısı
Dairesel, yarı dairesel	55
Yarı eliptik	103
Eliptik	11
Uzamış	43

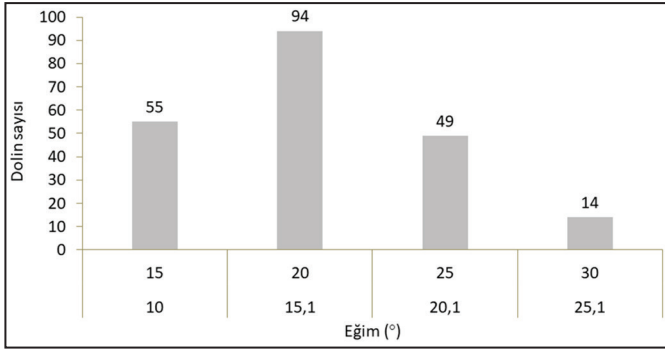
### 3.2.1.6. Eğim koşullarının dolinler üzerindeki etkisi

Dolinlerin ve eğim özelliklerinin arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarından elde edilen eğim haritasından 1 km<sup>2</sup>'lik gridlerde ortalama eğim değerleri (°) oluşturuldu ve ortalama eğim haritasından dolinlerin ortalama eğimi hesaplandı. Buna göre, ortalama eğim değeri 17.7° olan sahada en fazla dolin (94) 15° ile 20° arasında (Fotoğraf 9), en az dolin sayısı (14) ise yüksek eğimli alanlara karşılık gelen 25° ile 30° eğimleri arasındadır. Diğer eğim aralıkları olan 10° ile 15° eğim aralığında 55 dolin ve 20° ile 25° eğim aralığında 49 dolin bulunmaktadır (Şekil 7).



**Fotoğraf 9.** Karataş bozulmuş polyesi içerisinde düşük eğimli tabanda gelişmiş çözünme dolinleri.  
**Photo 9.** Dissolution dolines developed on a low sloping base in Karataş degraded polje.





Şekil 7. Çalışma sahası dolin sayısının ortalama eğime göre dağılışı.

Figure 7. Distribution of the number of dolines in the study area according to the average slope.

### 3.2.1.7. Dolinlerin yönelim özellikleri

Fay ve çatlak yapısı gibi zayıf zonlar boyunca gelişebilen dolinlerin alandaki çizgiselliğe uyum gösterip göstermediğinin belirlenmesi amacıyla dolinlerin uzun eksenlerinin ve alandaki çizgiselliklerin kuzeye yaptığı açılar belirlenerek gül diyagramları hazırlandı. Fakat alanda gelişmiş olan tüm dolinlerin 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarında gösterilmemiş olmasından dolayı net bir sonuç elde edilememiştir. Dolinlerin uzanımlarına bakıldığında genel olarak dolinler D-B yönünde uzanım göstermektedir (Şekil 8a). Çizgisellikler ise KD-GB yönünde uzanım göstermektedir (Şekil 8b). Alansal olarak diğer dolinlere oranla daha büyük alana sahip dolinler ise D-B yönü yanı sıra KD-GB yönünde uzanım göstermektedir. Alandaki bindirmelerin etkisiyle kırık ve çatlak yapısı ve tabaka yönelimlerinin kısa mesafelerde değişiklik göstermesine neden olmuştur bu da dolinlerin yönelimlerini etkilemiştir. Arazi çalışmasında hem çizgiselliğe hem de paleo vadilere uyum içinde gelişen dolinler görülmüştür. Çeşitli etkenlere bağlı olarak gelişen do-

linlerin varlığı, dolinlerin tek bir etken yerine farklı etkenlerin dolin dağılışı ve yönelimleri üzerinde etkili olabildiği sonucunu vermektedir. Faylar ve kırık sistemleri, tabaka doğrultuları (Fotoğraf 10a) ve paleo vadiler (Fotoğraf 10b) gibi suyun takip ettiği hatlar boyunca dolinler gelişebilmektedir. Ayrıca tabaka doğrultuları boyunca gelişmiş dolinler asimetrik bir yapıya da sahip olmuşlardır.

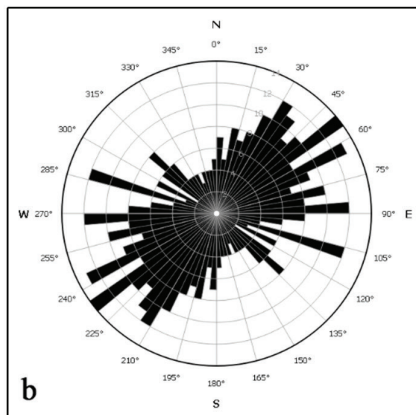
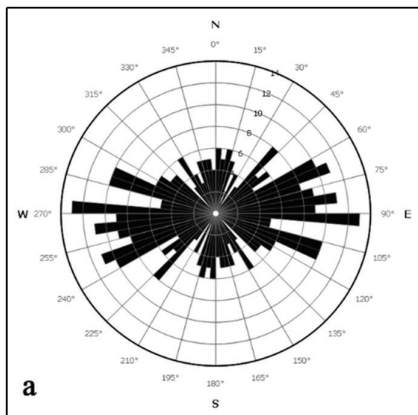
1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarının yanı sıra Google Earth Pro görüntülerinden tespit edilen dolinlerde, çözünme dolini, genç dolin ve yamaç dolinleri tespit edilmiştir. Ayrıca alanda yarım ay şeklinde yarı açık dolinlerin (yamaç dolini) oluşmasındaki neden; sahadaki kireçtaşlarının yapısal özellikleri ile topoğrafik eğim değerleridir. Kireçtaşlarının yapısal özellikleri, kireçtaşlarının bindirmeler ile alana yerleşmesi ve örtü altında kalmaları sonucunda ezilmiş ve sonuçta birbirlerini gelişi güzel kesen kırık ve çatlak sistemlerine sahip olmuşlardır. Bu türden kırıklı yapılar hem karstik çözünmeyi hem de mekanik parçalanmayı artırmıştır.

### 3.3. Paleo Vadiler

Yüze sularının yeraltına inmesi ile gelişebilen paleo vadilerde yüze suların yer altına inmesi, tektonik bir yükselme ve yarık ile çatlak yapısının gelişmesiyle (Atalay, 2017: 417; Erinc, 2001: 147; Öztürk, 2018b: 72) veya drenaj ağının flüvyal aktivitesini kaybetmesiyle gerçekleşebilir. Çalışma alanında Miyosen ve Pliyosen dönemlerindeki çarpılmalar ve yükselmeler ile kurulan akarsu ağı Pliyosen dönemindeki yükselmeler ile yer altına inmeye başlamış ve Pliyo-kuvaterner döneminde yağışlı dönemdeki sel tipi suların haricinde drenaj ağı yüzeyden kaybolmuştur. Yeraltına inen akarsu ağları yüzeyde paleo vadilerin gelişmesine olanak sağlamıştır. Paleo vadiler, çalışma sahasının sınırları içinde Bozdağ'ın ortalama yükseltisinin üstünde plato yüzeyinde



Fotoğraf 10. Bozdağ Platosu'nda tabaka doğrultusu boyunca gelişmiş uzamış dolin örneği (a) ve Deliköl Tepesi'nde paleo vadi içinde gelişen uzamış dolinler (b).  
Photo 10. Example of an elongated doline developed along the bedding direction (a) and elongated dolines developing in the paleo valley on Deliköl Hill (b) in Bozdağ Plateau.



Şekil 8. Dolinlerin (a) ve çizgiselliklerin (b) uzanımlarına ait gül diyagramı.  
Figure 8. Rose diagram of the extensions of dolines (a) and lineaments (b).

yaklaşık olarak 1808 metrenin üstünde daha çok görülmektedir. Yağmur sularının oluşan paleo vadilerdeki çatlak yapısını eritip genişletmesiyle vadi tabanlarının talveg hattı boyunca çözünme dolinleri oluşur ve zamanla talveg hattı uzamış dolinler ile kaplanır (Öztürk, 2018b: 72). Dolinler ile kaplanan paleo vadi zemini zamanla dolinler tarafından parçalara ayrılabilir ve orijinal akarsu formu tamamen kaybolabilir (Gunn, 2004: 1609). Bozdağ'da buna örnek teşkil eden paleo vadiler içerisinde ve paleo vadilerin uzanımına uygun şekilde gelişen çözünme dolinlerine rastlanılmıştır (Fotoğraf 10b). Toros karst kuşağı içinde birçok alanda dolinlerin uzun eksen yönelimleri dağların orografik uzanımına paralellik göstermektedir (Öztürk vd., 2017b; Öztürk vd., 2018b; Şimşek vd., 2019; Şimşek vd., 2020). Ancak bazı alanlarda dolinlerin yönelimi yapısal etkilerden farklı olarak paleo vadilere uyum gösterebilmektedir (Şimşek, 2021). Çalışma sahasında da yapısal özelliklere uyum göstermeyen dolin yönelimleri genellikle paleo vadi yönelimine uygun şekilde gelişmiştir.

### 3.4. Karstik Gelişim

Karstlaşmaya uygun neritik ve pelajik kireçtaşlarının bulunduğu çalışma alanı, Likya naplarına ait allokton konumlu bindirmelerden oluşmaktadır. Çözünmeye uygun litolojiye sahip alanda, Laramiyen fazları (Geç Kretase-Erken Miyosen sonu) sırasında günümüzdeki konumlarını kazanan Likya naplarının karbonatlı kayaları, Neojen örtü birimleri ile örtülmüştür. Geç Miyosen sonuna kadar sıkışarak deformasyona uğrayan ve kıvrım, bindirme ile doğrultu atımlı fayların geliştiği alanda, basınç ve bindirmelerin etkisiyle kireçtaşlarında kırık ve çatlak sistemleri gelişmiştir. Yeni tektonik evrede bir horst yapısı kazanan alanda, Miyosen sonu Pliyosen başında yaşanan ilk yükselim hareketinden sonra asıl yükselim Pliyo-kuvaternerde gerçekleşmiştir. Bu yükselmelerle beraber alanın kırık ile çatlak yapısı gelişmiş ve KD-GB yönlü çizgisellikler oluşmuştur. Bu asıl yükselimin gerçekleştiği dönemde tektonik hareketler ile kırık ve çatlak yapısının gelişmesi, kireçtaşı tabakaları üstünde yer alan örtü tabakalarının bu döneme kadar sıyrılmış olması, akarsu drenajının yer altına drene olması, karst taban seviyesinin derinleşmesi ve serin yağışlı evreler ile aralanan sıcak ve az çok yağışlı bir iklimin etkili olmasından dolayı (Güneysu, 1993) karstlaşma süreci hızlanmıştır. Bozdağ karstik platosunda, Alt-Orta Miyosen yüzeylerinde karstik şekillerden uvalaların ve dolinlerin bulunması karstlaşma sürecinin bu dönemde başladığını, Üst Miyosen yüzeylerinde görülen bu karstik şekiller karstlaşmanın devam ettiğini göstermektedir. Fakat Neojen örtülerinin yer yer veya alanın genelini örtmesi karstlaşmayı kesintiye uğratmıştır. Pliyosen sonlarında gerçekleşen tektonizmanın etkisiyle alanın yükselmesi ile örtü birimi sıyrılmış ve buna bağlı olarak alanda karstlaşmanın etkinliğinin artmasıyla neo-karstik şekiller gelişmeye başlamıştır. Ayrıca blok yükselme sonrası karstik şekillerde gençleşme oluşmuş, Alt-Orta Miyosen yüzeylerinde iç içe karst şekilleri gelişmiştir. Miyosen ve Pliyosen dönemlerinde alanda kurulan drenaj ağıyla aşınım ve birikim gerçekleşmiştir. İleriki dönemlerde ise Pliyo-kuvaternerde akarsu drenajının mevsimlik akarsular dışında yer altına drene olması paleo vadilerin oluşmasını sağlamıştır. Oluşan paleo vadiler ise tabanlarında gelişen geçirimsiz toprak dolguları nedeniyle yana doğru aşındırma yaparak flüvyo-karstik vadilerin gelişmesine olanak sağlamıştır.

### 4. Sonuç

Menderes Masifi ile Toroslar arasında tektonik olarak karmaşık bir bölgede yer alan Bozdağ, mevcut konumlarını Laramiyen

fazları (Geç Kretase-Erken Miyosen sonu) sırasında kazanmış, allokton konumlu Üst Paleozoyik-Alt Tersiyer döneminde oluşmuş Likya Naplarının (Bodrum ve Domuzdağ) karbonatlı kayalarından oluşmaktadır. Burdur-Fethiye fay zonu içinde yer alan, doğuda Acıpayam, güneyde Beyağaç ve batıda Barz faylarıyla sınırlandırılmış Bozdağ, Geç Miyosen sonuna kadar sıkışarak deformasyona uğramış ve Miyosen sonu Pliyosen başında ilk, blok faylanmasını yaşamıştır. Pliyo-kuvaternerde ise ikinci blok faylanmalara uğrayarak güncel şeklini almıştır. Neotektonik rejimin meydana getirdiği bu yapısal ve morfolojik yüzeyler, tektonik zondaki Bozdağ horstunun günümüzdeki boyutlarına Pleistosende ulaştığını göstermektedir. Alanın neritik ve pelajik kireçtaşlarından oluşmasından dolayı sahada karst topoğrafyasına ait şekiller hakimdir. Fakat günümüzde etkili olan karstlaşmadan önce sahada flüvyal etkiler hakimdi. Özellikle Miyosen ve Pliyosen dönemlerinde alanda kurulan akarsu drenaj ağı flüvyal aşınım ve birikimin gelişmesini sağlamıştır. Çalışma alanındaki örtü biriminin Pliyosen dönemine kadar geçen süre zarfında sıyrılmaması ve akarsu drenaj ağının bu dönemde yükselmeler ile yer altına intikal etmeye başlayıp Pliyo-kuvaternerde sel tipi sular haricinde yüzeyden çekilmesiyle alanda karstlaşma bu dönemde gelişmiştir. Sahanın relief sistemleri, 1200-2400 metreler arasında uzanım gösteren Alt-Orta Miyosen (DI), Üst Miyosen (DII), Pliyosen (DIII) ve Pleistosen (DIV) dönemlerine ait reliyef sistemlerinden ve bunların şekil ile yapılarından oluşmaktadır. Arazi çalışmasında beş farklı formasyondan alınan kayaç el örneklerinin petrografik ve kimyasal analizleri yapılmıştır. Bozdağ ve Sandak formasyonları ile Delikgöl ve Ürmükdağ kireçtaşları, içerdiği kalsiyum karbonat oranlarına göre "yüksek saflık derecesinde" yer almaktadır. Bu formasyonların etkin gözeneklilik oranları sırayla Bozdağ formasyonu (%4,2), Delikgöl kireçtaşı (%4,3), Sandak formasyonu (%2,1) ve Ürmükdağ kireçtaşı (%2) şeklindedir. Tam karst sınıfında bulunan bu formasyonların dışında Kurucaova üyesi, içerdiği farklı minerallerden dolayı kısmi karst sınıfında yer almaktadır. Bozdağ formasyonu ile Delikgöl kireçtaşı petrografik ve kimyasal özellikleri bakımından çözünmeye uygun litolojileri oluşturmaktadır. Yoğun karstik şekillerin bulunduğu bu formasyonlarda çözünme dolinleri de yoğun bir dağılım göstermektedir. Petrografik ve kimyasal özellikler itibarıyla bu iki formasyona yakın değerler göstermesine rağmen Sandak formasyonunun kireçtaşları üzerinde dolin sayısı daha azdır. Bunun nedenleri, Sandak formasyonunun oluşturduğu ortalama eğim değerinin diğerlerine oranla yüksek olması ve çalışma sahasında alansal olarak daha az yer kaplamasıdır. Ürmükdağ kireçtaşından oluşmuş yüzeylerde, Bozdağ formasyonu ve Delikgöl kireçtaşından daha az doline sahip olması ise çalışma alanında daha az yer kaplamasından dolayıdır. Çözünmeye uygun karbonatlı kayalardan oluşan alanda karstik şekillerden lapa, dolin, uvala ve flüvyo-karstik vadiler bulunmaktadır. Bozdağ'da yoğunluk gösteren dolinler ise çözünme dolini şeklindedir. Alanda yoğun bir şekilde dağılıma sahip olan dolinlere yönelik bazı morfometrik analizlerinin yapılması amacıyla 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritaları kullanılmış ve 212 dolin tespit edilmiştir. Belirlenen dolinler CBS ortamında sayısallaştırılıp, tüm dolinlerin analizleri yapılmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre; dolinler, 96 m<sup>2</sup> ile 90149 m<sup>2</sup> arasında alana, en kısa 38 metre en uzun 1.5 kilometre çevre uzunluğuna sahiptir. 1470 metre ile 2370 metreleri arasında dağılım gösteren dolinlerin ortalama yükseltisi 1996 metre olup %82,5'i 1900 ile 2200 metreleri arasındadır. Dolinler en fazla (48) Bozdağ formasyonunda (Jb) bulunmaktadır. Formasyonların alansal oranı ile dolin sayısı arasında pozitif fakat zayıf bir korelasyon bulunmaktadır (r=0,3). Yoğunlukla tam karst sınıfında bulunan formasyonlarda yoğun bir dağılım gösteren dolinler, kısmi karst sınıfında yer alan Me-



metaşı üyesinde de yoğun bir dağılım göstermektedir (31 dolin). Bunun nedeni, üyenin oluşturduğu yüzeylerin düşük ortalama eğim değerlerine ve kırıklı bir yapıya sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Litolojik alanlar ile dolinler arasındaki ilişkinin zayıf olması litoloji dışında alandaki çatlak sistemlerinin dağılımının ve yoğunluğunun, alanın paleocoğrafik evriminin, iklim, eğim ve drenaj özelliklerinin de dolinlerin dağılımında etkili olabildiğini göstermektedir. Çalışma alanında dolinler düşük ve orta yoğunluk sınıfında bulunmaktadır. En yüksek yoğunluk ise 24 dolin/km<sup>2</sup>'dir. Ancak topoğrafya haritalarında tüm dolinler gösterilmediğinden Google Earth Pro programı kullanılarak ayrıca 344 dolin daha tespit edilmiş ve toplam 556 dolinin merkezi noktası işaretlenerek yoğunluk analizi yapılmıştır. Bu 556 dolinin yoğunluk analizinde topoğrafya haritalarındaki yoğunluk haritasından farklı olarak yüksek yoğunluklu alanlar da bulunmaktadır. Dolinlerin, dairesellik indisi sonucuna göre ortalama değer 1.21 olup, içinde birden fazla çıkıntının gelişmesiyle dairesellik formlarını tamamen kaybettiği anlaşılmıştır. Ancak dolinlerin %2.3'ünü oluşturan ve alan olarak 20000 m<sup>2</sup>'den büyük olan dolinler indiste maksimum değerleri oluşturmaktadır, bunlar analiz dışında bırakıldığında ise ortalama indis değeri 1,19 olup dolinlerin daireselliklerinin bozulmaya başladığı sonucunu vermektedir. Uzun eksen değerleri incelendiğinde uzunlukları en kısa 14 metre ile en fazla 704 metre arasında değişmekle birlikte, ortalama uzunluğu 65 metredir. Kısa eksenlerin uzunlukları ise en kısa 8 metre ile en fazla 308 metreleri arasında olup ortalama kısa eksen uzunluğu da 40 metredir. Dolinlerin ortalama uza- ma oranı 1,56'dır. 1 km<sup>2</sup>'lik gridler aracılığıyla oluşturulan eğim değerlerine göre, alanın ortalama eğim değeri 17.7°'dir. Alanda en fazla dolin sayısı 94 dolinle orta eğim değerine karşılık gelen 15° ile 20° arasındaki eğimli yüzeylerde bulunurken, en az dolin sayısı ise 14 dolin ile yüksek eğimli alanları oluşturan 25° ile 30° arasındaki eğimli yüzeylerde bulunmaktadır. Çalışma alanında bindirmeler ve blok yükselmelerin sonucunda karbonatlı kayalarda çatlak ve kırık yapısı gelişmiş ve KD-GB yönünde gelişen süreksizlikler meydana gelmiştir. Dolinlerin uzun eksenin genel doğrultusu ise D-B yönünde olup süreksizliklere uyum göstermemektedir. Ancak uyum göstermeyen dolinlerin yanı sıra bu doğrultulara göre gelişmiş dolinler de bulunmaktadır. Ayrıca paleo vadi doğrultularına uygun gelişmiş dolin örnekleri de mevcuttur. Dolinlerin yönelimlerinde etkili olan diğer bir faktör de paleo vadilerin uzanımlarıdır. Bu çalışmaya göre dolinlerin dağılımında ve yönelimlerinde, topoğrafik eğim, yağış ve sıcaklık koşulları, yapısal özellikler, jeomorfolojik evrim, paleo vadi ve drenaj sistemleri gibi etkilerin olduğu sonucuna varılmıştır.

## Kaynakça

Akdeniz, N. (2011). *1:100.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları Denizli-N22 paftası*, (Yayın No: 164). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi.

Aksoy, R., & Aksarı, S. (2008). Elmalı (Antalya, Batı Toroslar) kuzeyinde Likya naplarının jeolojisi. *Selçuk Üniv. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(2), 45-59.

Ardel, A., Kurter, A., & Dönmez, Y. (1969). *Klimatoloji tatbikatı*. Taş Matbaası.

Atalay, İ. (2017). *Türkiye jeomorfolojisi* (3. baskı). Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.

Aydın, S., Şimşek, M., Çetinkaya, G., & Öztürk, M. Z. (2019). Erinç yağış etkinliği indisine göre belirlenen Türkiye iklim bölgelerinin rejim karakteristikleri. İçinde Gönençgil, B., Ertek, A.T., Akova, İ., & Elbaşı, E. (Eds). 1. *İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresi Bildiri Kitabı*, (ss.20-22). <https://doi.org/10.26650/PB/PS12.2019.002.074>

Bárány-Kevei, I. (1999). Microclimate of karstic dolines. *Acta Climatologica*, 32(33), 19-27.

Basso, A., Bruno, E., Parise, M., & Pepe, M. (2013). Morphometric analysis of sinkholes in a karst coastal area of southern Apulia (Italy). *Environmental Earth Science*, 70, 2545-2559. <https://doi.org/10.1007/s12665-013-2297-z>

Becker-Platen, J. D. (1970). Lithostratigraphische untersuchungen im kanozoikum südwest anatoliens (Türkei)-(Kanozoikum und braunkohlen der Turkei), *Beihefte zum Geologischen Jahrbuch*, 97.

Birsoy, Y., & Ölgen, M. K. (1992). Thornthwaite yöntemi ile su bilançosunun ve iklim tipinin belirlenmesinde bilgisayar kullanımı. *Ege Coğrafya Dergisi*, 6(1) 153-178.

Bondesan, A., Meneghel, M., & Sauro, U. (1992). Morphometric analysis of dolines. *International Journal of Speleology*, 21(1), 1-55. <https://doi.org/10.5038/1827-806X.21.1.1>

Bozcu, M., Yağmurlu, F., & Şentürk, M. (2007). Fethiye-Burdur fay zonunun bazı neotektonik ve paleosismolojik özellikleri, GB-Türkiye. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 31(1), 25-48.

Bölük, E. (2016). Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre Türkiye iklimi. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü. [https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim\\_siniflandirmalari/Thornthwaite.pdf](https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/Thornthwaite.pdf)

Brunn, J. H., Graciansky, P. Ch, de., Gutnic, M., Juteau, T., Lefèvre, R., Marcoux, J., Monods, O., & Poisson, A. (1970). Structures majeures et correlations stratigraphiques dans les Taurides occidentales. *Bulletin Société Géologique de France*, 12(7), 515-556. <https://doi.org/10.2113/gssgfbull.S7-XII.3.515>

Day, M. (1983). Doline morphology and development in Barbados. *Annals of the Association of American Geographers*, 73(2), 206-219.

Denizman, C. (2003). Morphometric and spatial distribution parameters of karstic depressions, lower Suwanee River basin, Florida. *Journal of Cave and Karst Studies*, 65(1), 29-35.

Doğan, U. (2004). Dolin sınıflamasında yeni yaklaşımlar. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 249-269.

Ekmekçi, M. (2003). Review of Turkish karst with emphasis on tectonic and paleogeographic controls. *Acta Carsologica*, 32/2(17), 205-218. <https://doi.org/10.3986/ac.v32i2.349>

Elitez, İ., & Yaltrak, C. (2014). Çameli Havzası'nın Miyosen-Kuvaterner jeodinamiği, Burdur-Fethiye Makaslama Zonu (GB Türkiye). *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 57(3), 41-67. <https://doi.org/10.25288/tjb.298714>

Erinç, S. (1996). *Klimatoloji ve metodları*. Alfa Basım Yayım Dağıtım.

Erinç, S. (2001). *Jeomorfoloji II* (3. baskı). Der Yayınevi.

Erol O. (1979). Türkiye'de Neojen ve Kuvaterner aşınım dönemleri, bu dönemlerin aşınım yüzeyleri ile yaşıt (korelan) tortullara göre belirlenmesi. *Jeomorfoloji Dergisi*, 8, 1-40.

Erol, O. (1981). Neotectonic and Gemorphologic evolution of Turkey. In Fairbridge R.W. (Ed.) *Neotectonics, Zeitschrift für Geomorphologie*. N.F. Suppl. Bd., 40, 193-211.

Erol, O. (1983). Türkiye'nin genç tektonik ve jeomorfolojik gelişimi. *Jeomorfoloji Dergisi*, 11, 1- 22.

Erol, O. (1993). Ayrıntılı jeomorfoloji haritaları çizim yöntemleri. İstanbul Üniv. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, *Bülten*, 10, 19-39.

Eroskay, O. S. (1982). Engineering properties of carbonate rocks and karst regions in Turkey. *Bulletin of The International Association of Engineering Geology*, (25), 61-65. <https://doi.org/10.1007/BF02603192>

Ersoy, Ş. (1989). *Fethiye (Muğla) - Gölhisar (Burdur) arasında Güney Dağı ile Kelebekli Dağ ve dolaylarının jeolojisi*. [Yayınlanmamış Doktora Tezi]. İstanbul Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ersoy, Ş. (1990). Batı Toros (Likya) naplarının yapısal öğelerinin ve evriminin analizi. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 37, 5-16.

Faivre, S., & Pahernik, M. (2007). Structural influences on the spatial distribution of dolines, Island of Brac, Croatia. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 487-503. <https://doi.org/10.1127/0372-8854/2007/0051-0487>

Fick, S. E., & Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37(12), 4302- 4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>



- Ford, D., & Williams, P. (2007). *Karst hydrogeology and geomorphology*. John Wiley & Sons Ltd.
- Geysant, J. (2001). Geology of calcium carbonate. In Tegetoff, W. (Eds.), *Calcium carbonate: from the cretaceous period into the 21st century*, (pp.1-52), Springer Publishing Group.
- Goudie, A. S. (2003). *Geomorphological techniques*. Allen & Unwin
- Graciansky, P. C. (1968). Teke yarımadası (Likya) Torosların üst üste gelmiş ünitelerinin stratigrafisi ve Dinaro-Toroslar'daki yeri. *MTA Enstitüsü Dergisi*, 71, 73-92.
- Gunn, J. (2004). Valleys in karst. In Gunn, J. (Eds.), *Encyclopedia of cave and karst science* (pp.1607-1610).
- Güneysu, A. (2014). Batı Toroslar'da neotektonik hareketlerin karstlaşma üzerindeki etkileri ve karstlaşmanın evrimi (Eğirdir-Beyşehir-Antalya karst alanı). *Türk Coğrafya Dergisi*, 0(28), 329-336. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tcd/issue/21259/228208>
- Kazancı, N., Gürbüz, A., & Boyraz, S. (2011). Büyük Menderes Nehri'nin jeolojisi ve evrimi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 54(12), 25-56.
- Keser, N. (2004). Bezirgan Polyesi ve yakın çevresinin karst jeomorfolojisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (42), 11-45.
- Konak, N. (2003). Menderes masifinin güneydoğusundaki naplı yapılar. 56. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı*, (ss.304-306).
- Nazik, L., & Poyraz, M. (2015). Türkiye karst morfolojisinde neotektoniğin rolü. İçinde Bahadır, M., Uzun, A., & Zeybek, H. İ. (Eds.), *IV. Ulusal jeomorfoloji sempozyumu bildiriler kitabı: Karst Jeomorfolojisi*, (ss.203-213), Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Nazik, L., & Poyraz, M. (2017). Türkiye karst jeomorfolojisi genelini karakterize eden bir bölge: Orta Anadolu platoları karst kuşağı. *Türk Coğrafya Dergisi*, (68), 43-56. <https://doi.org/10.17211/tcd.300414>
- Nazik, L., & Tuncer, K. (2010). Türkiye karst morfolojisinin bölgesel özellikleri. *Türk Speleoloji Dergisi, Karst ve Mağara Araştırmaları*, 1(1), 7-19.
- Nazik, L., Poyraz, M., & Karabıyıklıoğlu, M. (2019). Karstic landscapes and landforms in Turkey. In Kuzucuoğlu, C., Çiner, A., & Kazancı, N. (Eds.), *Landscapes and Landforms of Turkey*, (pp.181-196), Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-03515-0\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-03515-0_5)
- Okay, A. İ. (1989). Geology of the Menderes Massif and the Lycian Nappes south of Denizli, western Taurides. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey*, 109, 37-51.
- Öztaş, T. (1992). Boğsak karst kaynağı (Mersin-Taşucu) dolayının karst ve karstlaşma özellikleri. *Jeoloji Mühendisliği*, (41), 118-130.
- Öztürk, M. Z. (2018a). Karstik kapalı depresyonların (dolinlerin) morfometrik analizleri. *Coğrafya Dergisi*, (36), 1-13. <https://doi.org/10.26650/JGEOG371149>
- Öztürk, M. Z. (2018b). Orta Toroslar'da dolinlerin dağılışı ve morfometrik özellikleri. Kriter Yayınevi.
- Öztürk, M. Z., Çetinkaya, G., & Aydın, S. (2017a). Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Türkiye'nin iklim tipleri. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Dergisi*, (35), 17-27. <https://doi.org/10.26650/JGEOG295515>
- Öztürk, M. Z., & Savran, A. (2020). An oasis in the Central Anatolian steppe: the ecology of a callose doline. *Acta Biologica Turcica*, 33(2), 100-113. <https://www.researchgate.net/publication/340429695>
- Öztürk, M. Z., Şener, M. F., Şener, M., & Şimşek, M. (2018a). Structural controls on distribution of dolines on Mount Anamas (Taurus Mountains, Turkey). *Geomorphology*, 317, 107-116. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2018.05.023>
- Öztürk, M. Z., Şimşek, M., & Utlu, M. (2015). Tahtalı Dağları (Orta Toroslar) karst platosu üzerinde dolin ve uvala gelişiminin CBS tabanlı analizi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (65), 59-68. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tcd/issue/21272/228400>
- Öztürk, M. Z., Şimşek, M., Şener, M. F., & Utlu, M. (2018b). GIS based analysis of doline density on Taurus Mountains, Turkey. *Environmental Earth Sciences*, 77(536), 1-13. <https://doi.org/10.1007/s12665-018-7717-7>
- Öztürk, M. Z., Şimşek, M., Utlu, M., & Şener, F. (2016). Bolkar Dağları batı platosunun flüvyo-karstik evrimi. İçinde Özçağlar, A., Türkoğlu, N., Bayar, R., Yılmaz, E., Aydın, O., & Karabacak, K. (Eds.) *TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, (ss.106-115).
- Öztürk, M. Z., Şimşek, M., Utlu, M., & Şener, M. F. (2017b). Karstic depressions on Bolkar Mountain plateau, Central Taurus (Turkey): Distribution characteristics and tectonic effect on orientation. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 26(4), 302-313. <https://doi.org/10.3906/yer-1702-3>
- Pekcan, N. (1999). *Karst jeomorfolojisi* (3. Baskı). Filiz Kitabevi.
- Poyraz, M., Öztürk, M. Z., & Soykan, A. (2021). Sivas jips karstında dolin yoğunluğunun CBS tabanlı analizi. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (6), 67-80. <https://doi.org/10.46453/jader.863090>
- Rimmelé, G., Jolivet, L., Oberhänsli, R., & Goffé, B. (2003). Deformation history of the high-pressure Lycian Nappes and implications for tectonic evolution of SW Turkey. *Tectonics*, 22(2).
- Şahinci, A. (1991). *Karst. Reform Matbaası*.
- Şaroğlu, F., & Güler, B. (2020). Batı Anadolu Tektonik Kaması'nın güncel deformasyonu: batıya doğru kaçıştan kaynaklanan blok hareketleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 63(2), 161-194. <https://doi.org/10.25288/tjb.593423>
- Şaroğlu, F., Emre, Ö., & Boray, A. (1987). *Türkiye'nin diri fayları ve deprensellikleri*. (Rapor No: 8174). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü.
- Şenel, M. (2003). Toros kuşağının tektonik birlikleri ve bunların korelasyonu. 56. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı*, (ss.307-308).
- Şenel, M. (2007). Likya Naplarının özellikleri ve evrimi: Menderes Masifi Kolokyumu, O. Özcan Dora onuruna, 5-10.
- Şimşek, M. (2021) Silifke-Gülnar platosunda (Orta Toroslar) paleovadi sistemlerinin yüzey karstlaşması üzerine etkisi. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (7), 48-60. <https://doi.org/10.46453/jader.949862>
- Şimşek, M., Öztürk, M. Z., & Turoğlu, H. (2019). Geyik Dağı üzerindeki dolin ve uvalaların morfotektonik önemi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (72), 13-20. <https://doi.org/10.17211/tcd.501724>
- Şimşek, M., Öztürk, M. Z., & Utlu, M. (2016). Çözünme dolinlerinin Kuvaterner değişimleri açısından önemi. İçinde Sarıkaya, A. M. (Ed). *VII Türkiye Kuvaterner Sempozyumu Bildiri Özleri Kitabı* (ss.34-35). İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü.
- Şimşek, M., Öztürk, M. Z., Doğan, U., & Utlu, M. (2021). Toros polyelelerinin morfometrik özellikleri. *Coğrafya Dergisi*, 0(42), 101-119. <https://doi.org/10.26650/JGEOG2020-834461>
- Şimşek, M., Utlu, M., & Öztürk, M. Z. (2020). Gidengelmaz Dağları'nın yüzey karstı özellikleri (Orta Toroslar). İçinde Birinci S., Kaymaz, Ç. K., & Kızıllan, Y. (Eds.), *Coğrafi Perspektifle Dağ ve Dağlık Alanlar (Sürdürülebilirlik-Yönetim-Örnek Alan İncelemele-ri)*, (ss.1-18), Kriter Yayınevi.
- Tuncer, K. (2018). *Sakarya Nehri-Göynük Çayı-Çatak Çayı arasındaki sahanın karst jeomorfolojisi*. Kriter Yayınevi.
- Tuncer, K. (2021a). Tektonik olarak karmaşık bir bölgede yer alan Barz Polyesi (Tavas, Denizli): Oluşumu, gelişimi ve jeomorfolojik özellikleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, (77), 99-118. <https://doi.org/10.17211/tcd.910578>
- Tuncer, K. (2021b). Barz, Ovacık, Kızılca havzalarında (Denizli) karstifikasyonu belirleyen parametreler ve karstın gelişimi. *Turkish Studies - Social*, 16(4), 1621-1658. <https://dx.doi.org/10.47356/TurkishStudies.51785v>
- Waltham, A. C., & Fookes, P. G. (2003). Engineering classification of karst ground conditions. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 36, 101-118.
- Yılmaz, E., & Çiçek, İ. (2016). Türkiye Thornthwaite iklim sınıflandırması. *Journal of Human Sciences*, 13(3), 3973-3994. <https://doi.org/10.14687/jhs.v13i3.3994>



## Anadolu'nun sirk gölleri

### Cirque lakes of Anatolia

Muhammed Zeynel Öztürk <sup>a\*</sup>  Mesut Şimşek <sup>b</sup>  Mustafa Utlu <sup>c</sup> 

<sup>a</sup> Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Niğde, Türkiye.

<sup>b</sup> Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Hatay, Türkiye.

<sup>c</sup> Bingöl Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Bingöl, Türkiye.

ORCID: M.Z.Ö. 0000-0002-9834-7680; M.Ş. 0000-0002-4678-4336; M.U. 0000-0002-7508-4478

#### BİLGİ / INFO

Geliş/Received: 20.09.2021

Kabul/Accepted: 27.10.2021

#### Anahtar Kelimeler:

Buzullaşma  
Sirk gölleri  
Morfometri  
Alansal dağılış  
Anadolu

#### Keywords:

Glaciation  
Cirque lakes  
Morphometry  
Spatial distribution  
Anatolia

#### \*Sorumlu yazar/Corresponding author:

(M. Z. Öztürk)  
muhammed.zeynel@gmail.com

DOI: 10.17211/tcd.998089



#### Atf/Citation:

Öztürk, M. Z., Şimşek, M., & Utlu, M. (2021). Anadolu'nun sirk gölleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, (78), 49-60.  
<https://doi.org/10.17211/tcd.998089>

#### ÖZ / ABSTRACT

Başta sirk gölleri olmak üzere, buzul gölleri Anadolu'daki yüksek dağlık alanların alpin kuşağında yer alan en önemli gölleri oluşturmaktadır. Anadolu'daki buzul jeomorfolojisi ve Kuaterner buzullaşma koşulları hakkında birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen sirk gölleri yeterince incelenmemiştir. Bu eksiklikten dolayı bu çalışmada Anadolu'daki tüm sirk göllerinin dağılışı ve morfometrik özellikleri CBS tabanlı olarak incelenmiştir. Uydu görüntüleri ve topografya haritaları üzerinden yapılan haritalama çalışmalarında 28 farklı kütle üzerinde toplam 660 adet sirk gölü tespit edilmiştir. Alansal dağılış özelliklerine göre sirk göllerinin çok büyük bir bölümü (%77) Doğu Karadeniz Dağları üzerinde bulunmaktadır ve bu dağlık alanlarda sirk gölü/sirk sayısı oranı (G/S oranı) %30'a ulaşmaktadır. Batı ve Orta Toroslar'da buzullaşmaya uğramış birçok kütle ve yüzlerce sirk bulunmasına rağmen sirk gölü sayısı çok azdır ve birçok kütle üzerinde hiç sirk gölü yer almamaktadır (G/S oranı 0'dır). Bu durumun oluşmasında litolojik koşullar büyük etkiye sahiptir. Batı ve Orta Toroslar'da buzullaşmaya uğramış kütleler karstik birimlerden oluşurken, Doğu Karadeniz Dağları karstik olmayan volkanik ve intrusif birimlerden oluşmaktadır. Morfometrik hesaplamalara göre Anadolu'daki tüm sirk göllerinin ortalama yükseklikleri 2882 metredir ve bu değer Kuaterner buzul dönemleri kalıcı kar sınırı ölçümleri ile örtüşmektedir. Göl büyüklükleri açısından göllerin ortalama alanları 13.346 m<sup>2</sup> (0,0133 km<sup>2</sup>)'dir ve alan sınıflandırmasına göre göllerin neredeyse tamamına yakını küçük göl sınıfı içerisinde (99,5). Küresel grid tabanlı iklim verilerine göre sirk gölü alanlarının yıllık ortalama sıcaklığı -0,11°C, yıllık toplam yağış değeri ise 825 mm'dir.

*Glacial lakes, especially cirque lakes, constitute the most important lakes in the alpine belt of high mountain areas in Anatolia. Although there are many studies have been performed on the glacial geomorphology and Quaternary glaciation conditions in Anatolia, the cirque lakes have not been investigated in detail. In this study, the distribution characteristics and morphometric properties of all cirque lakes in Anatolia were investigated based on GIS. As a result of the mapping studies based on satellite images and topography maps, 660 cirque lakes were determined on 28 different mountains. In terms of spatial distribution, most of the cirque lakes (77%) are located on the Eastern Black Sea Mountains, and the ratio of cirque lakes/cirques (L/C ratio) reaches 30% on these mountains. Although there are many glaciated mountains and hundreds of cirques in the Western and Central Taurus Mountains, the cirque lakes are very few and there are no cirque lakes on many mountains (L/C ratio is 0). Lithological conditions have a great influence on this result. While the glaciated mountains in the Western and Central Taurus are composed of karst units, the Eastern Black Sea Mountains are composed of non-karst volcanic and intrusive units. The average altitude of all cirque lakes in Anatolia is 2882 meters and this altitude conforms to permanent snow altitudes in glacial periods of the Quaternary. The average cirque lake area is 13,346 m<sup>2</sup> (0.0133 km<sup>2</sup>) and almost all of the cirque lakes are in the small lake class (99.5%). According to the global gridded climate data, the annual average temperature and the total annual precipitation amount of the around cirque lakes are 0.11°C and 825 mm, respectively.*

## Extended Abstract

### Introduction

Cirques are semicircular erosional landforms resembling an amphitheater surrounded by steep walls. They are formed as a result of valley and cirque glaciation and are generally found in high parts of the mountains (Stroeven et al., 2013). Since the formation of cirques is related to the Quaternary glaciations, they are provided important clues about the Quaternary climates and climate changes (Evans et al., 2021). After the glaciation periods, the cirque lakes are formed when the deepest parts of the cirques are filled by meltwater or rainwater (Munro-Stasiuk et al., 2013; Fig. 1). These lakes are important freshwater storages in the alpine zone of mountainous and keep records of the Quaternary and Holocene climate changes via the lake sediments (Akçer Ön, 2011; Fey et al., 2009).

The high mountains of Anatolia were exposed to the intense valley and cirque glaciations during the glacial periods of the Quaternary (Sarıkaya et al., 2011; Fig. 2). As a result of these glaciations, many glacial landforms such as cirques, moraines, and U-shaped valleys have developed on the mountains of Anatolia, and these landforms have been investigated by many studies. In these studies, Quaternary glaciation conditions, glacial geomorphology, moraine deposits, and cirque morphometrics were investigated (Evans et al., 2021, and references therein). However, cirque lakes, which are a result of glaciation processes and have a widespread distribution on the mountains of Anatolia, have not been adequately studied. Therefore, the number, distribution, and general morphometric characteristics of cirque lakes in Anatolia are not known. Due to this deficiency, the distribution and morphometric characteristics of all cirque lakes in Anatolia were investigated in this study.

### Data and Method

In the study, cirque lakes were digitized in a GIS using both satellite images (Google Earth Landsat images) and 1/25,000 scaled topographic maps. Then, a data set including altitude, long axis (length), short axis (width), elongation ratio, area, perimeter, circularity index, annual average temperature, and annual total precipitation of each lake was calculated. The elongation ratio is the ratio between the long and short axes of lakes (Bondesan et al., 1992; Basso et al., 2013; Table 1). The circularity index is the ratio between the lake area and the area of a circle with the same perimeter (Denizman, 2003; Öztürk, 2018; Formula 1). Using these two values, the shape features of the lakes were examined. The lake sizes were classified according to international classification (Chen et al., 2017; Table 2). The altitude statistics of the lakes were compared with the equilibrium line altitude (ELA) of mountains in glacial period of the Quaternary. Global gridded climate data were used to determine the annual average temperature and annual total precipitation of the lake locations (Fick & Hijmans, 2017).

## Results and Discussion

According to spatial distribution, most of the cirque lakes are located on the Eastern Black Sea Mountains, the high mountains of Eastern Anatolia, and the Southeastern Taurus Mountains. While 77.4% (511 lakes) of all lakes are located in the Eastern Black Sea Mountains, 8.9% (59 lakes) are located in the Eastern Anatolian Mountains, 9.2% (61 lakes) are located in the Southeastern Taurus Mountains, and 3.5% (23 lakes) are located in the Central Taurus Mountains. Only 0.9% of the lakes are located in the Western Taurus Mountains (1 lake) and the Marmara Region (5 lakes; Fig. 3).

Lakes with an average elevation of 2882 meters can be found from 2207 meters (Saklıgöl-Mt. Uludağ) to 3817 meters (Hızır Lake- Mt. Süphan; Fig. 4). However, 90% of the lakes are located in the altitude range of 656 meters between 2520-3176 meters. The average altitude of the cirque lakes is 3060 meters in the Southeast Taurus Mountains, 2880 meters in the Central Taurus Mountains, 2873 meters in the Eastern Black Sea Mountains, and 2826 meters in Eastern Anatolia Mountains. These values conform to ELA in glacial periods of the Quaternary.

According to morphometric measurements, the average length of all cirque lakes is 150 meters and the average width is 92 meters. The length of the lakes changes between 16 meters and 1298 meters (Figure 5a). However, there is no lake with a length exceeding 1 km, except for Kırmızıtaş Lake (Mt. İkiyaka). According to the elongation ratio, 18.5% of the lakes have circular, 38% semi-elliptical, 10% elliptical, and 33.5% elongated forms. The average area of the cirque lakes is 13,346 m<sup>2</sup> (0.0133 km<sup>2</sup>) (Figure 5b). Almost all (99.5%) of the cirque lakes in Anatolia are small lakes. Only 3 lakes are in the class of medium-sized lakes. The annual average temperature of the lake areas is -0.11°C and the total annual precipitation value is 825 mm. According to the maximum and minimum values, the cirque lakes have a temperature varying of 5°C to -4.75°C, and annual total precipitation varying between 587 mm and 1116 mm (Figure 5d). The highest number of cirques lakes in Anatolia is seen on the Eastern Black Sea Mountains where the annual average temperature is the lowest and the annual total precipitation is highest.

The ratio of the number of cirque lakes (L) to the number of cirques (C) on the same mountain (L/C ratio) in Anatolia shows significant changes on mountains. The L/C ratio is 33% in Mount Uludağ, 30% in the Eastern Black Sea Mountains. However, this ratio is 3% in the Munzur Mountains, 3% in the Dedegöl Mountains, 3% in the Geyik Mountains, and 0% in almost all glaciated mountains in the Western Taurus Mountains. This difference between L/C ratios is largely related to lithological features. The Western and Central Taurus Mountains are generally composed of limestone suitable for karstification (Nazik et al., 2019; Öztürk et al., 2018) and the cirques are generally within limestones (Şimşek et al., 2019). However, cirques are found in non-karst units such as volcanic and intrusive rocks in the Eastern Black Sea Mountains (Geçen et al., 2018) and Mount Uludağ (Öztürk, 2012), and these lithology increase the L/C ratio.



## 1. Giriş

Alpin ya da vadi tipi buzullaşmasının bir sonucu olarak oluşan ve genelde dağların yüksek kesimlerinde bulunan sirkler amfiteatra benzeyen yarım daire biçimli, gerisinde dik duvarların bulunduğu buzul aşındırması şekilleridir (Erinç, 2001; Stroeven vd., 2013). Oluşumları buzullaşma koşullarıyla ilişkili olmasından dolayı sirkler eski iklimler hakkında ipucu sağlayan önemli yer şekillerindedirler (Evans vd., 2021). Sirk tabanının yüksekliği ve konumu buzullaşma sırasındaki sıcaklık ve yağış koşulları ile litoloji, yapı ve topografik koşullara göre değişim gösterir. Tartışmalı bir konu olmakla birlikte sirk tabanı buzullaşma sırasında buzulun birikme ve erime bölgeleri arasındaki denge sınırına ya da sirk tabanlarının Kuvaterner'in buzul dönemlerindeki kalıcı kar sınırı seviyesine karşılık geldiği bazı yazarlar tarafından kabul edilmektedir (Bakke & Nesje, 2011; Barr & Spagnolo, 2015; Benn & Lehmkuhl, 2000).

Sirkler buzulun büyüme odak noktası olup iç kesimi buzul erozyonu nedeniyle sürekli olarak aşındırılarak derinleştirilir ve buzulun ortadan kalkması ve sirk in en derin alanlarında suların birikmesiyle "tarn" ya da sirk gölleri olarak adlandırılan göller oluşur (Turoğlu, 2011; Munro-Stasiuk vd., 2013; Şekil 1). Kuvaterner'in buzul dönemlerinde buzullaşmanın günümüzden daha geniş alanları kapladığı Güney Amerika'daki And Dağları'nın, Yeni Zelanda'nın Güney Alpleri'nin, Asya'daki Himalayalar'ın, Avrupa'daki Alp Dağları'nın, Kuzey Amerika'daki Kayalık Dağları'nın yüksek kesimlerinde ve İskandinavya Yarımadası, Sibirya ve Alaska'daki dağlık alanlarda sirk gölleri yaygın olarak bulunmaktadır (Chinn vd., 2014; Otto, 2019; Shugar vd., 2020). Anadolu'nun da yüksek dağlık alanları Kuvaterner boyunca gerçekleşen buzul dönemleri sırasında yoğun şekilde buzullaşmaya uğramıştır. Bu buzullaşma süreçleri sonucunda dağlık alanlarımızda özellikle orman üst sınırındaki alpin kuşakta sirkler, morenler ve U-şekilli buzul vadileri gibi birçok buzul yerleşli gelişmiştir ve bu şekiller birçok araştırmacının ilgisini çekmiş (Akçar vd., 2007; Akkan & Tunçel, 1993; Altın, 2003; Altınay vd., 2020; Atalay, 1984; Bayrakdar, vd., 2017a; Bilgin, 1972; Birman, 1968; Çalışkan vd., 2012; Candaş vd., 2020; Çiner, 2003; Çiner & Sarıkaya, 2017; Çilgin, 2020; Dede vd., 2017; Doğu vd., 1993; Erinç, 1949, 1955; Evans vd., 2021; Gürgen & Yeşilyurt, 2012; Gürgen vd., 2010; Köse vd., 2019; Kurter, 1991; Louis, 1944; Messerli, 1967; Planhol & Bilgin, 1964; Tonbul, 1997; Yalçınlar, 1951; Zahno vd., 2010). Anadolu'da gerçekleştirilen bu çalışmalarda yaygın olarak alanların genel buzullaşma koşulları, buzul jeomorfoloji, moren depolarının özellikleri ve sirk morfolojileri incelenmiştir. Ancak Anadolu'daki buzullaşma süreçleri sonucunda oluşan ve yaygın bir dağılışa sahip olan sirk gölleri yeterince incelenmemiştir. Buzul göllerinin morfolojik özellikleri ile ilgili olarak bugüne kadar yapılmış üç adet çalışma bulunmaktadır (Geçen vd., 2018; Perinçek, 1979; Sarı vd., 2015) ve bu çalışmalarda Cilo Dağı, Kaçkar Dağları ile Soğanlı Dağları'ndaki buzul gölleri incelenmiştir. Morfolojik çalışmaların yanı sıra son yıllarda buzul göllerinin ekolojik özellikleri ile ilgili çalışmalarda yapılmaya başlanmıştır. Bu çalışmalarda Uludağ'daki (Ustaoğlu vd., 2008), Mescit Dağları (Fakioğlu vd., 2019) ve Karagöl Dağı'ndaki (Taş & Hamzaçebi, 2020) buzul göllerinde ekolojik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Sirk gölleri içerisinde biriktirdiği sedimentler sayesinde eski iklimler hakkında da bilgiler sağlamaktadır. Ancak Anadolu'da sirk gölü sedimentlerinin plaeoklimsel açıdan incelendiği sa-

dece bir çalışma bulunmaktadır (Akçer Ön, 2011). Tüm bu çalışmalara rağmen tüm Türkiye'de sirk göllerinin sayısı, nasıl bir dağılış gösterdiği ve bunların genel morfolojik özelliklerinin neler olduğu bilinmemektedir. Bu eksiklikten dolayı bu çalışmada Anadolu'daki tüm sirk göllerinin dağılış özellikleri ve genel morfolojik özellikleri incelenmiştir.

## 2. Çalışma alanı

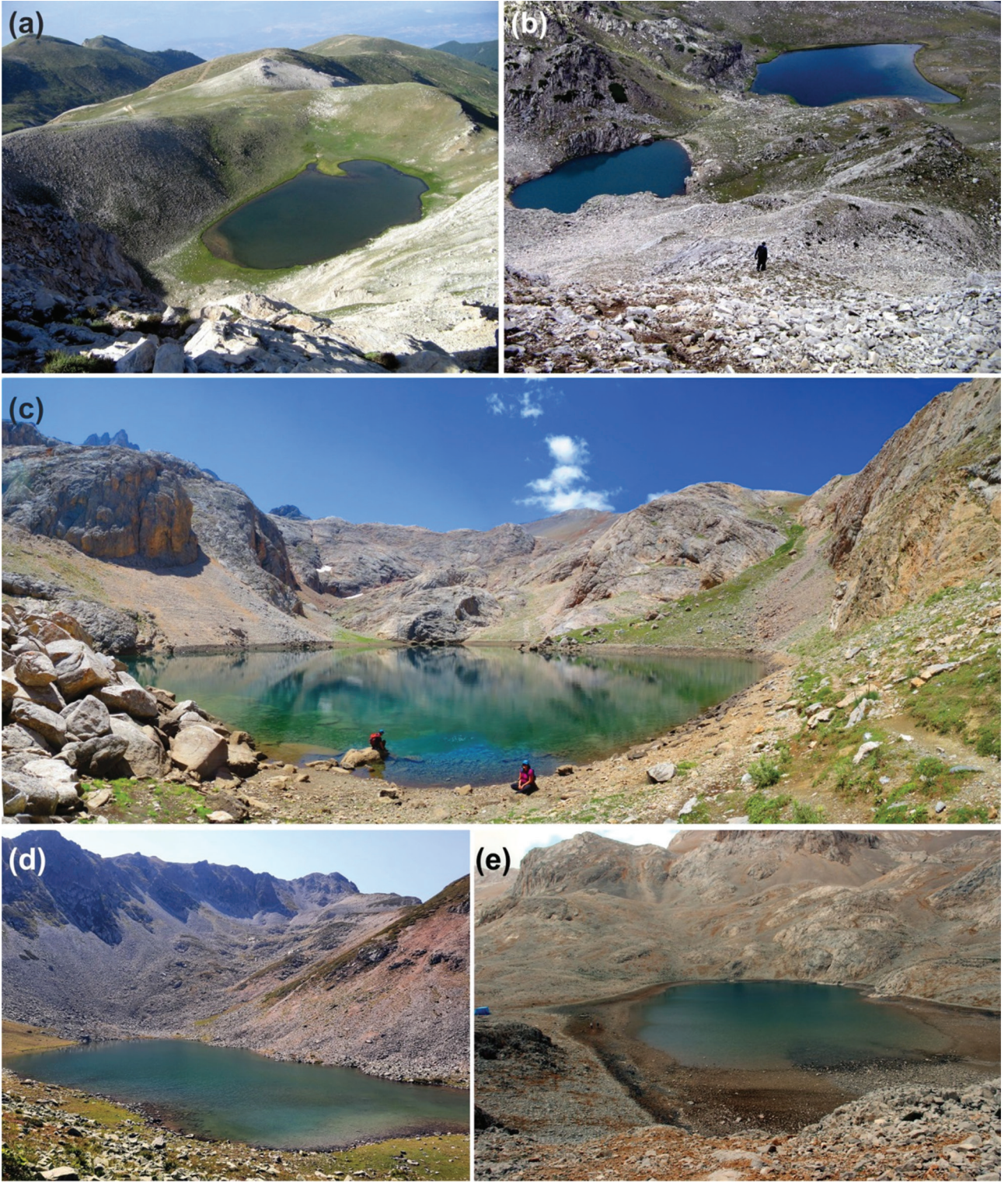
Anadolu sahip olduğu iklimsel, topografik, litolojik koşullardan ve jeolojik gelişim özelliklerinden dolayı zengin bir jeomorfolojik çeşitliliğe sahiptir. Özellikle Anadolu'nun yüksek dağlık alanlarında Kuvaterner'in buzul dönemlerinde meydana gelen vadi ve sirk buzullaşması sonucunda oluşmuş başta sirkler ve morenler olmak üzere birçok buzul şekli yer almaktadır. Buzul şekilleri özellikle sıcaklık koşullarından dolayı Anadolu'da genel olarak kuzeye bakan yamaçlarda oluşmuştur (Bayrakdar & Özdemir, 2014; Geçen vd., 2018). Anadolu'daki buzullaşmalar küresel denizel izotop dönemleriyle iyi uyum göstermektedir ve moren depoları üzerinden yapılan kozmojenik ile yapılan tarihlendirme çalışmalarına göre Anadolu yaygın olarak ~25-10 bin yılları arasında özellikle Son Buzul Maksimumu ve Genç Dryas'da yaygın bir buzullaşmaya uğramıştır (Sarıkaya & Çiner, 2015, 2019). Kuvaterner buzullaşmalarının yanı sıra günümüzde de Anadolu'da buzullar, küçük alanlara sahip olmakla birlikte, bazı dağlık alanlarda halen varlığını sürdürmektedir (Bayrakdar vd., 2015; Çiner, 2003; Gürgen & Yeşilyurt, 2012; Kurter, 1991). Ancak uydu görüntülerinden yapılan analizler bu buzulların hızla eridiğini göstermektedir (Sarıkaya, 2012; Yavaşlı vd., 2015).

Anadolu'da birçok dağlık alanda, özellikle Batı ve Orta Toroslar, Güneydoğu Toroslar'ın doğu kesimi, Doğu Anadolu'nun yüksek dağlık alanları ile Doğu Karadeniz Dağları'nda, buzul şekilleri yaygın olarak bulunmaktadır. Kuvaterner buzullaşmasının gerçekleştiği tüm dağlık alanlarımızda sirkler belirleyici yer şekilleri olmakla birlikte tüm buzullaşmaya uğramış dağlık alanlarda sirk gölleri bulunmamaktadır. Bu çalışmada 28 farklı dağlık alanda bulunan toplam 660 adet sirk gölü incelenmiştir (Şekil 1).

## 3. Veri ve yöntem

Çalışmada Anadolu'da buzullaşmaya uğramış dağlık alanlarındaki sirk gölleri hem uydu görüntüleri hem de topografya haritaları kullanılarak incelenmiştir. Uydu görüntüleri olarak Google Earth Pro içerisinde yer alan Landsat uydu görüntüleri ve topografya haritası olarak ise Harita Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan 1/25.000 ölçekli topografya haritaları kullanılmıştır. Her iki veri setinde tespit edilen sirk gölleri coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ortamında sayısallaştırılmış ve bunlara ait morfolojik özellikler incelenmiştir. Çalışmada birçok jeomorfolojik birimlerin incelenmesinde yaygın olarak kullanılan temel morfolojik indisler uygulanmıştır (Öztürk, 2018). Her bir göle ait yükseklik, uzun eksen (uzunluk), kısa eksen (genişlik), uzama oranı, alan, çevre uzunluğu, dairesellik indeksi, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış değerlerini içeren veri seti oluşturulmuştur. Veri setindeki her bir parametrenin istatistiksel dağılışları çeyrekler yöntemine göre incelenmiş ve grafiksel gösterim yöntemleri ile görselleştirilmiştir. Sınırlı sayıda olmakla birlikte bazı sirk göllerine arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir.





**Şekil 1.** Anadolu'dan bazı sirk gölü örnekleri (a) Aynalı Göl (Uludağ), (b) Buzlu Göl ile Kilimli Göl (Uludağ), (c) Çinili Göl (Bolkar Dağları), (d) Kötü Göl (Karçal Dağları), (e) Dipsiz Göl (Aladağlar).

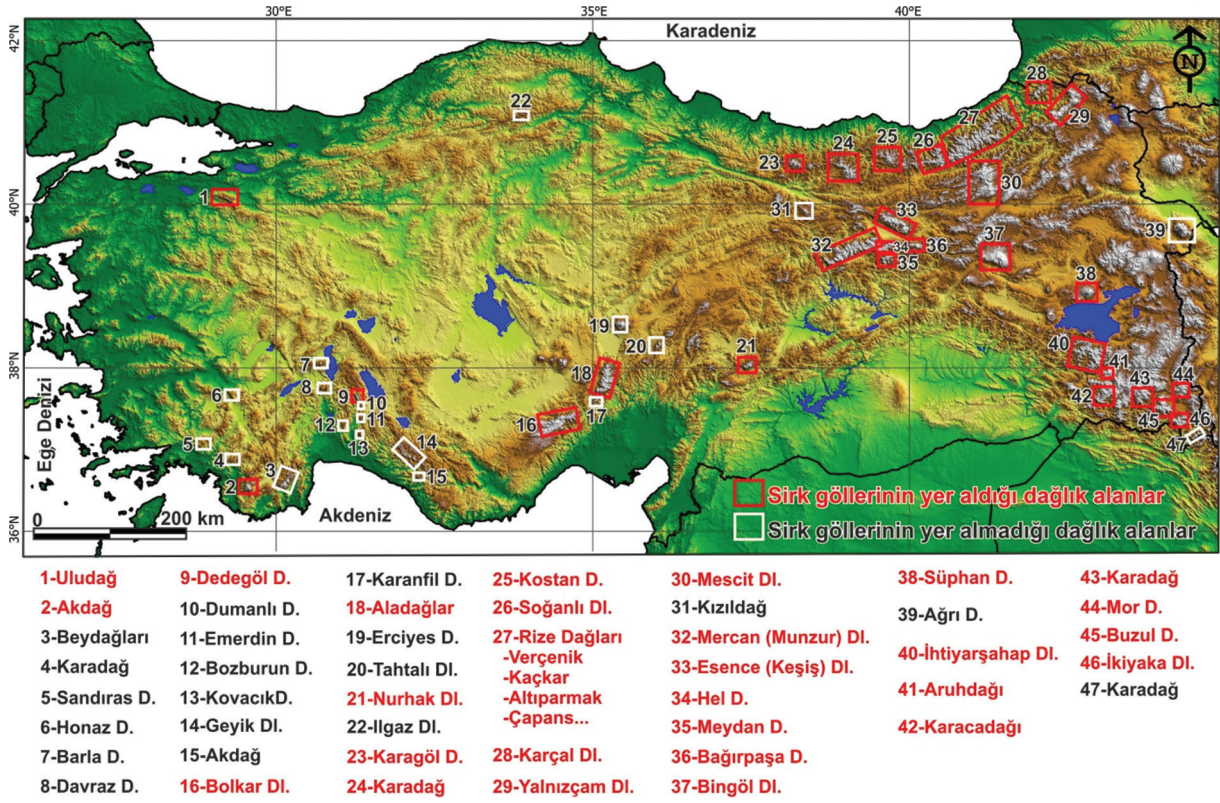
**Figure 1.** A few examples of cirque lakes from Anatolia. (a) Aynalı Lake (Mt. Uludağ), (b) Buzlu and Kilimli lakes (Mt. Uludağ), (d) Çinili Lake (Bolkar Mts.), (d) Kötü Lake (Karçal Mts.), and (e) Dipsiz Lake (Aladağlar Mts.)

Uzun eksen CBS ortamında çizilmiş göl poligonları içerisinde birbirine en uzak iki nokta arasındaki yatay mesafeyi, kısa eksen (genişlik) ise uzun eksene dik ( $90^\circ$ ) bir şekilde birbirine en uzak iki nokta arasındaki yatay mesafeyi temsil eder. Uzun eksenin kısa eksen değerine bölünmesiyle uzama oranı değerleri hesaplanır ve böylece eliptik özelliklere sahip şekillerin nasıl bir dağılışı gösterdiği bulunur (Basso vd., 2013; Öztürk, 2018; Tablo 1).

**Tablo 1.** Uzama oranı değerine göre yapılan sınıflandırması (Basso vd., 2013).  
**Table 1.** Landform classification according to elongation ratio (Basso vd., 2013).

Uzama oranı değeri ( $R_E$ )	Şeklin tanımı
1,21'den küçük ( $R_E < 1,21$ )	Dairesel, yarı dairesel
1,21 ile 1,65 arası ( $1,21 < R_E < 1,65$ )	Yarı eliptik
1,65 ile 1,8 arası ( $1,65 < R_E < 1,8$ )	Eliptik
1,8'den büyük ( $R_E > 1,8$ )	Uzamsı





Şekil 2. Anadolu'da buzullaşma uğramış dağlık alanlar (Çiner, 2003; Evans vd., 2021'den güncellenerek).  
Figure 2. The glaciated mountains in Anatolia (rearranged from Çiner, 2003; Evans vd., 2021).

Göllere ait poligon verilerine göre belirlenen alan (A) ve çevre uzunluk değerleri (P) ve bu değerler aracılığıyla hesaplanan dairesellik indisi değerleri ( $I_c$ , Formül 1) göllerin geometrik şekilleri hakkında fikir veren diğer bir parametredir ve dairesellik indisi planimetrik şekil indisi (planimetric shape) olarak da isimlendirilir (Denizman, 2003). Yöntemde değerin 1 olması şeklin daire biçiminde olduğunu gösterirken, 1'den uzaklaşması şekilde biçimsel bozulmanın arttığını yani daha düzensiz bir biçim aldığını göstermektedir (Öztürk, 2018).

$$I_c = \frac{A}{\pi \left( \frac{2A}{P} \right)^2} \quad (1)$$

Göllerin büyüklükleri Chen vd., (2017) tarafından yapılan alansal sınıflandırmaya göre gruplandırılmıştır. Bu sınıflandırmada göller alansal büyüklüklerine göre küçük göller, orta büyüklükteki göller, büyük göller ve çok büyük göller olarak sınıflandırılmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Alansal özelliklerine göre göllerin sınıflandırılması (Chen vd., 2017).  
Table 2. Classification of the lakes according to area (Chen vd., 2017).

Gölün büyüklüğü (km <sup>2</sup> )	Gölün tanımı
0.1'den küçük ( $A < 0.1$ )	Küçük göller
0.1 ile 1 arası ( $0.1 < A < 1$ )	Orta büyüklükteki göller
1 ile 3 arası ( $1 < A < 3$ )	Büyük göller
3'den büyük ( $A > 3$ )	Çok büyük göller

Göllere ait ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış değerlerinin belirlenmesin küresel gridli iklim verileri kullanılmıştır (Fick & Hijmans, 2017). Göl alanları çok küçük olduğu için göllerin çevresinde 1 km'lik tampon bölgeler oluşturularak iklim özellikleri belirlenmiştir.

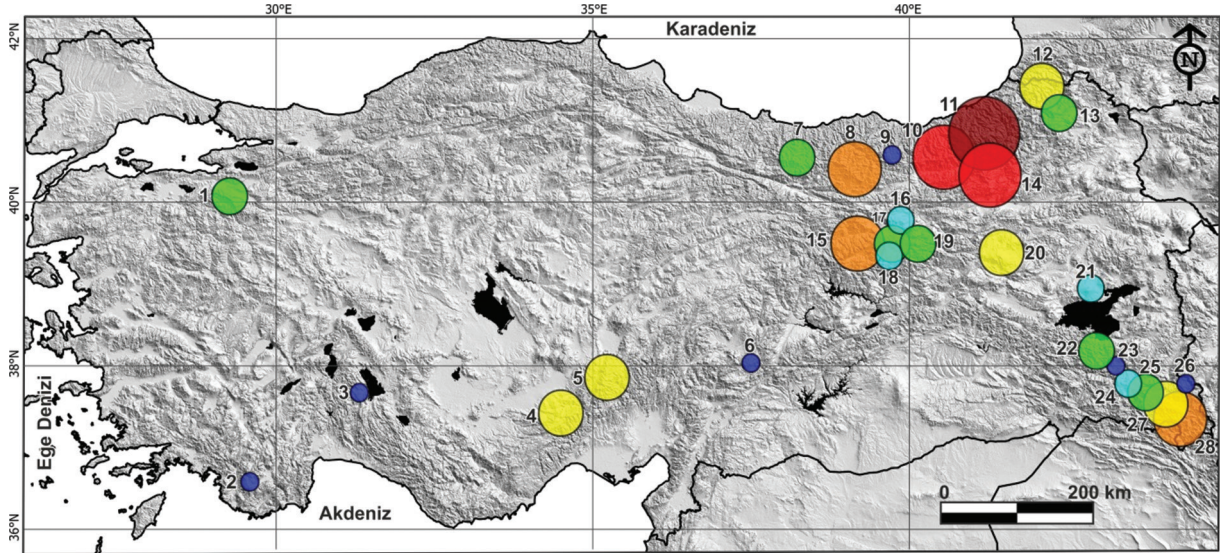
#### 4. Bulgular

Bu çalışmada göller genel olarak uydu görüntüleri ve topografya haritaları üzerinden belirlenmiştir. Yapılan haritalama çalışmalarına göre 28 farklı dağlık alan üzerinde toplam 660 adet sirk gölü tespit edilmiştir. Ancak bazı göllerin çok küçük olması, bazılarının mevsimlik özellikte olması, yamaç molozları ya da kaya buzulları ile örtülmüş olmaları ve bu molozlar nedeniyle göl morfolojilerinin değişime uğraması ya da göllerin sedimentlerle dolmuş olması göllerin haritalanmasında, göl sayılarının ve alansal değerlerin hesaplanmasında önemli bir sıkıntı doğurmaktadır. Aşağıdaki bölümlerde bu göllerin dağılışı ve morfometrik özellikleri alt başlıklar şeklinde açıklanmıştır.

##### 4.1. Göllerin Dağılışı

28 farklı dağlık alan üzerinde tespit edilen sirk göllerinin alansal dağılışlarını incelediğimizde şu sonuçlara ulaşılmaktadır. Sirk göllerinin büyük bölümü Doğu Karadeniz Dağları, Doğu Anadolu'nun ve Güneydoğu Toroslar'ın yüksek dağlık alanları üzerinde yer alır. Tüm göllerin %77,4'ü (511 adet) Doğu Karadeniz Dağları üzerinde, %8,9 (59 adet) Doğu Anadolu Dağları'nda, %9,2'si (61 adet) Güneydoğu Toroslar'da, %3,5'i (23 adet) Orta Toroslar'da ve sadece %0,9'u Batı Toroslar (1 adet) ve Marmara Bölgesi'nde (5 adet) yer almaktadır. Marmara Bölgesi'nde sirk gölleri sadece Uludağ'da (5 adet); Batı Toroslar üzerinde sadece Akdağ'da (1 adet); Orta Toroslar'da Dedegöl Dağları (1 adet), Bolkar Dağları (11 adet) ve Aladağlar'da (11 adet); Güneydoğu Toroslar'da Nurhak Dağları (1 adet), İhtiyarşahap Dağları (7 adet), Aruh Dağı (1 adet), Karacadağı (2 adet), Karadağ (6 adet), Mor Dağı (1 adet), Buzul (14 adet) ve İkiyaka (29 adet) dağlarında; Doğu Karadeniz Dağları'nda Karagöl Dağı (5 adet), Karadağ (26 adet), Kostan Dağı (1 adet), Soğanlı Dağları (41 adet), Rize Dağları (360 adet), Karçal Dağları (16),





1-Uludağ	8-Karadağ	12-Karçal Dİ.	19-Bağırpaşa D.
2-Akdağ	9-Kostan D.	13-Yalnızçam Dİ.	20-Bingöl Dİ.
3-Dedegöl D.	10-Soğanlı Dİ.	14-Mescit Dİ.	21-Süphan D.
4-Bolkar Dİ.	11-Rize Dağları	15-Mercan (Munzur) Dİ.	22-İhtiyarşahap Dİ.
5-Aladağlar	-Verçenik	16-Esence (Keşiş) Dİ.	22-Aruhdağı
6-Nurhak Dİ.	-Kaçkar	17-Heldağı	24-Karacadağı
7-Karagöl D.	-Altıparmak	18-Meydan D.	25-Karadağ
	-Çapans...		26-Mor D.
			27-Buzul D.
			28-İkiyaka Dİ.

Şekil 3. Sirk gölü sayılarının alansal dağılışı.

Figure 3. The spatial distribution of cirque lake numbers.

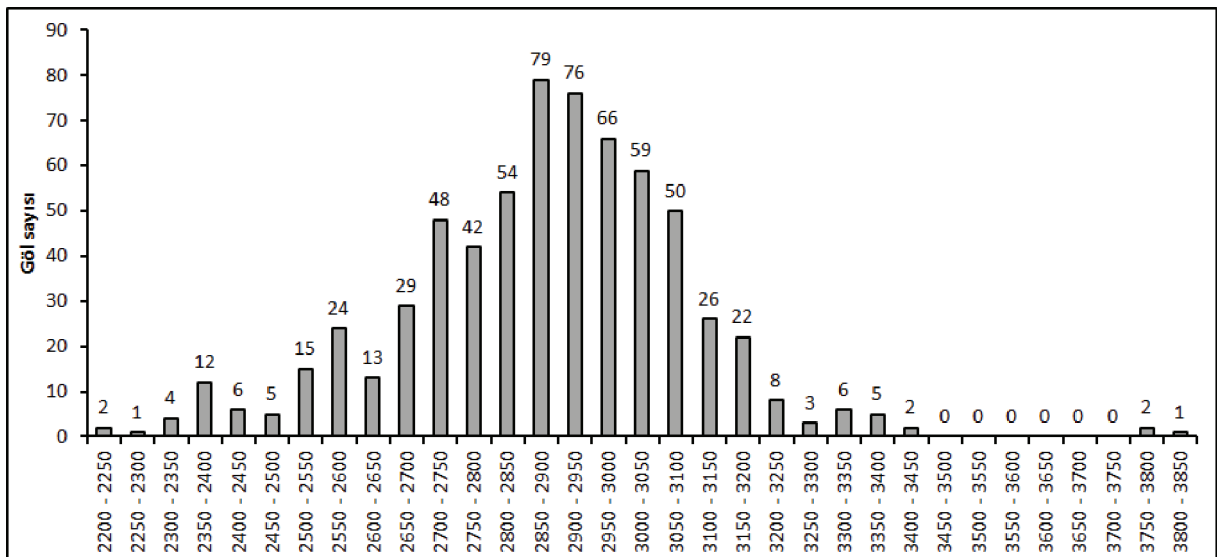
Yalnızçam Dağları (8) ve Mescit Dağları'nda (54); Doğu Anadolu'da ise Mercan (Munzur) Dağları (22 adet), Esence (Keşiş) Dağları (3 adet), Heldağı (6 adet), Meydan Dağı (2 adet), Bağırpaşa Dağı (6 adet), Bingöl Dağı (17 adet) ve Süphan Dağı'nda (3 adet) sirk gölleri yer almaktadır (Şekil 3).

Ortalama yükseltisi 2882 metre olan göller, 2207 metreden başlayarak (Saklıgöl-Uludağ) 3817 metre (Hızır Gölü- Süphan Dağı) yükseltiye kadar bulunabilmektedir. Bu değerlere göre sirk gölleri 1610 metrelik yükselti aralığı içerisinde dağılışı göstermektedirler. Ancak yüzdesel dağılım özelliklerine baktığımızda göllerin %90'nı 2520-3176 metreleri arasındaki 656 metrelik yükselti aralığında bulunmaktadır (Şekil 4). Yüzdesel değerleri biraz daha daralttığımızda göllerin %50'si 2760-3016

metreleri arasındaki 256 metrelik yükselti aralığında yer aldıkları görülür (Tablo 3).

Göl sayısının en fazla olduğu Doğu Karadeniz Dağları'nda sirk göllerinin ortalama yüksekliği 2873 metredir. Ortalama yükselti Rize Dağları'nda 2895 m, Karadağ'da 2857 m, Soğanlı Dağları'nda 2855 m, Mescit Dağları'nda 2844 metre, Karçal Dağları'nda 2734 m'dir.

Güneydoğu Toroslar'daki 61 adet sirk gölünün ortalama yüksekliği 3060 metredir. Ortalama yükseklik Karadağ'da 3182 m, Buzul Dağı'nda 3090 m, İkiyaka Dağı'nda 3047, İhtiyarşahap Dağları'nda ise 2979 metredir.



Şekil 4. Sirk göllerinin yükselti basamaklarına göre dağılışı

Figure 4. Altitude frequency distribution of cirque lakes.

Doğu Anadolu'daki 59 adet sirk gölünün ortalama yüksekliği 2826 metredir. Ortalama yükseklik Mercan Dağları'nda 2550 metreye kadar düşerken, Bingöl Dağı'nda 2931 m, Esence Dağları'nda 3132 m ve Süphan Dağı'nda 3800 metreye kadar çıkmaktadır. Sirk gölü sayısı az olmakla birlikte stratovolkan özelliğindeki Süphan Dağı Anadolu'daki en yüksek sirk göllerinin bulunduğu alanı oluşturmaktadır.

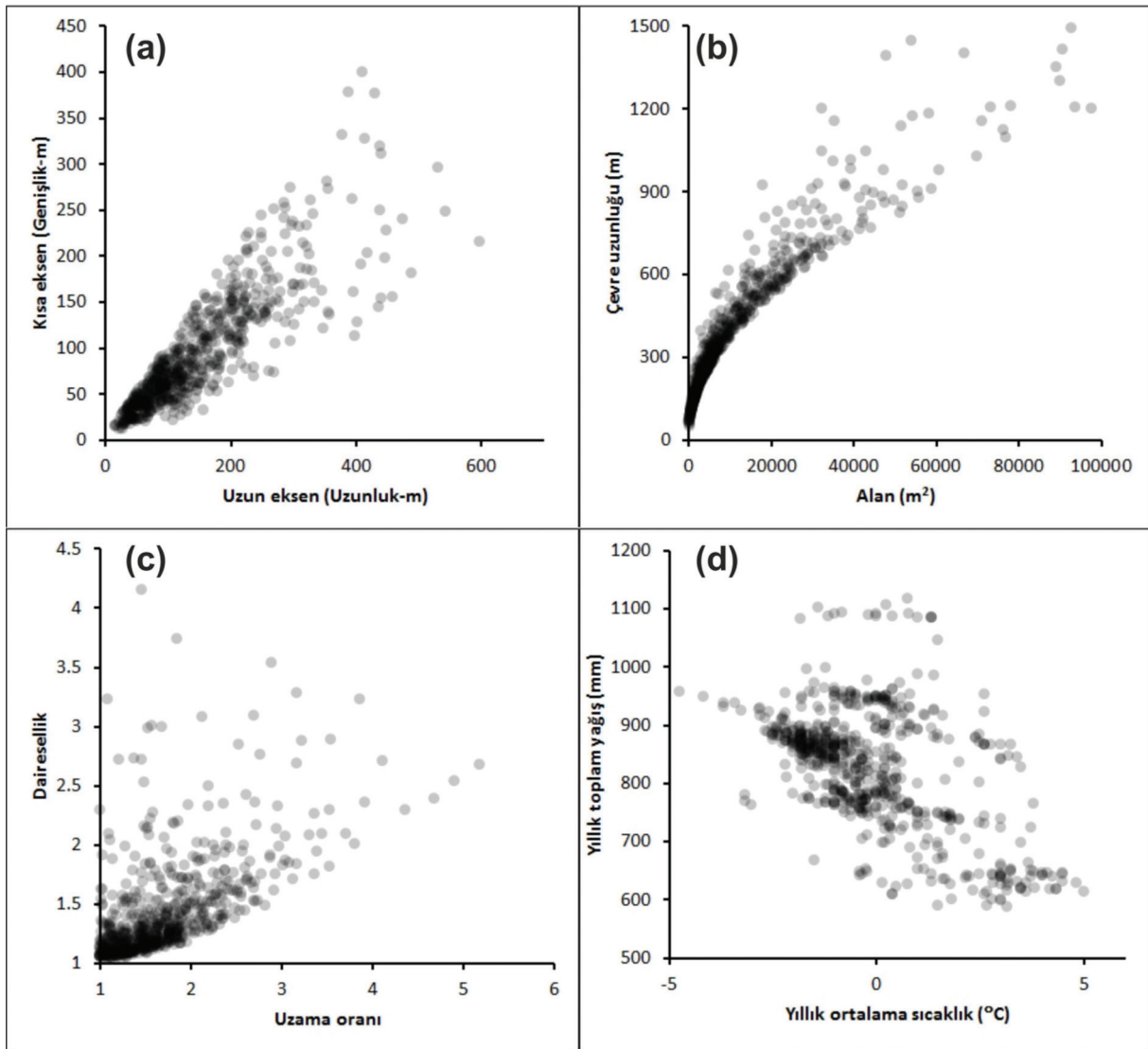
Orta Toroslar'daki ortalama sirk gölü yüksekliği 2880 metredir. Ortalama değer Bolkar Dağları'nda 2741 metre iken Aladağlar'da 3066 metredir.

#### 4.2. Morfometrik Özellikler

Morfometrik değerlere göre tüm sirk göllerinin ortalama uzunlukları 150 metre, genişlikleri ise 92 metredir. Göllerin minimum ve maksimum uzunlukları 16 metre ile 1298 metreleri arasında değişmektedir (Şekil 5a). Türkiye'nin en uzun ve en geniş alana sahip gölü İkiyaka Dağı'nda bulunan Kırmızıtaş Gölü'dür. Ancak Kırmızıtaş Gölü haricinde uzunluğu 1 km'yi geçen başka bir göl bulunmamaktadır. Göllerin %90'ı 39-335 metre, %50'si ise 78-202 metreleri arasında değişen uzunluklara sahiptir. Uzama oranı değerlerine göre göllerin %18,5'i dairesel,

%38 yarıeliptik, %10'u eliptik ve %33,5'i ise uzamış formlara sahiptir. Uzamış formların bu kadar yüksek olması sirk göllerinin oluşumunda sirk buzullaşmasından daha çok vadi buzullaşmasının etkili olmasıyla ilgilidir.

Alan büyüklüklerine göre sirk göllerinin ortalama alanı 13.346 m<sup>2</sup> (0,0133 km<sup>2</sup>)'dir (Şekil 5b). Anadolu'daki sirk gölleri dünyanın buzullaşmaya uğrayan diğer kesimlerine göre oldukça küçüktür. Anadolu'daki en büyük göl olan Kırmızıtaş Gölü 305 bin m<sup>2</sup> (0,3 km<sup>2</sup>) alan kaplamaktadır. Uluslararası sınıflandırmaya göre (Chen vd., 2017) sirk göllerinin neredeyse tamamı (%99,5'i) küçük göldür. Sadece 3 göl orta büyüklükteki göl sınıfı içerisine girmektedir. Alan ve çevre uzunluğuna göre hesaplanan dairesellik değerlerine göre sirk gölleri karmaşık şekillere sahip değildir. Göllerin %71,2'sinde dairesellik indisi değer 1-1,5 arasında değişmektedir (Şekil 5c). Bu değerler uzama oranına da paralel olarak göllerin dairesel, yarı eliptik formlarda olduğu ve çok fazla girinti çıkıntılarının olmadığını göstermektedir. Değeri 2'den büyük olan göller oranı ise %8,8'dir. Uydu görüntüleri üzerinden yapılan incelemelere göre dairesellik indisi yüksek olan bu göllerin kaya buzulları ya da yamaç döküntülerinden dolayı ilksel biçimlerinin bozulduğu sirk gölleri oldukları görülmektedir.



Şekil 5. Göllere ait (a) kısa ve uzun eksen değerleri, (b) alan ve çevre uzunlukları, (c) uzama oranı ve dairesellik değerleri ile (d) yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış değerleri.

Figure 5. Main properties of lakes: (a) short and long axis, (b) area and perimeter, (c) elongation rate and circularity index, and (d) annual average temperature and annual total precipitation.



**Tablo 3.** Morfometrik parametre ait yüzdesel dağılımlar (çeyreklikler).  
**Table 3.** Percentage distributions (quartiles) of the morphometric parameters.

	Yükseklik (m)	Uzun eksen (m)	Kısa eksen (m)	Uzama	Alan-(m <sup>2</sup> )	Çevre (m)	Dairesellik	Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)
Min.	2207	16	11	1,00	120	49	1,03	-4,75	587
%5	2520	39	23	1,04	749	108	1,07	-2,20	629
%25	2760	78	46	1,29	2.627	211	1,15	-1,25	764
Ort.	2882	150	92	1,71	13.346	411	1,43	-0,11	825
%75	3016	202	128	1,94	16.968	552	1,55	0,60	885
%95	3,176	335	219	2.88	47,211	928	2.29	3.20	956
Mak.	3,817	1,298	399	5.19	305,960	3,223	4.15	5.00	1,116

#### 4.3. İklimsel Özellikler

Anadolu'da sirk göllerinin buldukları alanları temsil edebilecek çok az istasyon bulunmaktadır. Bu nedenle küresel gridli iklim verilerine göre sirk gölü alanlarının yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan değerlere göre sirk gölü alanlarının yıllık ortalama sıcaklığı -0,11°C, yıllık toplam yağış değeri ise 825 mm'dir. Maksimum ve minimum değerlere göre sirk gölleri 5°C (ikiyaka Dağları) ile -4,75°C (Rize Dağları) sıcaklık aralığında bulunmaktadır. Yağış değerlerine göre sirk gölleri 587 mm (Bolkar Dağları) ile 1116 mm (Karçal Dağları) değerleri arasında değişen yıllık toplam yağışa sahiptir (Şekil 5d).

Göl sayısının en fazla olduğu Doğu Karadeniz Dağları yıllık toplam yağışın en fazla olduğu bölgedir (830 mm). Doğu Anadolu'da 767 mm olan ortalama yağış, Güneydoğu Toroslar'da 660 mm'ye ve Orta Toroslar'da 650 mm'ye düşer. Yıllık ortalama sıcaklık değerlerine göre en sıcak bölge 2,3°C ile Güneydoğu Toroslar iken, en soğuk bölge -0,11°C ile Doğu Karadeniz Dağları'dır. Yıllık ortalama sıcaklık Orta Toroslar'da 1.9°C ve Doğu Anadolu'da 0.2°C'dir. Ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış değerlerine göre Anadolu'daki en yüksek sirk gölü yıllık ortalama sıcaklığın en düşük ve yıllık toplam yağışın en fazla olduğu Doğu Karadeniz Dağları'nda görülmektedir.

#### 5. Tartışma

Buzul gölleri, özellikle kuzey yarımkürede, son buzul maksimumu sırasında buzullaşmanın gerçekleştiği dağlık alanlarda maksimum sayıya ulaşmaktadır. Bu göllerinin büyük bölümü son buzul maksimumundan sonra buzulların eriyerek geri çekilmesi sonucunda ortaya çıkmıştır. Buzul göllerinin dağlık alanlardaki en önemli tatlı su kaynakları olmaları, sayılarının küresel ısınmayla birlikte sürekli olarak değişmesi, Anadolu'da görülmemekle birlikte buzul göllerinde zaman zaman yaşanan patlamaların şiddetli taşkınlarla ve moloz akıntılara ve afetlere neden olması nedeniyle buzul gölü haritalamaları son yıllarda önem kazanmıştır (ICIMOD, 2011; Jain vd., 2012). Yaşanan bu afetler iklim değişikliğine bağlı olarak da tetiklendiği için buzul göllerinin zaman içerisindeki değişimleri yakından takip edilmektedir. Bu çalışmalara göre küresel iklim değişikliği ve sıcaklık artışlarına bağlı olarak dünyanın bazı alanlarda buzul göl sayısı ve mevcut göllerin alansal büyüklükleri artar-

ken (Khadka vd., 2018; Rai Praveen & Narayan, 2017; Wilson vd., 2018), bazı alanlarda buzul gölü sayılarında azalma yaşanmaktadır (ICIMOD, 2011). Ancak dünya genelinde yapılan bir değerlendirmede buzullardaki erime ve geri çekilmeye bağlı olarak 1990-2018 yılları arasında tüm dünyadaki toplam buzul göl alanında %48'lik bir artış yaşanmıştır (Shugar vd., 2020)

Dünyanın farklı kesimlerindeki buzul gölleri ile ilgili farklı değerlendirme kriterlerine göre birçok çalışma yapılmıştır. Kriterlerin farklılık göstermesi göl sayılarında da bir belirsizliğe neden olmaktadır. Örneğin (Zhang vd., 2015) çalışmasında Himalayalar ve Tibet platosunda buzuldan en fazla 10 km uzaklıkta olan 0,003 km<sup>2</sup>'den büyük 5700 göl tespit etmiştir. Chen vd. (2017) ise Tibet platosunda 3400-6400 metreleri arasında dağılışı gösteren 8215 buzul gölü tespit etmiştir. Alansal büyüklüğe göre ise bu göllerin %66'sı küçük göllerden oluşmaktadır. Vilimek vd., (2015) Peru'daki Cordillera Blanca Dağı'nda 2300'den fazla göl tespit ederken, Emmer ve Vilimek (2014) aynı alanda 2000 m<sup>2</sup>'den fazla alana sahip 880 göl tespit etmiştir. Benzer durum Anadolu içinde geçerlidir. Doğu Karadeniz Dağları'nda (bu çalışmada Rize Dağları'na karşılık gelen bölgede) 685 adet buzul gölü tespit etmiştir (Geçen vd., 2018). Ancak bu çalışmada göllerin kökeni üzerine herhangi bir sınıflandırma yapılmadan alpin kuşaktaki tüm göller buzul gölü olarak ele alınmıştır. Bu eksiklik göllerden elde edilecek bilgilerin yorumlanmasında önemli bir sıkıntıya neden olmaktadır. Çünkü buzul gölleri birçok farklı şekilde oluşabilir ve son yapılan çalışmalara göre buzul gölleri (1) sirk gölleri ve buzul vadisi gölleri gibi aşındırma sonucu oluşan göller, (2) moren set gölleri, (3) buzul set gölleri, (4) buzul üstü gölleri, (5) buzulaltı gölleri ve (6) buzul hareketleri nedeniyle meydana gelen kütle hareketleri sonucunda oluşan diğer buzul gölleri şeklinde 6 grup içerisinde sınıflandırılmıştır (Raj & Kumar, 2016; Yao vd., 2018). Anadolu'da yapılan çalışmalarda da bu buzul gölü çeşitliliği ortaya konulmuştur. Literatür bilgisine göre Anadolu'daki buzul gölleri örtü buzullarındaki erimeler sonucunda oluşan buzul üstü gölleri (Çalışkan vd., 2012; Gürgen vd., 2010), moren set gölleri (Doğan, 2011; Tonbul, 1997) ya da tümseksi moren depoları arasındaki çukur alanlarda göl oluşumları gerçekleşmektedir (Çiner vd., 2015). Buzul gölleri haricinde alpin kuşakta kütle hareketlerine bağlı olarak ta göl oluşumları gerçekleşmektedir (Bayrakdar vd., 2017). Yaptığımız bu çalışmada Geçen vd., 2018 ile aynı inceleme alanında alanda sadece 360 adet sirk gölü olduğu tespit edilmiştir. Bu değerlere göre Rize Dağları'n-

da bulunan 685 gölün yaklaşık yarısı farklı oluşum kökenine sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Benzer durum Anadolu'daki diğer kütleler içinde geçerlidir. Örneğin Bingöl Dağları'nın alpin kuşağında 70'den fazla göl olmasına rağmen (Tonbul, 1997) bu göllerin sadece 17 tanesi sirk gölü özelliğindedir. Bu açıdan Anadolu'da alpin kuşakta yer alan göllerin daha ayrıntılı incelenmesi gerekmektedir.

Sirklerin ve sirk göllerinin Kuvaterner buzullaşmaları konusunda sağladığı diğer bir bilgi ise buzullaşma dönemlerindeki kalıcı kar sınırı hakkında yaklaşık bir bilgi sağlamasıdır. Çünkü sirkler buzulların ilerlediği dönemlerdeki kalıcı kar sınırı ya da buzul denge sınırına (Equelabilirum line altitude-ELA) yakın bir alanda oluşmaktadır. Son buzul maksimumunda bu sınır kıyı kesimlerinde 2300-2600 metreleri, İç Anadolu ve Doğu Anadolu'da 2800-3000 metreleri arasına inmiştir (Messerli, 1967). Bu genel değerlendirmelerin yanı sıra bazı kütleler için daha net değerler ortaya konulmuştur. Örneğin Narlıca Vadisi'nde (İhtiyarşahap Dağları) farklı tekniklere göre yapılan hesaplamalarda ise kalıcı kar sınırı 2670 metre ile 3037 metreleri arasında olduğu tespit edilmiştir (Yeşilyurt vd., 2018). Benzer yöntemlerle yapılan hesaplamalara göre Akdağ'da (Orta Toroslar) ELA sınırı 2030-2150 metreleri olarak tespit edilmiştir (Bayraktar vd., 2020). Birçok çalışmanın yapıldığı Munzur (Mercan) Dağları'nda buzul döneminde ELA sınırını ~2750 metre olarak belirtmiştir (Bilgin, 1972). Aynı alanda sirk tabanı yüksekliklerine göre 2790 metre (Yeşilyurt, 2012), modern tekniklerle yapılan çalışmalarda ise 2600±60 metre olarak tespit edilmiştir (Çilgin, 2020). Örneklem sayısı az olmakla birlikte, bu çalışmada Mercan Dağları'nda tespit edilen 22 sirk gölünün ortalama yükseklik değerine göre ELA sınırı 2550±200 metre olarak karışımıza çıkmaktadır.

Anadolu'da sirk gölü sayısının aynı dağdaki sirk sayısına oranı (G/S oranı) dağlık alanlara göre önemli değişiklikler göstermektedir. Munzurlar (Mercan) Dağları'nda 680-700 (Çilgin, 2020; Yeşilyurt, 2012) buzul sirki bulunurken sadece 22 adet sirk gölü (G/S oranı %3), Uludağ'da 15 buzul sirki bulunurken (Öztürk, 2012) 5 adet sirk gölü bulunmaktadır (G/S oranı %33). Geyik Dağları'nda 26 adet buzul sirki bulunurken (Şimşek vd., 2019) hiç adet sirk gölü bulunmamaktadır. Dedegöl Dağları'nda 30 adet sirk bulunurken (Çilgin, 2015) sadece 1 adet sirk gölü bulunmaktadır (G/S oranı %3). Doğu Karadeniz Dağları'nda ise 1222 sirk (Geçen vd., 2018) bulunurken sadece 360 sirk gölü bulunmaktadır (G/S oranı %30). Ayrıca Batı Toroslar'da buzullaşmaya uğramış çok fazla dağlık olmakla birlikte sadece bir tanesinde sirk gölü bulunurken, Doğu Karadeniz, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Toroslar üzerinde buzullaşma uğramış tüm dağlık alanlarda sirk gölü bulunmaktadır. G/S oranları arasındaki bu farklılık ya da sirk göllerinin varlığı büyük oranda litolojik özellikler ile ilişkilidir. Batı ve Orta Toros Dağları'nın genel olarak karstlaşmaya uygun kireçtaşlarından oluşmuş olması (Nazik vd., 2019; Öztürk vd., 2018) ve sirk alanlarının genel olarak yoğun karstlaşmanın olduğu kireçtaşları içerisinde bulunması (Şimşek vd., 2019) suyun yüzeyde tutulmasını engellemektedir. Ancak Doğu Karadeniz Dağları gibi karstik olmayan birimlere geçtikçe G/S oranı artmaktadır. Örneğin Doğu Karadeniz Dağları'ndaki göllerin %96'sının volkanik ve intrusif kökenli kayaçlar üzerinde yer almaktadır (Geçen vd., 2018). Bu açıdan Uludağ güzel bir örnek teşkil etmektedir. Uludağ'da sirkler karstik birimler içerisinde gelişmiştir ancak sirk taban-

ları intrusif birimler (granitler) üzerinde yer almasından dolayı (Eriñç, 1949; Öztürk, 2012) fazla sayıda sirk gölü oluşmuştur ve kütle üzerindeki G/S oranı %33'tür.

Sirk ve alpin göller açısından en önemli eksikliklerden bir tanesi de göl derinlikleri hakkında bilgilerimizin çok az olmasıdır. Bu açıdan en önemli çalışma Sarı vd., (2015) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmada Kaçkar ve Soğanlı Dağları'nda arazi çalışmalarına ve haritalama çalışmalarına göre 58'inin sirk gölü incelenmiştir. Çalışmada göl derinliklerinin ortalama 7 metre olduğu ve maksimum 49 metreye kadar ulaşabildiği göl uzunluklarının ise ortalama 216 metre, maksimum ise 497 metre olduğu belirtilmiştir.

## 6. Sonuç

Anadolu'nun dağlık alanlarının alpin kuşaklarında birçok göl bulunmaktadır ve bu göllerin en önemli oluşum nedenlerinden bir tanesi Kuvaterner buzullaşmaları sonucunda oluşan sirklerdir. Anadolu'da birçok buzul çalışması gerçekleştirilmiş olmakla birlikte sirk gölleri bugüne kadar ayrıntılı olarak incelenmemiştir. Bu eksiklikten dolayı bu çalışmada Anadolu'daki tüm sirk göllerinin dağılışı ve morfometrik özellikleri incelenmiştir. Haritalama çalışmaları sonucunda 28 dağlık alan üzerinde toplam 660 adet sirk gölü tespit edilmiştir. Göllerinin çok büyük bir bölümü Doğu Karadeniz Dağları üzerinde bulunmaktadır (%77). Doğu Karadeniz Dağları'nın ardından en fazla sirk gölü Güneydoğu Toroslar, Doğu Anadolu ve Orta Toroslar üzerinde yer alır. Batı Toroslar'da buzullaşmaya uğramış birçok kütle bulunmasına rağmen sadece 1 adet sirk gölü bulunmaktadır.

2207 metreden itibaren görülmeye başlanan sirk göllerinin ortalama yüksekliği 2882 metredir. Toplam göl sayısı fazla olmakla birlikte göller çok küçük alanlara sahiptir ve uluslararası sınıflandırmaya göre neredeyse tamamı (%99,5) küçük göl sınıfı içerisinde yer almaktadır. Sirk alanlarının bulunduğu yükseklikleri karakterize edecek iklim istasyonlarının çok sınırlı olmasından dolayı iklim özelliklerinin belirlenmesinde küresel gridli iklim verileri kullanılmıştır ve bu verilere göre sirk gölü alanlarının yıllık ortalama sıcaklığı -0,11°C, yıllık toplam yağış değeri ise 825 mm'dir. Ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış değerlerine göre Anadolu'daki en yüksek sirk gölü sayısı, yıllık ortalama sıcaklığın en düşük ve yıllık toplam yağışın en fazla olduğu Doğu Karadeniz Dağları'nda görülmektedir.

Anadolu'nun dağlık alanlarında farklı gelişim özelliklerine sahip birçok göl bulunmaktadır ve bu çalışmada sadece sirk gölleri incelenmiştir. Ancak Anadolu'nun alpin kuşağında ne kadar göl olduğu, bu göllerin genel gelişim özelliklerinin neler olduğu ve küresel iklim değişikliğine bağlı olarak zaman içerisinde ne tür değişimler gösterdikleri hakkında bir bilimiz bulunmamaktadır. Bu eksikliklerden dolayı hem sirk gölleri hem de diğer göller üzerine daha ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç vardır.



## Kaynakça

- Akçar, N., Yavuz, V., Ivy-Ochs, S., Kubik, P. W., Vardar, M., & Schlüchter, C. (2007). Paleoglacial records from Kavron Valley, NE Turkey: Field and cosmogenic exposure dating evidence. *Quaternary International*, 164–165, 170–183. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2006.12.020>.
- Akçer Ön, S. (2011). *Küçükçekmece Lagünü, Yeniçağa, Uludağ Buzul ve Bafa Gölleri'nin (Batı Türkiye) Geç Holosen'deki İklim Kayıtları: Avrupa ve Orta Doğu İklim Kayıtları ile Karşılaştırılması*. Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü.
- Akkan, E., & Tunçel, M. (1993). Esence (Keşiş) dağlarında buzul şekilleri. Ankara Üniversitesi, *Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 2, 225–240.
- Altın, T. B. (2003). *Aladağlar (Ecemiş Çayı Akları) üzerinde buzul ve karst jeomorfolojisi*. İstanbul Üniversitesi.
- Altınay, O., Sarıkaya, M. A., & Çiner, A. (2020). Late-glacial to Holocene glaciers in the Turkish mountains. *Mediterranean Geoscience Reviews*, 2(1), 119–133. <https://doi.org/10.1007/s42990-020-00024-7>
- Atalay, İ. (1984). Glacial morphology of the Mescit Mountain (NE Anatolia). *Ege Coğrafya Dergisi*, 2(1). <https://dergipark.org.tr/en/pub/ecd/67072>
- Bakke, J., & Nesje, A. (2011). Equilibrium-Line Altitude (ELA). *Encyclopedia of Earth Sciences Series, Part 3*(1), 268–277. [https://doi.org/10.1007/978-90-481-2642-2\\_140](https://doi.org/10.1007/978-90-481-2642-2_140)
- Barr, I. D., & Spagnolo, M. (2015). Glacial cirques as palaeoenvironmental indicators: Their potential and limitations. *Earth-Science Reviews*, 151, 48–78. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2015.10.004>
- Basso, A., Bruno, E., Parise, M., & Pepe, M. (2013). Morphometric analysis of sinkholes in a karst coastal area of southern Apulia (Italy). *Environmental Earth Sciences*, 70(6), 2545–2559. <https://doi.org/10.1007/s12665-013-2297-z>
- Bayrakdar, C., Çilgin, Z., Döker, M. F., & Canpolat, E. (2015). Evidence of an active glacier in the Munzur Mountains, eastern Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 24, 56–71. <https://doi.org/10.3906/yer-1403-7>
- Bayrakdar, C., Çilgin, Z., & Keserci, F. (2020). Traces of late quaternary glaciations and paleoclimatic interpretation of Mount Akdağ (Alanya, 2451 m), Southwest Turkey. *Mediterranean Geoscience Reviews*, 2(1), 135–151. <https://doi.org/10.1007/s42990-020-00026-5>
- Bayrakdar, C., Çilgin, Z., & Sarış, F. (2017a). Karadağ'da Pleyistosen Buzullaşmaları, Batı Toroslar, Türkiye. *Türkiye Jeoloji Bülteni / Geological Bulletin of Turkey*, 60(4), 451–469. <https://doi.org/10.25288/tjb.360610>
- Bayrakdar, C., Güneç Kıyak, N., Turoğlu, H., Öztürk, T. & Canel, T. (2017b). Akdağ Kütlesi'nde Peistosen buzullaşmalarının jeomorfolojik özellikleri ve optik uyarmalı lüminesans (OSL) ile yaşlandırılması. *Türk Coğrafya Dergisi*, 69, 27–37. <https://doi.org/10.17211/tcd.318170>
- Bayrakdar, C., & Özdemir, H. (2014). Kaçkar Dağı'nda bakı faktörünün glasiyal ve periglasiyal topografya gelişimi üzerindeki etkisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 54, 1–13. <https://doi.org/10.17211/TCD.95116>
- Benn, D. I., & Lehmkuhl, F. (2000). Mass balance and equilibrium-line altitudes of glaciers in high-mountain environments. *Quaternary International*, 65–66, 15–29. [https://doi.org/10.1016/S1040-6182\(99\)00034-8](https://doi.org/10.1016/S1040-6182(99)00034-8)
- Bilgin, T. (1972). *Munzur Dağları Doğu kısmının glasiyal ve periglasiyal morfolojisi*. İstanbul Üniversitesi Yayınları. <https://www.nadirkitap.com/munzur-daglari-dogu-kisminin-glasiyal-ve-periglasiyal-morfolojisi-bilgin-turgut-kitap15186763.html>
- Birman, J. H. (1968). Glacial Reconnaissance in Turkey. *GSA Bulletin*, 79(8), 1009–1026. <https://pubs.geoscienceworld.org/gsa/gsabulletin/article/79/8/1009/6355/Glacial-Reconnaissance-in-Turkey>
- Bondesan, A., Meneghel, M. & Sauro, U. (1992). Morphometric analysis of dolines. *International Journal of Speleology*, 21(1), 1–55.
- Çalışkan, O., Gürgen, G., Yılmaz, E., & Yeşilyurt, S. (2012). Bolkar Dağları kuzeydoğusunun glasiyal morfolojisi ve döküntüyle örtülü buzulları. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 9(1), 890–911.
- Candaş, A., Sarıkaya, M. A., KÖSE, O., Şen, Ö. L. & Çiner, A. (2020). Modelling Last Glacial Maximum ice cap with the Parallel Ice Sheet Model to infer palaeoclimate in south-west Turkey. *Journal of Quaternary Science*, 35(7), 935–950. <https://doi.org/10.1002/jqs.3239>
- Chen, F., Zhang, M., Tian, B., & Li, Z. (2017). Extraction of Glacial Lake Outlines in Tibet Plateau Using Landsat 8 Imagery and Google Earth Engine. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 10(9), 4002–4009. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2017.2705718>
- Chinn, T. J., Kargel, J. S., Leonard, G. J., Haritashya, U. K., & Pleasants, M. (2014). New Zealand's Glaciers. In *Global Land Ice Measurements from Space* (pp. 675–715). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-79818-7\\_29](https://doi.org/10.1007/978-3-540-79818-7_29)
- Çiner, A. (2003). Türkiye'nin Güncel Buzulları ve Geç Kuvaterner Buzul Çökelleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 46(1), 55–78. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjb/590866>
- Çiner, A., & Sarıkaya, M. A. (2017). Cosmogenic <sup>36</sup>Cl geochronology of late Quaternary glaciers in the Bolkar Mountains, south central Turkey. In P. Hughes & J. Woodward (Eds.), *Quaternary glaciation in the Mediterranean mountains* (Vol. 433, Issue 1, pp. 271–287). Geological Society of London. <https://doi.org/10.1144/SP433.3>
- Çiner, A., Sarıkaya, M. A., & Yıldırım, C. (2015). Geyik Dağı (Orta Toroslar) Geç Kuvaterner Buzullaşması ve Paleoklim Yorumu.
- Çilgin, Z. (2015). Dedegöl Dağı Kuvaterner buzullaşmaları. *Türk Coğrafya Dergisi*, 64, 19–38. <https://doi.org/10.17211/tcd.55740>
- Çilgin, Z. (2020). 3D Surface Modeling of Late Pleistocene Glaciers in the Munzur Mountains (Eastern Turkey) and its paleoclimatic implications. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 29(5), 714–732. <https://doi.org/10.3906/yer-1905-18>
- Dede, V., Çiçek, İ., Sarıkaya, M. A., Çiner, A., & Uncu, L. (2017). First cosmogenic geochronology from the Lesser Caucasus: Late Pleistocene glaciation and rock glacier development in the Karçal Valley, NE Turkey. *Quaternary Science Reviews*, 164, 54–67. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2017.03.025>
- Denizman, C. (2003). Morphometric and spatial distribution parameters of karstic depressions, Lower Suwannee River Basin, Florida. *Journal of Cave and Karst Studies*, 65(1), 29–35.
- Doğan, M. (2011). Sandıras Dağı'nda (Muğla) buzullaşma ve buzul şekilleri. *Ege Coğrafya Dergisi*, 20(1), 29–52.
- Doğu, A. F., Somuncu, M., Çiçek, İ., Tunçel, H., & Gürgen, G. (2018). Kaçkar Dağında Buzul Şekilleri, Yaylalar ve Turizm. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 36(1–2). <http://www.dtcfdergisi.ankara.edu.tr/index.php/dtcf/article/view/4795>

- Emmer, A., & Vilímek, V. (2014). New method for assessing the susceptibility of glacial lakes to outburst floods in the Cordillera Blanca, Peru. *Hydrology and Earth System Sciences*, 18(9), 3461–3479. <https://doi.org/10.5194/HESS-18-3461-2014>
- Erinç, S. (1949). Uludağ üzerinde glasyal morfoloji araştırmaları. *Türk Coğrafya Dergisi*, 11–12, 79–94.
- Erinç, S. (1955). Glasiyal ve Periglasiyal morfoloji bakımından Honaz ve Bozdağ. *Türk Coğrafya Dergisi*, 13–14, 25–43.
- Erinç, S. (2001). *Jeomorfoloji II Güncelleştirenler Ertek, A., Güneysu, C., Der Yayınları*.
- Evans, I. S., Çilgin, Z., Bayrakdar, C., & Canpolat, E. (2021). The form, distribution and palaeoclimatic implications of cirques in southwest Turkey (Western Taurus). *Geomorphology*, 391, 107885. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2021.107885>
- Fakioğlu, Ö., Arslan, H., & Köktürk, M. (2019). Qualitative Investigation of Phytoplankton of Glacial Lakes (Tortum/Erzurum). *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9(3), 1704–1709. <https://doi.org/10.21597/jist.461249>
- Fey, M., Korr, C., Maidana, N. I., Carvedo, M. L., Corbella, H., Dietrich, S., Haberzettl, T., Kuhn, G., Lücke, A., Mayr, C., Ohlendorf, C., Paez, M. M., Quintana, F. A., Schäbitz, F. & Zolitschka, B. (2009). Palaeoenvironmental changes during the last 1600 years inferred from the sediment record of a cirque lake in southern Patagonia (Laguna Las Vizcachas, Argentina). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 281(3–4), 363–375. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2009.01.012>
- Fick, S. E., & Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37(12), 4302–4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>
- Geçen, R., Toprak, V., & Tonbul, S. (2018). The Effect of Aspect On Glaciation: A case Study of Eastern Black Sea Mountains (Turkey). *Ege Coğrafya Dergisi*, 27, 35–54.
- Gürgen, G. & Yeşilyurt, S. (2012). Karçal Dağı Buzulları (Artvin). *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 10, 91–104.
- Gürgen, Gürcan, Çalışkan, O., Yılmaz, E., & Yeşilyurt, S. (2010). Yedigöller Platosu ve Emlî Vadisinde (Aladağlar) döküntü örtülü buzullar. *E-Journal of New World Sciences Academy, NEWSSA*, 5(2), 98–116.
- ICIMOD. (2011). *Glacial lakes and glacial lake outburst floods in Nepal*.
- Jain, S. K., Lohani, A. K., Singh, R. D., Chaudhary, A., & Thakural, L. N. (2012). Glacial lakes and glacial lake outburst flood in a Himalayan basin using remote sensing and GIS. *Natural Hazards* 2012 62:3, 62(3), 887–899. <https://doi.org/10.1007/S11069-012-0120-X>
- Khadka, N., Zhang, G., & Thakuri, S. (2018). Glacial Lakes in the Nepal Himalaya: Inventory and Decadal Dynamics (1977–2017). *Remote Sensing*, 10(12), 1913. <https://doi.org/10.3390/rs10121913>
- Köse, O., Sarıkaya, M. A., Çiner, A., & Candaş, A. (2019). Late Quaternary glaciations and cosmogenic <sup>36</sup>Cl geochronology of Mount Dedegöl, south-west Turkey. *Journal of Quaternary Science*, 34(1), 51–63. <https://doi.org/10.1002/jqs.3080>
- Kurter, A. (1991). Glaciers of Middle East and Africa glaciers of Turkey. In R. S. Williams & J. G. Ferrigno (Eds.), *Satellite Image Atlas of the World* (pp. 1–30).
- Louis, H. L. (1944). Evidence for Pleistocene glaciation in Anatolia. *Geologische Rundschau*, 34(7–8), 447–481.
- Messeri, B. (1967). Die eiszeitliche und die gegenwärtige Vergletscherung im Mittelmeerraum. *Geographica Helvetica*, 22(3), 105–228. <https://doi.org/10.5194/gh-22-105-1967>
- Munro-Stasiuk, M. J., Heyman, J., & Harbor, J. (2013). Erosional Features. In J. Shroder (Ed.), *Treatise on Geomorphology, vol.8, Glacial and Periglacial Geomorphology* (pp. 83–99).
- Nazik, L., Poyraz, M., & Karabıyıkoglu, M. (2019). Karstic Landscapes and Landforms in Turkey. In Catherine Kuzucuoğlu, A. Çiner & N. Kazancı (Eds.), *Landscapes and Landforms of Turkey* (pp. 181–196). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-03515-0\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-03515-0_5)
- Otto, J.-C. (2019). Proglacial Lakes in High Mountain Environments. In Heckmann T. & Morche D. (Eds.), *Geomorphology of Proglacial Systems* (pp. 231–247). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-94184-4\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-319-94184-4_14)
- Öztürk, M. Z. (2012). *Uludağ'daki periglasiyal süreçlerin, periglasiyal yerçekillerinin ve bunları denetleyen etmenlerin incelenmesi*.
- Öztürk, M. Z. (2018). Karstik Kapalı Depresyonların (Dolinlerin) Morfometrik Analizleri. *COĞRAFYA DERGİSİ JOURNAL OF GEOGRAPHY Coğrafya Dergisi Coğrafya Dergisi – Journal of Geography*, 36(36), 1–13. <https://doi.org/10.26650/JGEOG371149>
- Öztürk, M. Z., Şimşek, M., Şener, M. F., & Utlu, M. (2018). GIS based analysis of doline density on Taurus Mountains, Turkey. *Environmental Earth Sciences*, 77(536), 536. <https://doi.org/10.1007/s12665-018-7717-7>
- Perinçek, D. (1979). Cilo Dağı, Sat Gölüleri. *Yeryuvarı ve İnsan*, 4(3), 25–33.
- Planhol, X. de., & Bilgin, T. (1964). Glaciaire et périglaciaire quaternaires et actuels dans le massif du Karagöl (Chaînes pontiques, Turquie). *Revue de Géographie Alpine*, 52(3), 497–512. <https://doi.org/10.3406/RGA.1964.3181>
- Rai Praveen, K., & Narayan, M. V. (2017). Changes of glacier lakes using multi-temporal remote sensing data: A case study from India. *Geographica Pannonica*, 21(3), 132–141. <https://doi.org/10.5937/GEOPAN1703132K>
- Raj, K. B. G., & Kumar, K. V. (2016). Inventory of Glacial Lakes and its Evolution in Uttarakhand Himalaya Using Time Series Satellite Data. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 44(6), 959–976. <https://doi.org/10.1007/s12524-016-0560-y>
- Sarı, H. M., Ustaoglu, M. R., İlhan, A., & Özbek, M. (2015). Kaçkar ve Soğanlı Dağları Gölünün morfolojik özellikleri (Türkiye). *Su Ürünleri Dergisi*, 32, 31–36. <https://avesis.ege.edu.tr/yayin/5e-6e4b38-ac0e-4f1a-a777-f2175a868f98/kackar-ve-soğanli-dag-lari-gollerinin-morfometrik-ozellikleri-turkiye>
- Sarıkaya, M. A. (2012). Recession of the ice cap on Mount Ağrı (Ara-rat), Turkey, from 1976 to 2011 and its climatic significance. *Journal of Asian Earth Sciences*, 46, 190–194. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2011.12.009>
- Sarıkaya, M. A., & Çiner, A. (2015). Late Pleistocene glaciations and paleoclimate of Turkey. *Bulletin Of The Mineral Research and Exploration*, 151, 107–127. <https://doi.org/10.19111/bmre.35245>
- Sarıkaya, M. A., & Çiner, A. (2019). Ice in Paradise: Glacial Heritage Landscapes of Anatolia. In C. Kuzucuoğlu, A. Çiner & N. Kazancı (Eds.), *Landscapes and Landforms of Turkey* (pp. 397–411). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-03515-0\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-030-03515-0_20)
- Sarıkaya, M. A., Çiner, A. & Zreda, M. (2011). Quaternary Glaciations of Turkey. *Developments in Quaternary Sciences*, 15, 393–403. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53447-7.00030-1>



- Shugar, D. H., Burr, A., Haritashya, U. K., Kargel, J. S., Watson, C. S., Kennedy, M. C., Bevington, A. R., Betts, R. A., Harrison, S. & Stratman, K. (2020). Rapid worldwide growth of glacial lakes since 1990. *Nature Climate Change* 2020 10:10, 10(10), 939–945. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0855-4>
- Şimşek, M., Utlu, M., Poyraz, M., & Öztürk, M. Z. (2019). Geyik Dağı kütlesinin yüzey karstı jeomorfolojisi ve kütle üzerindeki karst-buzul jeomorfolojisi ilişkisi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 29(2), 97–110.
- Stroeven, A. P., Harbor, J., & Heyman, J. (2013). Erosional Landscapes. In J. Shroder (Ed.), *Treatise on Geomorphology vol.8, Glacial and Periglacial Geomorphology* (Vol. 8, pp. 100–112). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374739-6.00198-6>
- Taş, B. & Hamzaçebi, E. Ş. (2020). Assessment of algal diversity and hydrobiological preliminary results in a high-mountain lake (Karağöl Lake, Giresun Mountains, Turkey). *11 Review of Hydrobiology*, 13(1–2), 11–38.
- Tonbul, S. (1997). Bingöl Dağında Buzul Şekilleri. *Türkiye Coğrafyası Dergisi*, 6, 347–374.
- Turoğlu, H. (2011). *Buzullar ve Buzul Jeomorfolojisi*. Çantay Kitapevi.
- Ustaoğlu, M. R., Balık, S., Sarı, H. M., Mis, D. Ö., Aygen, C., Özbek, M., İlhan, A., Taşdemir, A., Yıldız, S. & Topkara, E. T. (2008). Uludağ (Bursa)'daki buzul gölleri ve akarsularında faunal bir çalışma. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 25(4), 295–299.
- Vilímek, V., Klimeš, J. & Červená, L. (2015). Glacier-related landforms and glacial lakes in Huascarán National Park, Peru. <https://doi.org/10.1080/17445647.2014.1000985>, 12(1), 193–202. <https://doi.org/10.1080/17445647.2014.1000985>
- Wilson, R., Glasser, N. F., Reynolds, J. M., Harrison, S., Anaconda, P. I., Schaefer, M. & Shannon, S. (2018). Glacial lakes of the Central and Patagonian Andes. *Global and Planetary Change*, 162, 275–291. <https://doi.org/10.1016/J.GLOPLACHA.2018.01.004>
- Yalçınlar, İ. (1951). Soğanlı-Kaçkar ve Mescit dağı silsilelerinin glasiyasyon şekilleri. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 1(2), 82–88.
- Yao, X., Liu, S., Han, L., Sun, M. & Zhao, L. (2018). Definition and classification system of glacial lake for inventory and hazards study. *Journal of Geographical Sciences* 2018 28:2, 28(2), 193–205. <https://doi.org/10.1007/S11442-018-1467-Z>
- Yavaşlı, D. D., Tucker, C. J. & Melocik, K. A. (2015). Change in the glacier extent in Turkey during the Landsat Era. *Remote Sensing of Environment*, 163, 32–41. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.03.002>
- Yesilyurt, S. (2012). Late Quaternary glaciations of the Munzur Mountains, Eastern Anatolia, Turkey: an assessment using remote sensing and GIS techniques. *XVIII INQUA Congress*, 279–280. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.08.1929>
- Yeşilyurt, S., Doğan, U. & Akçar, N. (2018). Narlıca Vadisi'nde Geç Kuaterner Buzullaşma İzleri, Kavuşşahap Dağları. *Türk Coğrafya Dergisi*, 70, 99–108. <https://doi.org/10.17211/tcd.415232>
- Zahno, C., Akçar, N., Yavuz, V., Kubik, P. W. & Schlüchter, C. (2010). Chronology of Late Pleistocene glacier variations at the Uludağ Mountain, NW Turkey. *Quaternary Science Reviews*, 29(9–10), 1173–1187. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2010.01.012>
- Zhang, G., Yao, T., Xie, H., Wang, W. & Yang, W. (2015). An inventory of glacial lakes in the Third Pole region and their changes in response to global warming. *Global and Planetary Change*, 131, 148–157. <https://doi.org/10.1016/J.GLOPLACHA.2015.05.013>



# Filyos Çayı Deltasında (Karadeniz) kıyı çizgisi değişiklikleri ve yakın geleceğe yönelik göstergeler<sup>1</sup>

## Shoreline change in the Filyos River Delta on the Black Sea and indications for near future<sup>2</sup>

Hüseyin Turoğlu<sup>a\*</sup>  Abdulkadir Duran<sup>b</sup> 

<sup>a</sup> İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, İstanbul, Türkiye.

<sup>b</sup> İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

ORCID: H.T. 0000-0003-0173-6995; A.D. 0000-0001-6267-8798

### BİLGİ / INFO

Geliş/Received: 31.10.2021

Kabul/Accepted: 22.11.2021

#### Anahtar Kelimeler:

Filyos Çayı Deltası  
Jeomorfoloji  
Kıyı çizgisi değişimi  
CBS & UZAL

#### Keywords:

Filyos River Delta  
Geomorphology  
Shoreline change  
GIS & RS

\*Sorumlu yazar/Corresponding author:  
(H. Turoğlu) turogluh@istanbul.edu.tr

DOI: 10.17211/tcd.1016928



#### Atf/Citation:

Turoğlu, H., & Duran, A. (2021). Filyos Çayı Deltasında (Karadeniz) kıyı çizgisi değişiklikleri ve yakın geleceğe yönelik göstergeler. *Türk Coğrafya Dergisi*, (78), 61-74.  
<https://doi.org/10.17211/tcd.1016928>

### ÖZ / ABSTRACT

Hisarönü (Filyos) Balıkçı Barınağı ve Filyos Limanı inşaatları sonrasında, Filyos Çayı Deltası kıyılarındaki; kıyı çizgisi, plaj ve artkırı alanına zamana bağlı değişiklikler dikkat çekici olmaya başlamıştır. Bu çalışmada; Filyos Çayı Deltası kıyılarındaki kıyı çizgisinin zamana bağlı değişimi analiz edilerek, bu değişimlerinin miktarları, hızı, alan ve lokasyon özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama teknolojileri ile gerçekleştirilen analiz yöntemlerine dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar arazi çalışmaları ile test edilmiştir. Veri kaynağı olarak 1984-2020 yıllarına ait 5'er yıllık dönemler için Landsat uydu görüntüleri tercih edilmiştir. Kıyı çizgilerinin belirlenmesi için "Normalized Difference Water Index (NDWI)" yöntemi, kıyı çizgilerinin değişimi, kıyı erozyonu ve birikimi analizi için ise "Digital Shoreline Analysis System (DSAS)" kullanılmıştır. Plaj ve artkıyadaki alansal değişimleri belirlemek için ArcGis 10.5 yazılımındaki "Image Analyst" uzantısında bulunan "Difference" aracından yararlanılmıştır. Analiz sonuçları, Hisarönü Balıkçı Limanı'nın doğu kıyısında 36 yılda 51.70 - 259.42 metre arasında kıyı çizgisi ilerlemesinin ve kum birikiminin gerçekleştiğini göstermektedir. Diğer taraftan, Filyos Limanı proje sahasında, kıyı çizgisinin -229.49 ile -366.32 metre arasında gerilediği tespit edilmiştir. Analiz sonuçları kıyı çizgisi değişimlerinin, kıyı yapılarının inşaatından sonra belirgin olarak hızlandığını göstermektedir. Kıyı çizgisi ilerlemeleri ve oluşan kum birikimlerinin gelişim hızları da dikkate alındığında, yakın gelecekte; Hisarönü Balıkçı Barınağının girişinin kapanacağı, Hisarönü Balıkçı Barınağının doğusundaki Tios antik limanının kum birikimi altında kalacağı öngörülmektedir.

*After the construction of Hisarönü (Filyos) Fishing Harbour and Filyos Port, remarkable changes in the shoreline, beach and backshore area were observed on the Filyos River Delta. In this study, the changes of the shoreline on the Filyos River Delta were analyzed, and the degree, speed, area and location characteristics of these changes were investigated. The research was carried out based on Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing (RS) technologies. The results were tested by field studies. As the data source, Landsat satellite images for 5-year periods from 1984 to 2020 were preferred. Normalized Difference Water Index (NDWI) was used for determination of the shorelines, and the Digital Shoreline Analysis System (DSAS) was used for analysis of the change in the shoreline, erosion and sand accumulation. The "Difference" tool in the "Image Analyst" extension of ArcGIS 10.5 software was used to determine the spatial changes in the beach and backshore. The results of the analysis indicate that shoreline progression and sand accumulation of between 51.70 - 259.42 meters have occurred during 36 years on the eastern shore of Hisarönü Fishing Harbour. On the other hand, in the area of Filyos Port, it was determined that the shoreline had retreated between -229.49 and -366.32 meters. These results show that the shoreline changes accelerated significantly after the construction of the newly-built coastal structures. Considering the shoreline progression and the development rate of the sand accumulation, it is predicted that the entrance of Hisarönü Fishing Harbour will be closed in a short time due to the sand, and the ancient Tios Port east of the Hisarönü Fishing Harbour will be submerged under sand fill.*

<sup>1</sup> Bu çalışmada "Gelik Deresi (Zonguldak) – Bartın Çayı (Bartın) Arasının Uygulamalı Kıyı Jeomorfolojisi Etüdü" başlıklı Yüksek Lisans tez çalışmasının sayısal veri tabanından faydalanılmıştır.

<sup>2</sup> In this study, the digital database of the master's thesis titled "Applied Coastal Geomorphology Study Between Gelik River (Zonguldak) - Bartın River (Bartın)" was used.



## Extended Abstract

### Introduction

A “shore” is a landform with particular characteristics. This geomorphological unit, which defines an area, separates the aquatic and terrestrial environment with clear boundaries. The “shoreline” represents the boundary where the water comes into contact with the land. This line is not stable and may change along the shore; according to natural or anthropogenic processes. The shore of the Filyos River Delta (41°33' 00"– 41°35' 42" N and 32°00' 18" – 32°06' 55" E) is one where the shoreline typically changes. This occurs in relation to the interplay between morphodynamic processes and shore structures (Figure 1). It was observed that the rate of change of the shoreline gradually increased after the construction of the port and fishing harbour in the delta. This study aims to analyse the speed and trend of the changes in the shoreline boundary and area characteristics of the Filyos River Delta and to make predictions based on the results using Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing (RS) technologies.

### Method and Data

GIS and RS technologies were the main research methods used in this study. Landsat satellite images were preferred as the historical data source. From 1984 to 2020, with an average of five-year periods, eight differently dated satellite images were obtained from the USGS website (Table 1). The Normalized Difference Water Index (NDWI) was used as the shoreline determination method (Figure 2). The areal changes of the shore were calculated from the shoreline changes. The Digital Shoreline Analysis System (DSAS) application was applied to detect the change in the shoreline occurring under the influence of erosion and deposition on the delta shores (Figure 3). The DSAS method is an application that can be used as a plug-in for the ArcGIS software. The DSAS analysis gave effective results in the determination of erosion and accumulation on the delta's shores at short- and long-time intervals. The Shoreline Change Envelope (SCE), Net Shoreline Movement (NSM), End Point Rate (EPR), and Linear Regression Rate (LRR) statistics were calculated by DSAS analysis. Landsat 4-5 and Landsat 7 satellite images dated at 16/07/1984 and 12/08/2020 were preferred to determine the changes in the beach and backshore areas. Landsat images were classified with the ‘Difference’ tool in the ‘Image Analyst’ menu of ArcGIS 10.5 software. In the classification, based on the spectral reflection properties of the shore's sand, the pixel values of the image were taken into account and the differentiation of the shore areas was determined.

### Results and Predictions

In the shoreline change analyses performed with the DSAS method for the 5-year periods between 1984-2020, it was calculated that the maximum amount of advance on the shoreline in the Filyos River Delta was in the 1995-2000 period. This progress was 120.37 m according to the NSM statistics, and 24.42 m/y according to EPR statistics (Table 2, Figures 4, 5). It was calculated that the greatest amount of regression on the shoreline occurred in the 2015-2020 period. This regression, calculated by DSAS analysis, is observed to be -156.73 m according to NSM, and -31.11 m/y according to EPR (Table 2, Figures 4). That the time of the regression of the shoreline on these shores coincides with the start of the construction of Filyos Port is extremely significant (Table 2).

In the shoreline analyses, erosion and shoreline regression ranging from -229.49 m to -366.32 m was calculated for the 36-year period of 1984-2020 (Figure 4). It was calculated that -156m to -102.68m of this regression occurred only in 2015-2020 (Figure 4, Table 3). It is therefore understood that this remarkable change occurred anthropogenically and simultaneously with the port construction works, especially in the Filyos Port Project area.

Shoreline progression and therefore areal growth on the shore area by sand accumulation took place on the eastern shores of Hisarönü Fishing Harbour at distances varying between 51.70 m and 259.42 m during 1984-2020 (Figure 4). The shoreline progression on the same shores continued with a displacement of 14.40 - 89.40 m in the growth of the sand accumulation area on the shore in the 2015-2020 period (Figure 4). Based on the 36-year coastline change trend, it is noteworthy that the steady change in the amount of shoreline advance (NSM) and speed (EPR) coincided with the construction of the Hisarönü Fishing Harbour.

The rapid growth of sand accumulation in front of the eastern breakwater of Hisarönü Fishing Harbour has reduced the distance of the harbour entrance from 85m to 26m, especially in the last 10 years (Figure 7). If the annual rate of progress of  $\pm 5$  m continues in this way, it is foreseen that the entrance of Hisarönü Fishing Harbour is at high risk of being closed up soon.

A foreshore and backshore area-change map was created using Landsat 4-5 (TM) Band 3 dated July 16, 1984, and Landsat 7 (ETM+) Band 3 data sources dated August 12, 2020, using the ArcGIS 10.5 “Image Analyst” extension “Difference” tool (Figure 8). This analysis was carried out by comparing the image pixels one-by-one and defining the differences and similarities between them.

The analysis results show that the beach and shore dune area, which was 2.11 km<sup>2</sup> on the Landsat 4-5 (TM) image dated July 16, 1984, decreased by 18.48% to 1.72 km<sup>2</sup> in the Landsat 7 (ETM+) image dated August 12, 2020. (Figure 8). The dark red area (shore erosion area) to the west of Filyos Port and inside the port (Figure 3) is anthropogenic change due to excavation for the port construction project and represents a significant portion of the 18.48% reduction.

The harbour and harbour structures of the ancient city of Tios, which is an archaeological heritage site and is partly submerged today, face a high risk of being submerged under the accumulation of sand because of the shoreline progression on the eastern shore of Hisarönü Fishing Harbour. Between 2010 and 2021, it is observed that the shoreline progressed regularly, the shore area expanded, and the ancient harbour was covered by more sand deposits from year to year (Figure 10). The annual average rate of the shoreline progression, reaching 1.81 m/year from 2010 to 2014, 4.65 m/year in the period of 2014-2018, and 5.56 m/year in the period of 2018-2021, indicates the extent of the hazard (Table 4). If this annual progression trend of the shoreline continues, it is foreseen that the underwater ancient harbour structures will soon be completely covered and buried by sand.

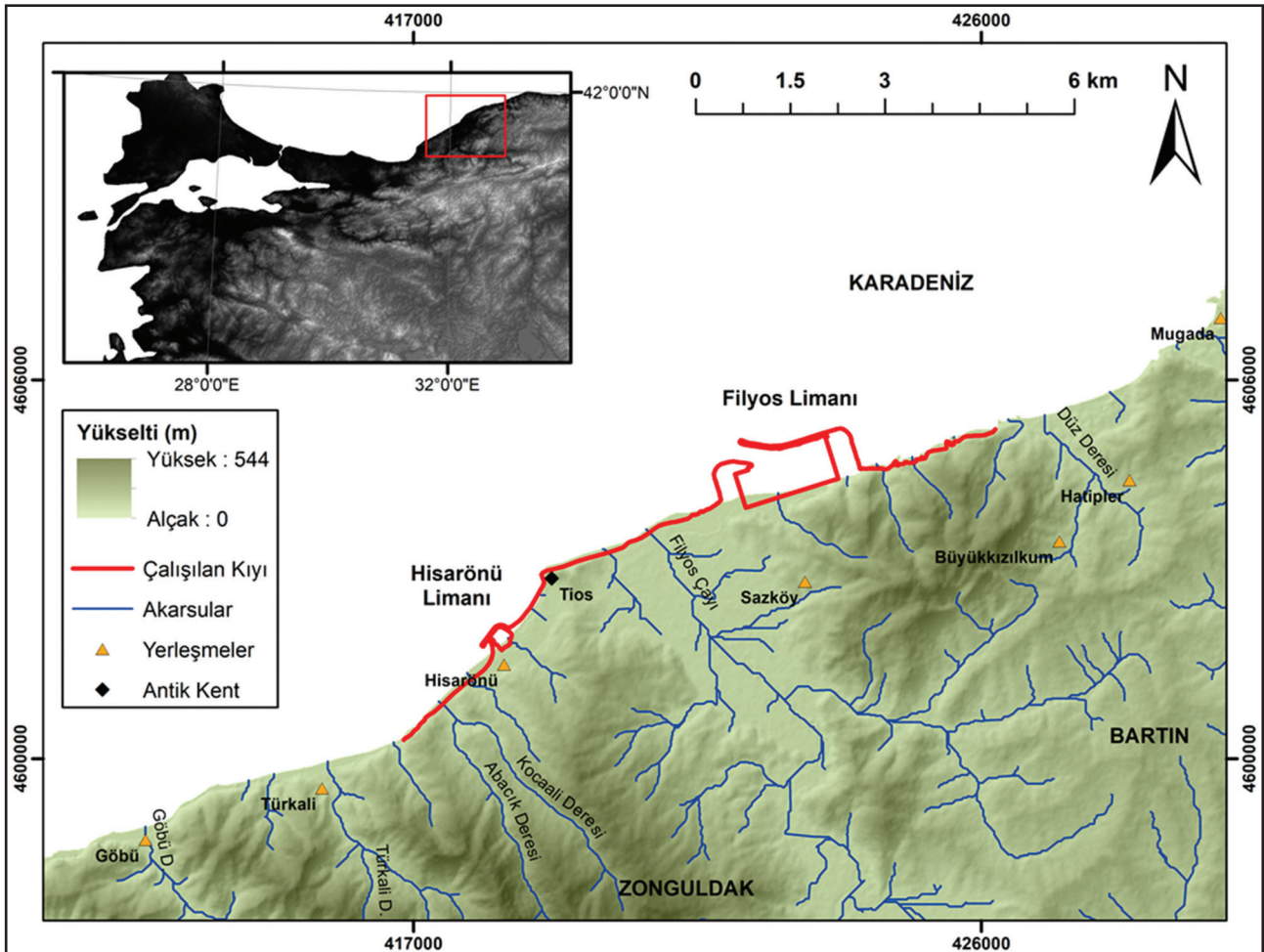
## 1. Giriş

Yeryüzü şekillerinin oluşumu ve gelişiminde endojenik etkenler ana yapısal özelliklerin ortaya çıkmasında rol alırken, eksojenik etkenler ve insan da aşındırma, taşıma, biriktirme faaliyetleri ile bu gelişimi şekillendirir. Bu yaklaşım kapsamında; kıyının su ortamı tarafındaki kıyı kenar çizgisi ile kara tarafındaki kıyı kenar çizgisi, kıyı tipi, boyutları, esas itibarıyla kıyı jeomorfolojisi zaman içinde değişim gösterir (Stanica & Ungureanu, 2010; Turoğlu, 2017; Turoğlu, 2019). Kıyı çizgisi de en fazla değişimin gerçekleştiği kıyı elemanlarından biridir. Özellikle kıyıda insan müdahaleleri (liman inşaatı, kazı-dolgu ve diğer projeler) başta kıyı çizgisi olmak üzere kıyının jeomorfolojisi üzerinde çok önemli değişikliklere neden olur (Erol, 1997; Reed, 2002; Turoğlu, vd. 2004; Turoğlu, 2005; UNEP, 2006; Davidson-Arnot, 2010; Turoğlu, 2019; Vélez-Castaño, vd. 2021).

Filyos Çayı Deltası kıyıları, morfodinamik süreçler ve kıyı yapıları ilişkisi içinde meydana gelen kıyı çizgisi değişiminin tipik olarak gerçekleştiği kıyılardan biridir. Kıyı çizgisi değişim hızının liman ve balıkçı barınağı inşaatları sonrasında giderek arttığı görülmektedir. Bu çalışmada; Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UZAL) teknolojileri kullanılarak, Filyos Çayı Delta kıyısı sınır ve alan özelliklerinde meydana gelen değişimlerin hız ve eğilim analizlerinin gerçekleştirilmesi, analiz sonuçlarına dayandırılan öngörülerin yapılması hedeflenmiştir.

Çalışma sahası kabaca  $41^{\circ}33'00''$  –  $41^{\circ}35'42''$  kuzey paralelleri ile  $32^{\circ}00'18''$  –  $32^{\circ}06'55''$  doğu meridyenleri arasında kalan kıyı alanıdır. Bu kıyı içinde Filyos Çayı'nın mansabı, onun 1,5 km doğusunda Filyos Limanı ve 2,7 km batısında Hisarönü (Limanı) Balıkçı Barınağı yer almaktadır (Şekil 1).

Filyos Vadisi Projesi kapsamında inşa edilen ve yapımına 2014 yılında başlanan Filyos Limanı (Şekil 1), konteyner, dökme, katı-sıvı ve cevher yükü olmak üzere 25 milyon ton kapasiteye sahip olarak uluslararası planlanmıştır. Ekonomik açıdan farklı boyutlarıyla önem arz eden Filyos limanının doğal süreçler ve kaynaklar üzerindeki etkileri de tartışmalıdır. Liman inşaatı; 2,5 km uzunluğundaki kıyıda, 1,0 km denize dolgu yapılarak, inşaat için yaklaşık 2,5 km<sup>2</sup> lik bir alan kullanılmıştır (Avcı & Avcı, 2001; Çetinkaya, 2012; Atış & Çelikoğlu, 2019; Filyosvadi, 2021). Dikdörtgen formundaki liman inşaatı ile sadece önkıyı ve artkıyıda yapılan kazılarla değil, aynı zamanda denize yapılan dalgakıran dolguları nedeni ile kıyının tüm bölümlerinde derinlik, eğim ve alansal özellikler üzerinde önemli değişiklikler gerçekleştirilmiştir. Çalışma sahasındaki diğer kıyı yapısı Hisarönü Balıkçı Barınağı (HBB) dir (Şekil 1). Bu kıyı yapısı bölgede, 2000 li yıllardan önce inşaatı tamamlanan 5 Balıkçı Barınağı inşaatından biri olup, Ulaştırma Bakanlığı DLH İnşaatı Genel Müdürlüğü'nce ihalesi yapılan Tarım Sektörü 94-A040370 proje numaralı altyapı yatırımdır (HBB, 2006).



Şekil 1. Çalışma sahasına ait lokasyon haritası.

Figure 1. Location map of the study area.

## 2. Materyal ve Yöntem

Delta kıyısı sınır ve alan özelliklerinde meydana gelen değişimlerin belirlenmesi, izlenmesi çalışmalarında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UZAL) teknolojileri sıklıkla kullanılmaktadır (Thao, vd. 2013; Wang, vd. 2013; Liu, vd. 2017; Mahamud & Takewaka, 2018; Fan, vd. 2019; Wang, 2019; Liu, vd. 2020; Vélez-Castaño, vd. 2021). Bu çalışmada da temel araştırma yöntemi olarak CBS ve UZAL teknolojileri kullanılmıştır. Araştırma materyallerinden geçmiş tarihli veri kaynağı olarak Landsat uydu görüntüleri tercih edilmiştir. 1984 yılından 2020 yılına kadar, ortalama beşer yıllık dönemlere ait olmak üzere, USGS web sitesinden, toplam sekiz farklı tarihli uydu görüntüsü temin edilmiştir (USGS, 2021). Uydu görüntülerinin seçiminde ayrıca bulutluluk oranının düşük olmasına ve mevsimsel farklılıkların oluşturabileceği dezavantajların önüne geçmek için yaz aylarına ait ve tarihlerin birbirine yakın olmasına özen gösterilmiştir (Tablo 1). Analizler için kullanılan uydu görüntülerinin yersel çözünürlükleri 30 m dir (Tablo1). 30 m yersel çözünürlük; bu çalışmanın sonuçları açısından bir handikap olarak görülebilir. Ancak bu çalışmanın önceliği; yüksek hassasiyetli sonuçlardan çok, yöntem ve çıktı kazanımları olarak görülmektedir. Yüksek yersel çözünürlüklü verilerin kullanılması ile bu çalışmanın bulguları doğrultusunda, çok daha hassas sonuçlara ulaşılması mümkündür.

Bu çalışmada kıyı çizgisi belirleme yöntemi olarak; Normalleştirilmiş Fark Su İndeksi (Normalized Difference Water Index-NDWI) yöntemi tercih edilmiştir. McFeeters (1996) tarafından ortaya koyulan NDWI yöntemi, su ve su dışı ortamların sınıflandırılması çalışmalarında sıklıkla kullanılan su indekslerinden biridir (McFeeters, 1996; Xu, 2006; Liu, vd. 2017; Mitra, vd. 2017). Su yüzeyleri; yeşil bantta radyasyonu yansıtır ve NIR bandında absorbe eder (Mitra, vd. 2017). Karasal bitki örtüsü ve toprak yüzeyler ise NIR bandında yeşil banttan daha yüksek yansımaya sahiptirler. Su ve su olmayan yüzeyin farklı yansıtma özelliği esas olarak yapılan sınıflama yöntemi olan NDWI yönteminde aşağıdaki formül (1) kullanılmıştır.

$$NDWI = \frac{(X_{green} - X_{nir})}{(X_{green} + X_{nir})}$$

Formülde (1) kullanılan  $X_{green}$  ve  $X_{nir}$ , Tablo 1 deki multispectral görüntülerin yeşil (green) ve NIR bandının yansıtma değeridir (McFeeters, 1996). İndeks sonuçları -1 ile 1 arasında değişebilir. Pozitif değerler su yüzeylerine ve negatif değerler ise su olmayan yüzeylere işaret eder.

NDWI analizi ile Filyos Çayı Deltası için, farklı tarihlere ait sekiz adet kıyı çizgisi belirlenmiştir (Şekil 2). Filyos Çayı'nın denizle bulunduğu kısımlarda kıyı çizgisi, zeminin nem içeriği sulak ortam nedeni ile akarsu boyunca kara tarafına doğru sokulmaktadır. Çalışma kapsamında; deniz kıyı çizgileri üzerine odaklanılmıştır. Filyos Çayı'nın denize boşaldığı bölümde, akarsu kıyı alanı, akarsu kıyı çizgisi; akarsu süreçlerinin kontrolünde gelişir. Yansıma özelliklerinden kaynaklanan ve deniz kıyısı analizlerinde meydana gelen sapmalar için arazi çalışmalarındaki denizel ve karasal sediment depolanma özelliklerine ait tespitlere dayandırılan, manuel düzeltmeler yapılmıştır. Hisarönü ve Filyos Limanları'nın olduğu bölgedeki kıyı çizgileri; kıyı yapılarının spektral yansıtma özelliklerine bağlı olarak, şekillenmiştir.

“Kıyı Çizgisi Sayısal Analiz Sistemi (Digital Shoreline Analysis System-DSAS)”; kıyıdaki alansal değişimi, kıyı çizgisi değişimine bağlı olarak, kıyıdaki aşınım ve birikim perspektifinde tespit etmeye yönelik, ArcGIS yazılımında eklenti olarak kullanılabilen bir uygulamadır. DSAS yöntemiyle; kıyı çizgilerine ait vektör verileri kullanarak, bir zaman dilimi içerisinde, kıyı çizgisi değişim hızı istatistiklerinin hesaplanması gerçekleştirilir (Oyedotun, 2014; Joesidawati, 2016; Thinh & Hens, 2017).

Kıyı çizgilerinin zaman içindeki değişimine dair farklı istatistikler oluşturan Digital Shoreline Analysis System (DSAS) analizi; kısa ve uzun zaman aralıklarında kıyıdaki aşınım ve birikimin belirlenmesinde etkili sonuçlar vermektedir. Bu çalışmada, ArcGIS 10.5 ile çalışabilen DSAS'ın 5.0 versiyonu kullanılmıştır. 1984 yılından 2020 yılına kadar, ortalama 5 yılda bir üretilen kıyı çizgileri ile birlikte, bu kıyı çizgilerine yaklaşık 100 metre uzaklıkta tampon (buffer) işlemi uygulanarak referans çizgisi (baseline) oluşturulmuştur. DSAS kapsamında kara ya da deniz tarafında çizilerek kullanılabilen referans çizgisi, bu çalışmada kara yönünden çizilerek oluşturulmuştur. Referans çizgisi; kıyıyı tanımlayan kıyı elemanlarından biri olmayıp, DSAS analizi için oluşturulan ve aşınım/birikim değişiminin izlenmesi amaçlı oluşturulan kara tarafındaki buffer zon sınırındadır.

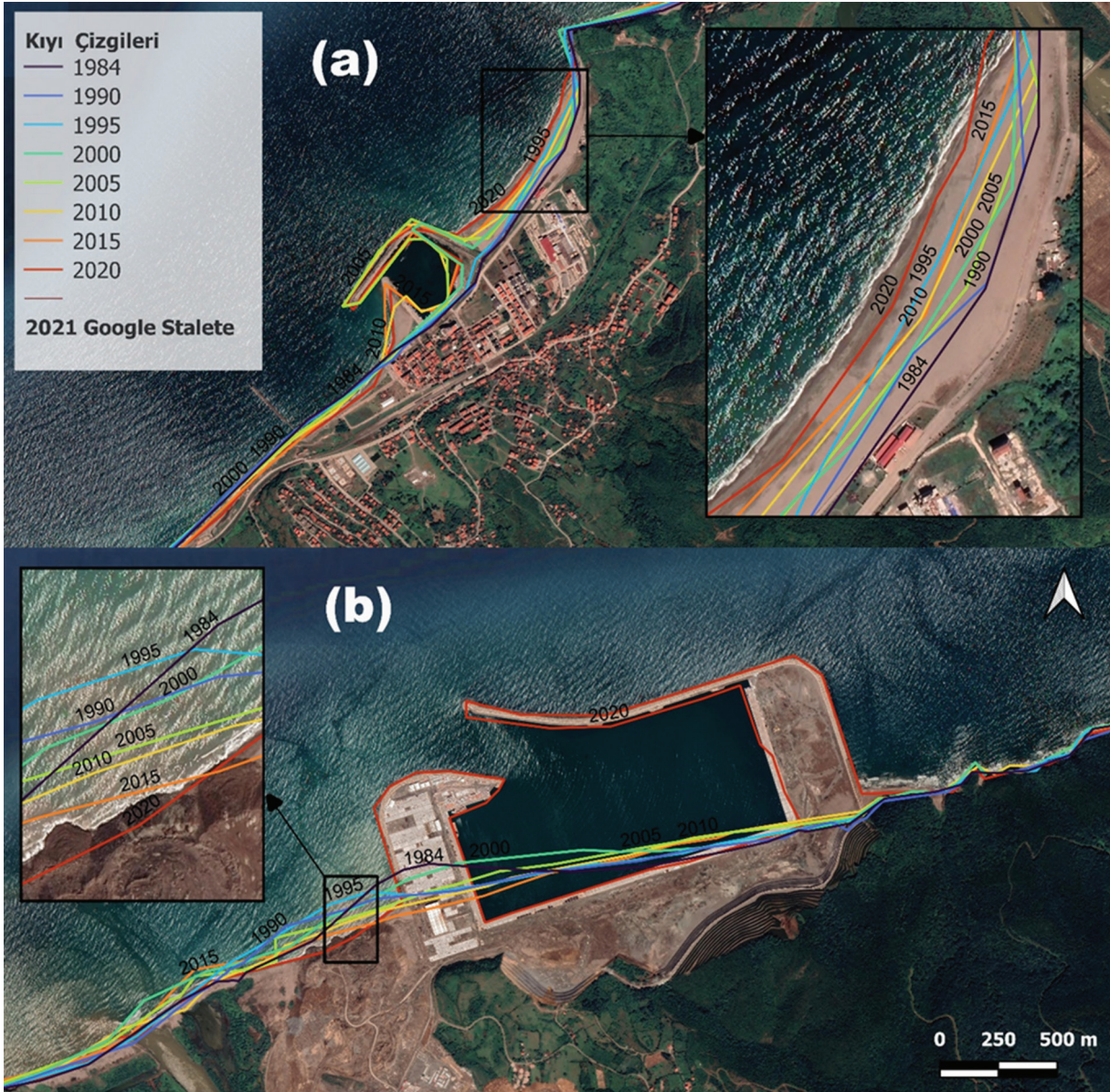
Üretilen kıyı çizgileri ve referans çizgileri DSAS veri tabanına uygun olarak düzenlenmiş, ardından 25 metre aralıklarla yaklaşık 460 profil hattı (transect) çıkarılmıştır. DSAS eklentisindeki yumuşatma (smoothing distance) sekmesi için 750 değeri kullanılarak profil hatlarındaki kesişmeler önlenmeye çalışılmıştır (Şekil 3). Ardından hesaplama sekmesi (calculate rates) kullanılarak SCE, NSM, EPR ve LRR istatistikleri gerçekleştirilmiştir. DSAS analizi ile üretilen; ‘Shoreline Change Envelope’ (SCE), ‘Net Shoreline Movement’ (NSM), ‘End Point Rate’ (EPR), ‘Linear Regression Rate’ (LRR), ‘Weighted Linear

**Tablo 1.** Kıyı çizgisi tespiti için kullanılan Landsat uydu görüntüleri ve bant özellikleri (USGS, 2021 den düzenlenmiştir).

**Table 1.** Landsat satellite images and band features used for shoreline detection. (edited from USGS.)

Uydu Görüntüleri	Tarih	Yörünye/Sıra	Bandlar	Dalga Boyu (µm)	Çözünürlük(m)
Landsat 4-5 (TM)	16/07/1984	178/31	Band 2-Green	0.52-0.60	30
	18/08/1990		Band 3-Red	0.63-0.69	30
	31/07/1995		Band 4-NIR	0,76-0,90	30
Landsat 7 (ETM +)	04/07/2000	178/31	Band 2-Green	0.52-0.60	30
	18/07/2005		Band 3-Red	0.63-0.69	30
	14/06/2010		Band 4-NIR	0,77-0,90	30
	12/08/2020				
Landsat 8 (OLI/TIRS)	22/07/2015	178/31	Band 3-Green	0.53-0.59	30
	04/08/2020		Band 5-NIR	0,85-0,88	30





Şekil 2. Landsat uydu görüntülerinden üretilen farklı tarihlerdeki kıyı çizgileri (a. Hisarönü Balıkçı Barınağı, b. Filyos Limanı).  
Figure 2. Shorelines on different dates produced from Landsat satellite imagery (a. Hisarönü Fishing Harbour, b. Filyos Port).

Regression' (WLR) istatistikleri son yıllarda birçok uluslararası çalışmada etkin olarak kullanılmıştır (Oyedotun, 2014; Joesidawati, 2016; Himmelstoss vd. 2018; Özpolat & Demir, 2019). Tamamlayıcı istatistik olarak ise 'R-squared Statistic', 'Standard Error of the Estimate', 'Uncertainty of End Point Rate' ve 'Standard Error of the Slope With Confidence Interval' olmak üzere çeşitli istatistikler DSAS 5.0 versiyonunda araştırmacıların kullanımına sunulmuştur (Kuleli, vd. 2011; Sheik & Chandrasekar 2011; Sarwar & Woodroffe, 2013; Oyedotun, 2014; Moussaid vd. 2015; Joesidawati, 2016; Oyedotun, 2016; Himmelstoss vd. 2018; Kılar & Çiçek, 2018; Özpolat & Demir, 2019).

Filyos Çayı mansabı ve çevresindeki kıyı boyunca değişimleri belirlemek amacı ile yapılan analizlerde SCE istatistiği; aşınım ve birikimi pozitif değerler ile metre (m) cinsinden vermektedir. NSM istatistiği; en eski kıyı çizgisi ile en yeni kıyı çizgisi arasındaki mesafeyi metre (m) cinsinden ifade eden sonuçlar vermektedir. EPR istatistiği; en eski kıyı çizgisi ile en yeni kıyı çizgisi arasındaki mesafenin zamana bölünmesini ifade eder ve metre/yıl (m/y) cinsinden sonuçlar verir. LRR istatistiği; profil hattı ile kesişen bütün kıyı çizgilerinin zamana bölünmesini ifade

eder ve metre/yıl (m/y) cinsinden sonuçlar vermektedir. NSM, SCE ve EPR istatistikleri için en az iki kıyı çizgisi kullanılırken LRR istatistiği için en az üç kıyı çizgisi kullanılması gerekmektedir (Moussaid vd. 2015; Joesidawati, 2016; Oyedotun, 2016; Himmelstoss vd. 2018; Kılar & Çiçek, 2018; Duran, 2021).

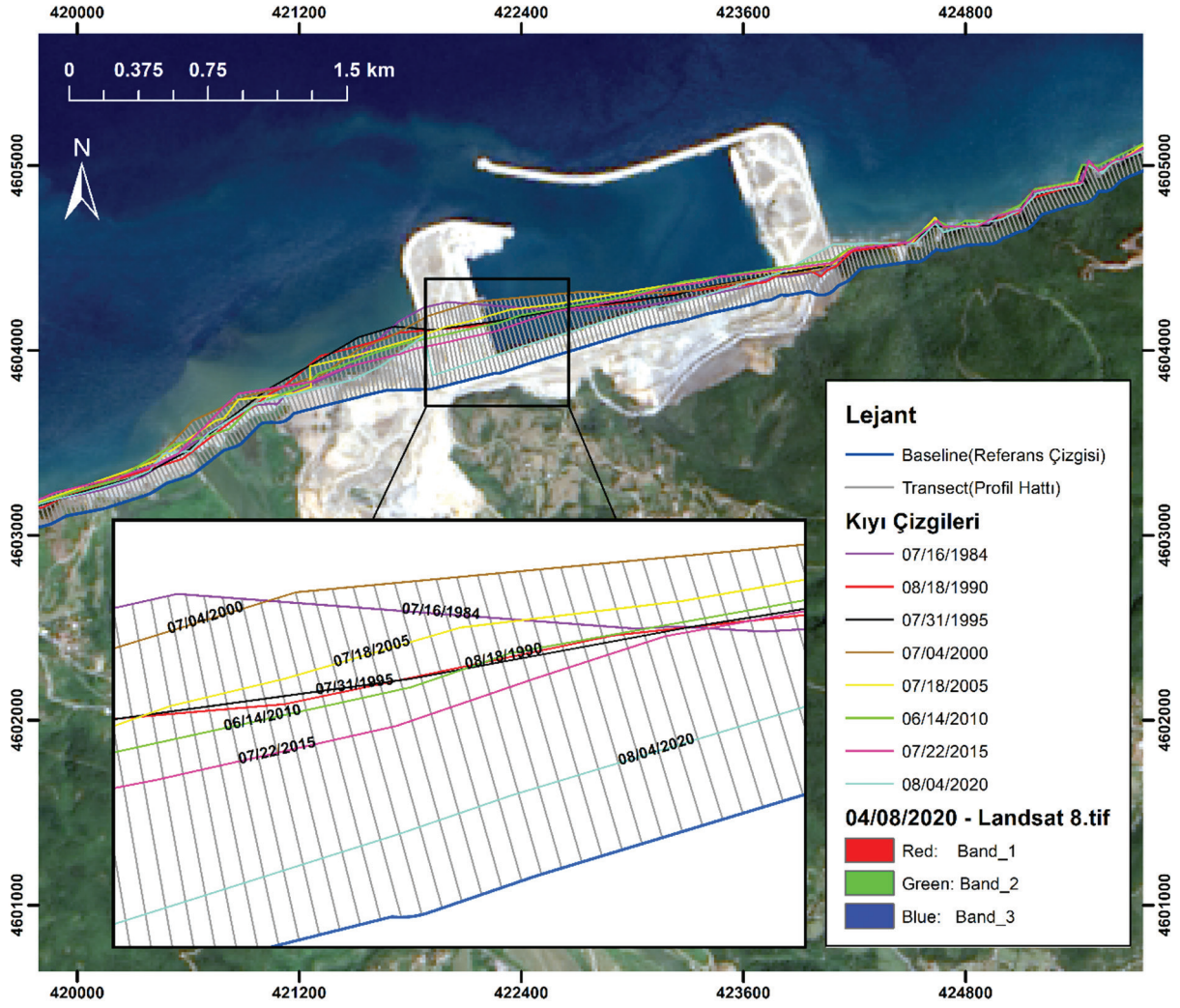
Kıyadaki plaj ve artkırı alanlarına ait değişimleri belirleyebilmek için 16/07/1984 ve 12/08/2020 tarihli Landsat 4-5 ile Landsat 7 uydu görüntüleri tercih edilmiştir (Tablo 1). Uydu görüntülerindeki kırmızı bant (B3) amaca uygun spektral bant olup (Henrico vd. 2020), ArcGIS 10.5 yazılımının 'Image Analyst' menüsündeki 'Difference' aracı ile sınıflandırılmıştır. Sınıflamada; kumun spektral yansıtma özelliklerinden hareketle, görüntü piksel değerleri dikkate alınıp, kumul alanlarındaki farklılaşmalar belirlenmiştir.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Kıyı Çizgisi Değişim Analizleri

1984-2020 yıllarına ait 5 er yıllık periyotlar için DSAS yöntemi ile gerçekleştirilen kıyı çizgisi değişimi analizleri (Şekil 4; Şekil 5) içinde kıyı çizgisindeki en fazla ilerleme miktarı; 1995 –





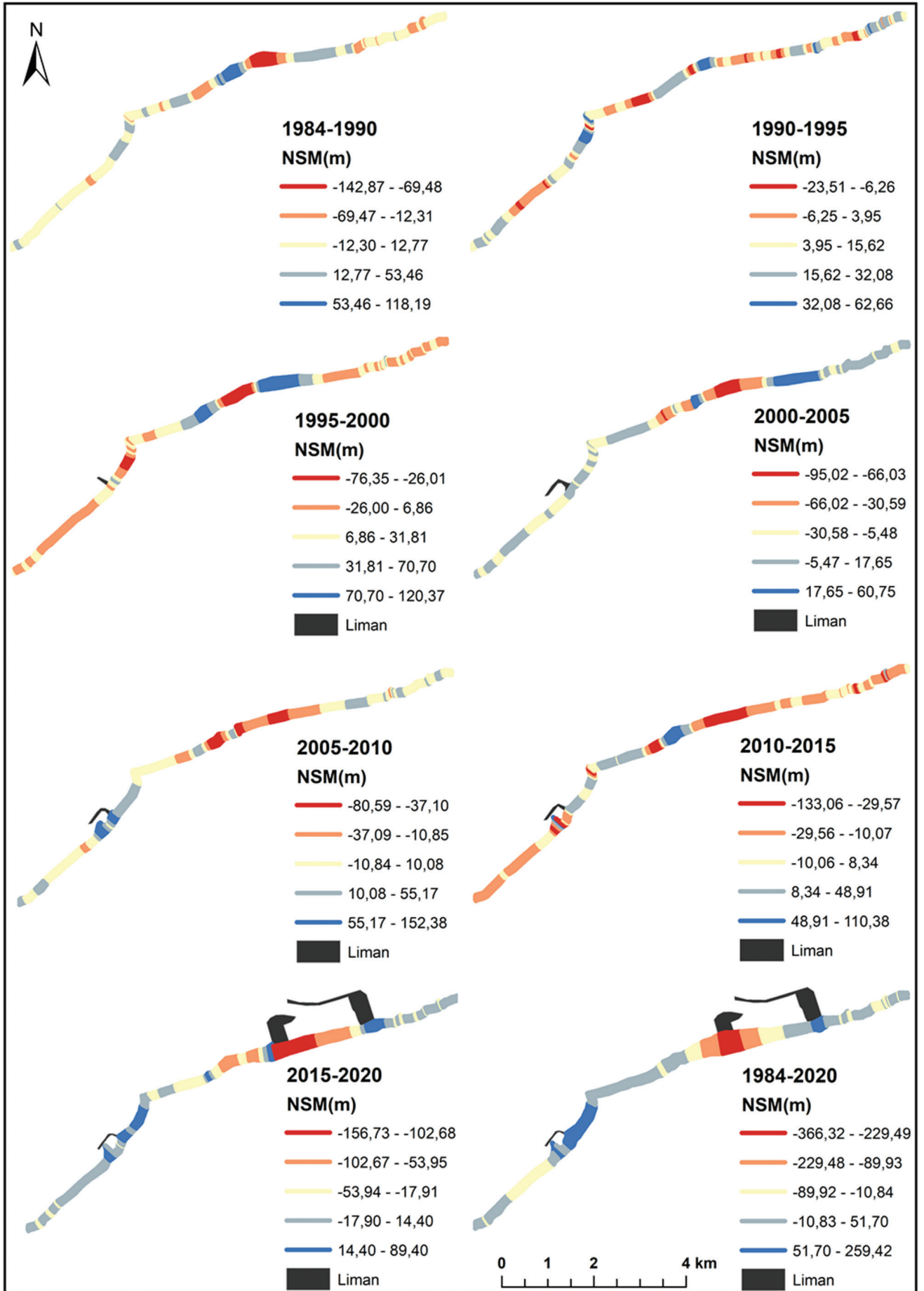
Şekil 3. Filyos Limanı ve yakın çevresinde DSAS yöntemi ile üretilen kıyı çizgisi hareketleri ve değişiklikleri.  
Figure 3. Shoreline movements and changes produced with DSAS method at Filyos Port and its close vicinity.

2005-2010 periyodunda olduğu hesaplanmıştır. Bu ilerleme; NSM istatistiğine göre 152,38 m, EPR istatistiğine göre 31,05 m/y olarak gerçekleşmiştir (Şekil 4, Tablo 2). Dalga ve akıntıların kontrolünde gelişen aşınımına bağlı olarak, kıyı çizgisindeki en büyük gerilemenin ise 2015 – 2020 periyodunda gerçekleştiği hesaplanmıştır. Bu gerileme DSAS analizinde; NSM istatistiğine göre -156,73m, EPR istatistiğine göre ise -31,11 m/y olarak hesaplanmıştır (Şekil 4, Tablo 2). NSM ve EPR değerlerinin ortalamasını aldığımızda, değerlerin sıfır olması; aşınım ve birikimin eşit olduğu, sıfırdan pozitif ya da negatif uzaklaşması birikimin ya da aşınımın lehine fazla olduğunu göstermektedir. NSM ve EPR istatistiğinde en uç ortalama değerlerin NSM:

-23,50 ile EPR: -4,67 ile negatif olduğu hesaplanmıştır (Tablo 2). Standart sapma; uç değerlerin ortalamadan ne kadar uzaklaştığını göstermesi bakımından önemlidir. NSM ve EPR istatistiklerindeki en yüksek standart sapmalar ise NSM: 45,82 ve EPR: 9,09'dur (Tablo 2). Hem en düşük ortalama, hem yüksek standart sapma, hem de en yüksek aşınım miktarına sahip veriler 2015 – 2020 periyodunda gerçekleşmiştir (Tablo 2) (Şekil 4 ve 5). Filyos Limanı inşaatının 2014 yılı itibarıyla başladığı düşünüldüğünde; liman yapımının kıyıdaki aşınım ve birikimin gelişimi üzerinde ne denli etkili olduğunu göstermesi bakımından önemlidir.

Tablo 2. 1984'den 2020'ye DSAS analizi ile hesaplanmış olan NSM ve EPR istatistikleri.  
Table 2. NSM and EPR statistics from 1984 to 2020 calculated by DSAS analysis.

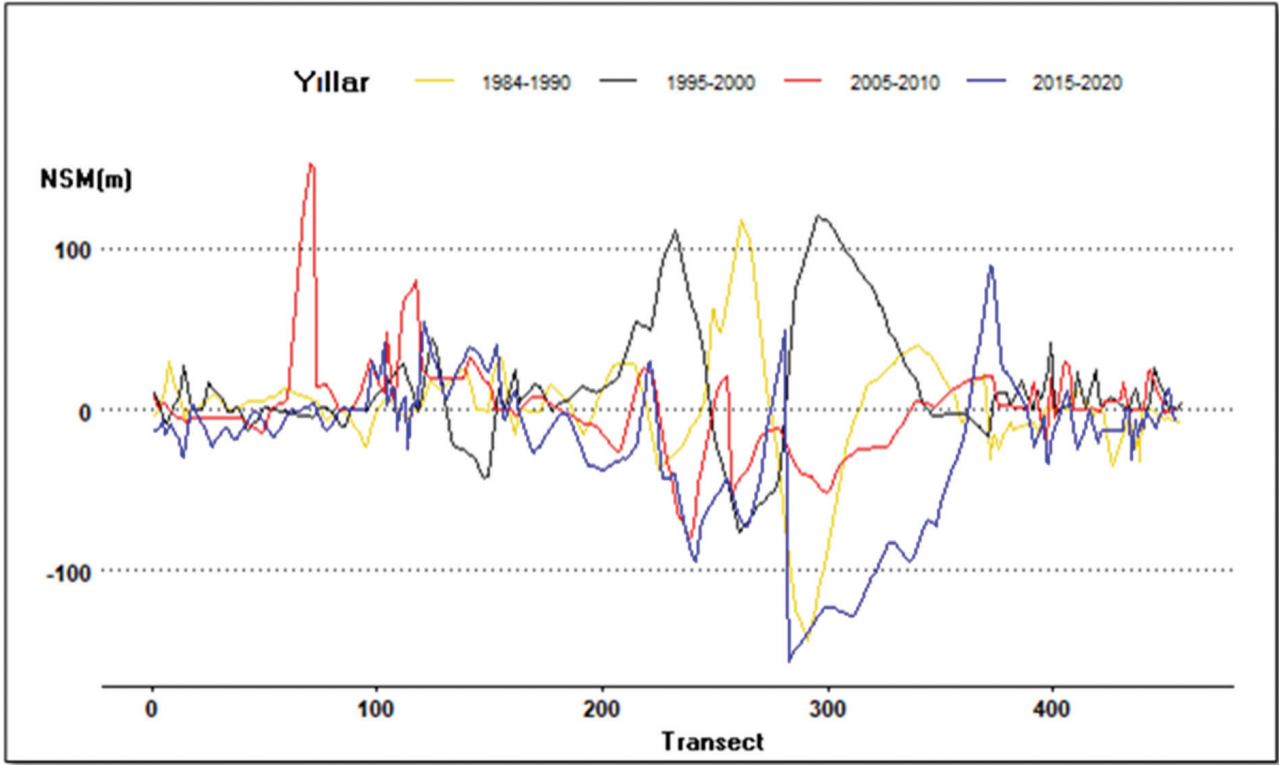
Yıllar	NSM (m)				EPR (m/y)			
	Max	Min.	Ort.	S.S.	Max	Min.	Ort.	S.S.
1984-1990	118,19	-142,87	0,95	34,91	19,41	-23,47	0,16	5,73
1990-1995	62,66	-23,51	10,61	14,21	12,66	-4,75	2,14	2,87
1995-2000	120,37	-76,35	14,24	37,42	24,42	-15,49	2,89	7,59
2000-2005	60,75	-95,02	-8,66	27,74	12,06	-18,87	-1,72	5,51
2005-2010	152,38	-80,59	0,55	28,96	31,05	-16,42	0,11	5,90
2010-2015	110,38	-133,06	-7,11	27,11	21,63	-26,07	-1,39	5,31
2015-2020	89,40	-156,73	-23,50	45,82	17,74	-31,11	-4,67	9,09



Şekil 4. 1984'den 2020'ye kıyı çizgisi değişimini gösteren NSM haritası (Duran, 2021 den güncelleştirilmiştir).

Figure 4. NSM map showing shoreline change from 1984 to 2020 (updated from Duran, 2021).





Şekil 5. Farklı tarihlerdeki lokasyon-kıyı çizgisi değişim mesafesi (NSM) grafiği.  
Figure 5. Graph of location-shoreline change distance (NSM) on different dates.

Liman inşaatlarının kıyıdaki aşınım ve birikimin gelişimi üzerindeki etkilerini anlamak üzere, 1984–2000 ve 2000–2020 periyotlarına ait kıyı çizgileri dikkate alınarak analiz edilmiştir (Şekil 6). 1984–2000 periyodunda, maksimum kıyı çizgisi ilerlemesi; NSM: 63,46-102,51 m ile 224–249 profil hatları arasında kalan, Filyos Çayı mansap kısmında meydana gelmiştir (Tablo 3). Kıyı çizgisindeki bu değişikliğin hızı; EPR: 3,25-6,42 m/y olduğu görülmektedir. 1984–2000 periyodunda maksimum kıyı çizgisi gerilemesi; NSM: -18,93 ile -51,90 m değerleriyle (Tablo 3, Şekil 6), 275–292 numaralı profiller arasına denk gelen Filyos Çayı'nın yaklaşık 1,3 km doğusunda meydana geldiği anlaşılmıştır. Kıyı çizgisindeki bu gerilemenin hızı ise EPR: -1,19 ile -3,25 m/y olarak hesaplanmıştır. 1984–2020 periyodunda NSM ve EPR değerlerinin ortalamaları sırayla 25,80 ile 1,62 iken, standart sapmaları sırayla 28,55 ve 1,79'dur (Tablo 3).

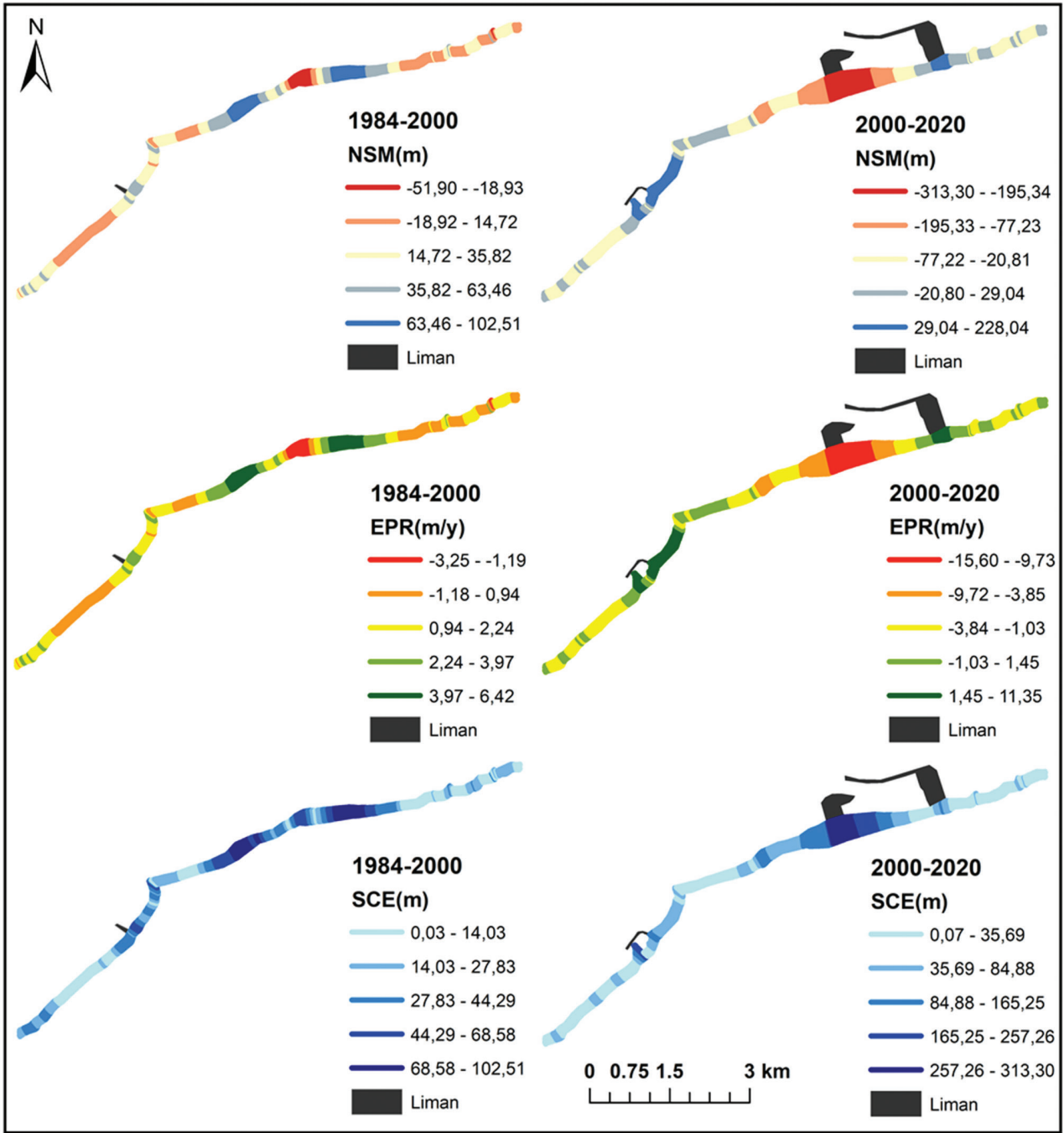
2000 – 2020 periyodu NSM değerlerine bakıldığında; kıyı çizgisi maksimum ilerlemesi; 112–155 numaralı profilleri kapsayan Hisarönü Limanı'nın doğu kısmında, 29,04-228,04 m,

EPR değeri ise 1,45-11,35 m/y olarak hesaplanmıştır (Tablo 3, Şekil 6). 2000–2020 periyodu NSM değerlerine ait en yüksek aşınımın 282 – 317 profil hatları arasında kalan Filyos Limanı'nın batı kısmında -195,34 ile -313,30 metre aralığında, EPR değeri ise -9,73 ile -15,60 m/y arasında olduğu görülmüştür (Tablo 3, Şekil 6). 2000–2020 periyodunda NSM ve EPR değerlerinin ortalamaları sırayla -39,66 ile -1,97 iken, standart sapmaları NSM: 87,23 ve EPR: 4,34 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3). 1984–2020 periyoduna bakıldığında en fazla birikim; NSM istatistiğinde 259,42m, EPR istatistiğinde 7,20 m/y, LRR istatistiğinde ise 7,80 m/y dir. 1984–2020 periyodunda en fazla aşınım; NSM'de -366,32 m, EPR'de -10,16 m/y ve LRR'de -7,54 m/y dir (Tablo 3). Son 20 yıllık periyoda ait istatistiklere bakıldığında; NSM ve EPR istatistiklerinde maksimum, minimum, standart sapma değerleri daha yüksekken, ortalama değeri düşüktür. Bu sonuçlar; özellikle liman yapılarının, kıyı morfolojik süreçlerini net bir şekilde etkileyerek, kıyıda (kıyı çizgisi ve kıyının bölümleri üzerinde) morfolojik ve alansal değişimlere neden olduğunu göstermektedir (Tablo 3) (Şekil 6).

Tablo 3. 1984-2000, 2000-2020 ve 1984-2020 periyotları için DSAS analizi ile hesaplanan NSM, EPR, LRR istatistikleri.

Table 3. NSM, EPR, LRR statistics calculated by DSAS analysis for the periods 1984-2000, 2000-2020 and 1984-2020.

1984-2000	NSM(m)	EPR(m/y)	2000-2020	NSM(m)	EPR(m/y)	1984-2020	NSM(m)	EPR(m/y)	LRR(m/y)
Max	102,51	6,42	Max	228,04	11,35	Max	259,42	7,20	7,80
Min.	-51,9	-3,25	Min.	-313,30	-15,60	Min.	-366,32	-10,16	-7,54
Ort.	25,80	1,62	Ort.	-39,66	-1,97	Ort.	-13,55	-0,38	-0,08
S.S.	28,55	1,79	S.S.	87,23	4,34	S.S.	88,79	2,46	2,10



Şekil 6. 1984-2000, 2000-2020 ve 1984-2020 periyotları için DSAS analizi ile üretilen NSM, EPR ve SCE haritaları (Duran, 2021 den güncelleştirilmiştir).

Figure 6. NSM, EPR and SCE maps produced by DSAS analysis for the periods 1984-2000, 2000-2020 and 1984-2020 (updated from Duran, 2021).

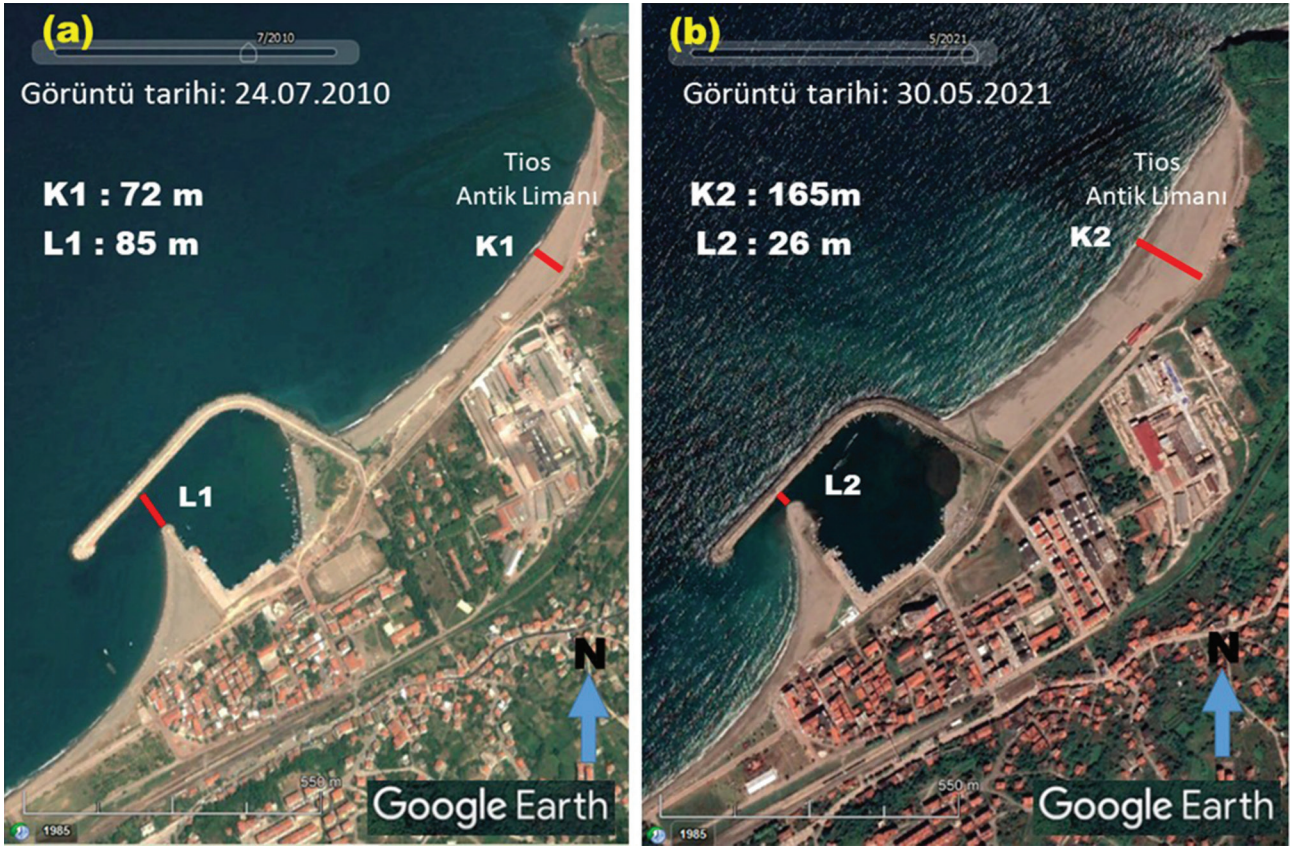
### 3.2. Plaj ve Kıyı Kumulları Alansal Değişim Analizi

Kıyı Çizgisi ile Karasal Kıyı Kenar Çizgisi arasında kalan alanın (ön kıyının su dışında kalan alanı ile art kıyı alanı) değişim haritası; 16 Temmuz 1984 tarihli Landsat 4-5 (TM) Band 3 ve 12 Ağustos 2020 tarihli Landsat 7 (ETM +) Band 3 verileri, ArcGIS 10.5 "Image Analyst" uzantısı "Difference" aracı kullanılarak oluşturulmuştur (Şekil 8). Bu analiz; görüntü piksellerinin birbir karşılaştırılması sonucu aralarındaki farklılık ve benzerlik tanımlaması ile yapılmıştır. Uygulama; önceki tarihli görüntü pikseli ile sonraki tarihli görüntü pikseli karşılaştırılmasıyla gerçekleştirilir. Piksellerin değerleri birbirinden farklıysa; ilk görüntüdeki pikselin değeri, üretilen sonuç haritasındaki piksel değerleri olarak kullanılmıştır. Farklı tarihlerdeki görüntülerde, hedef piksel değerleri birbirinin aynısıysa; yeni üretilen haritada bu pikselin değerleri "0" olarak kullanılmıştır. Piksel yansıma

farklılıklarına dayalı, fark sınıflama tekniği ile üretilen bu haritalardaki koyu yeşil renk kıyıdaکی alansal büyüme (birikim alanı), koyu kırmızı renk kıyıdaکی daralmayı (aşınım alanı) ifade eder. Şekil 8 deki sarı ve açık yeşil renkler ise değişim göstermeyen ya da değişimin daha az olduğu kıyı alanlarını temsil etmektedir.

Analiz sonuçları; 16 Temmuz 1984 tarihli Landsat 4-5 (TM) görüntüsü kıyılarında 2,11 km<sup>2</sup> olan plaj ve kumul alanının, 12 Ağustos 2020 tarihli Landsat 7 (ETM +) görüntüsünde %18,48 oranında azalarak, 1,72 km<sup>2</sup> ye gerilediğini göstermektedir (Şekil 8). Filyos Limanı batısındaki ve liman içindeki koyu kırmızı renk alanı (aşınım alanı) liman inşaatı projesi kapsamında antropojenik olarak gerçekleşen kazıya bağlı değişiktir (Şekil 3) ve %18,48 oranındaki azalmanın önemli kısmını temsil etmektedir.





Şekil 7. Hisarönü Balıkçı Barınağının Google Earth uydü görüntüleri (a) 24/07/2010, (b) 30/05/2021.

Figure 7. Google Earth satellite images of Hisarönü Fishing Harbour (a) 24/07/2010, (b) 30/05/2021.

#### 4. Kıyı morfolojisindeki değişimin değerlendirmesi ve öngörüler

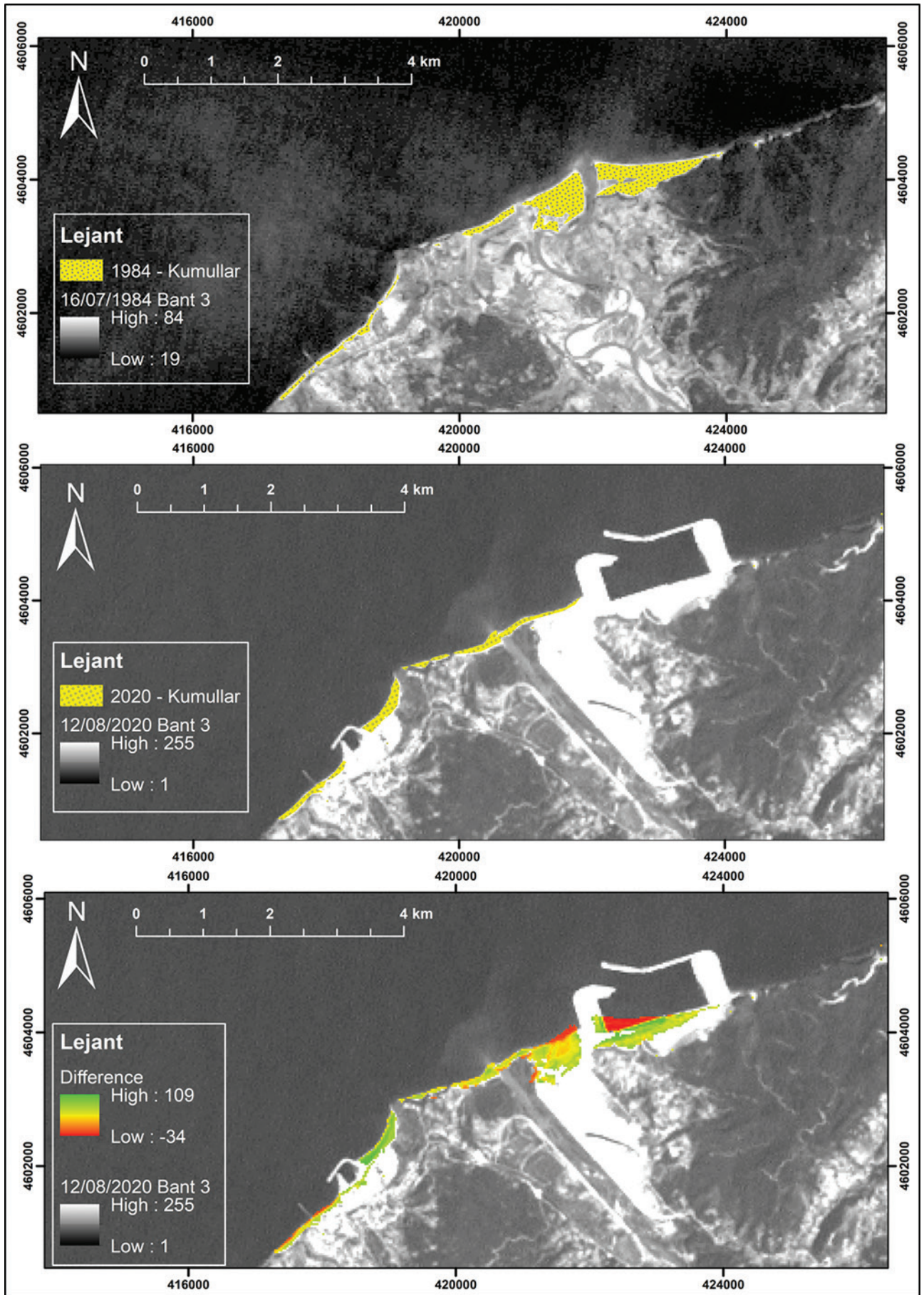
Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama analizlerinin sonuçları; Filyos Çayı Deltası kıyı çizgisinin zaman içindeki hareketliliğini, plaj ve artkırıy kumullarındaki alansal değişimini, bu değişikliklerin oransal dağılımları ile hızlarını açıkça göstermektedir. Bu sonuçlar; delta kıyısı üzerinde bazı tehlikeler ve riskleri hakkında öngörülerin yapılmasına imkân vermektedir. Bu öngörülerden biri; kum birikimi problemi nedeni ile yakın gelecekte Hisarönü Balıkçı Barınağı ve Filyos Limanının kullanımında problemlerin başlayacağı ile ilgilidir. Diğer öngörü ise büyük bölümü su altındaki yakıncıyı ve önkıyı içinde, bir bölümü ise su dışındaki önkıyı ve artkırıy içinde olan Tios antik limanının kum örtüsü altında kalma tehlikesine ait yüksek risktir.

Kıyıyı belirleyen sınırlar (kıyı çizgisi ve kıyı kenar çizgileri), bu sınırlar ile tanımlanan kıyının bölümleri ve bu kıyı elemanlarının şekillendirdiği kıyı tipi (Stanica & Ungureanu, 2010; Turoğlu, 2017); yapısal özellikler, güncel morfodinamik etken ve süreçlere, ilaveten insan faktörünün kontrolünde gerçekleşen aktif gelişim, değişim içindedir. Kıyıya yapılan dolgular, koruma yapıları ve benzeri her türlü projeler bu değişimin antropojenik tetikleyicileri olurlar. Özellikle liman yapıları kıyı çizgisinin değişmesine dolayısıyla plaj ve artkırıy kumul alanlarının ve kıyı tipinin farklılaşmasına neden olur (Turoğlu 2019). Filyos Deltası kıyılarında yapılan Hisarönü Balıkçı Barınağı ve Filyos limanı bu kıyılarda; antropojenik tetikleme ile doğal etkenlerin kontrolünde gelişen aşınma, taşınma ve birikme süreçlerinin farklılaşmasına neden olmuştur (Şekil 5 ve 6). Bu farklılaşmada kıyı çizgisinin ilerlemesinin en yoğun gerçekleştiği kısım (Şekil

3); Hisarönü Balıkçı Barınağı'nın hemen doğusunda Şekil 8 de görülen koyu yeşil alandır. Kıyıda bu değişikliğin rakamsal boyutları "3.1. Kıyı çizgisi değişim analizleri" başlığı altında verilmiştir. Kıyı çizgisindeki ilerlemeye bağlı olarak plaj ve artkırıy kumul alanındaki genişlemenin gerçekleşmesinde; Hisarönü Balıkçı Barınağı'nın inşa edilmesinin tetikleme etkisiyle aktifleşen kıyı morfodinamiğinin değişmesi rol oynamıştır. Kıyıda bu değişimin tarih ve hız ilişkilendirmesi bu değerlendirmeyi desteklemektedir. Filyos Limanının günümüze yakın tarihlerde tamamlanmasına rağmen, bu kesimde de kıyı çizgisindeki değişimler dikkat çekmektedir (Şekil 5 ve 6). Filyos Limanı'nın inşaatı sırasında yakıncıyı, önkıyı ve artkırıy alanlarında yapılan kazı ve dolgular, deltanın bu bölümünde, kıyının "Doğal Geniş-Alçak kıyı" tipinden, "Yapay Dar-Yüksek kıyı" tipine dönüşmesinin nedeni olmuştur. Kıyıda etkili olan morfodinamik etkenler de değişen bu kıyı tipi özelliklerine bağlı olarak yeniden kendi süreç sistemini tesis etmiştir. Filyos Limanı ve etki alanının boyutları itibarıyla kıyı üzerindeki etki derecesinin de bu boyutlarla uyumlu olduğu ve olmaya devam edeceği kabul edilmektedir.

Bir akarsudan denize deşarj olan sedimentlerin yayılış ve taşınma istikametleri kıyı akıntı sistemleri için güvenilir göstergeler olarak kabul edilmektedir (Ouillon, 2018; Morrone & Ietto, 2021). Genel anlamda Sakarya nehrinden, Bartın nehrine kadar Karadeniz kıyıları boyunca sediment yayılış ve taşınma yönü güneybatıdan, kuzey doğu istikametinde olup, bu sediment yayılış ve taşınma yönü Filyos Çayı sedimentleri için geçerlidir (Norman, 1977). Bu durum Şekil 9 daki farklı tarihlere ait Google Earth görüntüleri ile de doğrulanmaktadır. Filyos Limanı inşaatı öncesinde, kum birikiminin, su dışındaki önkıyının ve artkırıyının en geniş alana sahip olduğu bölüm; Filyos Limanı doğu dalgakıranının olduğu yerde gelişmiştir (Şekil 2 ve

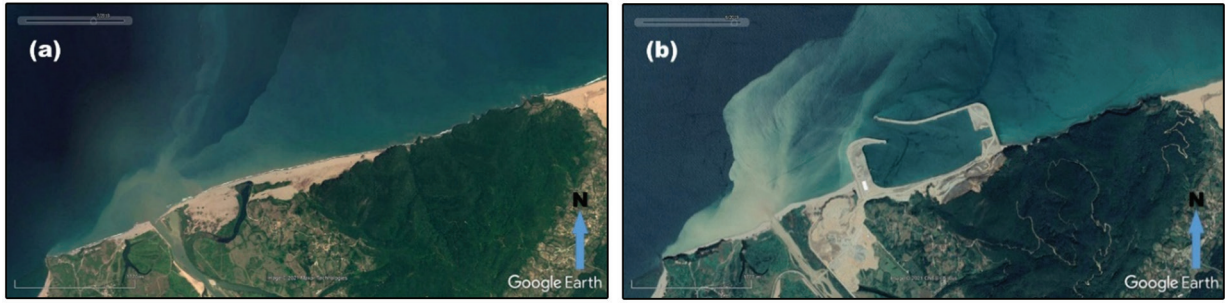




Şekil 8. Filyos Nehri Deltası kıyılarında plaj ve artkırıy kumullarındaki alansal değişimin analizi.

Figure 8. Analysis of the areal changes in beach and backshore sands on the shores of the Filyos River Delta.





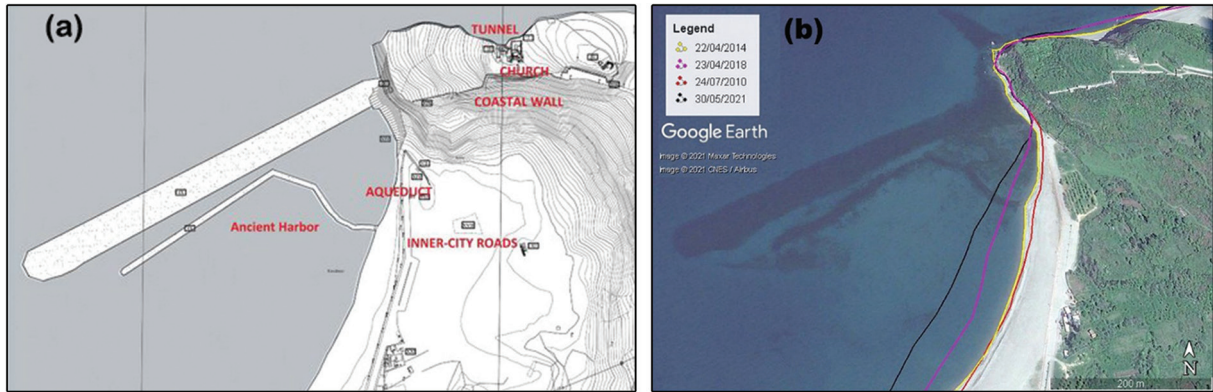
**Şekil 9.** Akıntı ve sediment taşınma yönünü gösterir 24/07/2010(a) ve 28/06/2019(b) tarihli Google Earth uydu görüntüleri.  
**Figure 9.** Google Earth satellite images dated 24/07/2010(a) and 28/06/2019(b) showing current and sediment transport direction.

3). Güneybatıdan kuzeydoğu yönündeki kıyıboyu akıntıları ile taşınan sedimentler, inşaatı daha uzun süre önce tamamlanmış olan Hisarönü Balıkçı Barınağının batı dalgakıranı önünde kum birikimine ve kum birikiminin gelişerek kıyı oku şeklinde liman girişine doğru gelişmesine neden olmuştur (Şekil 7). Değişen akıntı sistemleri nedeni ile Hisarönü Balıkçı Barınağının ağız kısmında gerçekleşen kum birikimi hızla devam etmektedir.

Kıyı çizgisi ilerlemesinin ve kum birikiminin etkili olduğu bir başka örnek ise Hisarönü Balıkçı Barınağının hemen doğusundaki kıyı zonudur. DSAS analiz sonuçları deltanın bu bölümlerindeki yakın plaj ve artkırı bölümlerinde, kum birikime bağlı alansal genişleme tespit edilmiştir (Şekil 3, 5 ve 7). Hisarönü Balıkçı Barınağının yaklaşık 1 km doğusundaki Tios Antik Kenti; liman surları, Roma dönemi toprak üstü yapıları, savunma kulesi, su kemeri, tiyatro ve antik liman ile Karadeniz için önemli arkeolojik, tarihi ve kültürel bir değer oluşturmaktadır (Yıldırım, 2015; Yüksel & Atasoy, 2007; Yıldırım, 2017). Tios an-

tik limanı (Şekil 10a) bu arkeolojik mirasın önemli bir bileşeni oluşturmaktadır. Tios antik limanın bulunduğu kıyının 2010 ve 2014 yıllarına ait kıyı çizgilerinde belirgin bir farklılaşma gözlemlenirken, 2018 ve 2021 yıllarına ait kıyı çizgilerinin hızlı bir şekilde ilerlediği belirlenmiştir (Şekil 10b). Hisarönü Balıkçı Barınağının yapılması ile birlikte kıyının alansal büyümesine neden olan hızlı bir kum birikimi yönünde değişimi tetiklediği (Şekil 5 ve 6) kıyı çizgisi ilerlemeleri ile anlaşılmaktadır (Şekil 10b).

Altlık olarak kullanılan 24.07.2010, 22.04.2014, 23.04.2018, 30.05.2021 tarihlerine ait Google Earth görüntülerinden DSAS yöntemi kullanılarak, 10m aralıklarla oluşturulan profillerden elde edilen kıyı çizgisi ilerleme mesafesi (NSM) ile ilerleme hızı (EPR) değerleri (Tablo 4); Tios Antik Limanı'nın istikrarlı bir şekilde dolduğunun, kıyı çizgisi maksimum ilerlemesinin (NSM) ve ilerleme hızının (EPR) 2014 sonrasında, öncesine oranla en az 2 kat arttığı (Tablo 4) ve antik liman yapılarının kum örtüsü altında kalacağını kanıtladı.



**Şekil 10.** (a) Tios antik limanı ve yakın çevresinin planı (Yıldırım, 2015; Yıldırım, 2017). (b) Tios antik limanı ve yakın çevresi kıyılarının farklı tarihlere ait kıyı çizgileri (Altlık görüntü 22.04.2014 tarihlidir).

**Figure 10.** (a) The plan of the ancient Tios Port and its close surroundings (Yıldırım, 2015; Yıldırım, 2017). (b) Shorelines of the ancient Tios Port and its close vicinity from different dates (Base image is dated 22.04.2014).

**Tablo 4.** Tios antik limanı ve yakın çevresinde 2010-2014, 2014-2018 ve 2018-2021 periyotlarına ait DSAS analizleri ile hesaplanan kıyı çizgisi değişim (NSM ve EPR) istatistikleri.

**Table 4.** Shoreline change (NSM and EPR) statistics around the ancient Tios Port for the 2010-2014, 2014-2018 and 2018-2021 periods calculated by DSAS analysis.

2010-2014	NSM(m)	EPR(m/y)	2014-2018	NSM(m)	EPR(m/y)	2018-2021	NSM(m)	EPR(m/y)
Max	25,18	6,72	Max	46,70	11,67	Max	42,07	13,56
Min.	-3,68	-0,98	Min.	-22,91	-5,72	Min.	-2,84	-0,92
Ort.	6,77	1,81	Ort.	18,62	4,65	Ort.	17,23	5,56
S.S.	6,13	1,64	S.S.	20,48	5,12	S.S.	16,04	5,17

## 5. Sonuç

1984-2020 yılları için CBS ve UZAL teknolojileri kullanılarak yapılan kıyı çizgisi belirleme analiz sonuçları; (a) Özellikle delta kıyılarının liman inşaatı bölümlerinde kıyı çizgisi, kıyının bölümleri ve kıyı tipi değişmelerine, (b) liman dalgakıranlarına mücavir kıyılardaki önkıyı ve artkayı alanlarında farklılaşmalara, (c) liman inşaatları ile birlikte, kıyı çizgisi ve kıyı alanı değişikliğinin çok daha hızlandığına işaret etmektedir.

Çalışma kapsamında yapılan kıyı çizgisi analizlerine göre; 1984-2020 tarihleri (36 yıllık dönem) için -299,49 m ile -366,32 m arasında değişen kıyı aşınımı hesaplanmıştır. Bu gerilemenin -156m ile -102,68m lik bölümünün sadece 2015-2020 yıllarında gerçekleştiği görülmüştür. Bu dikkat çekici değişikliğin özellikle Filyos Limanı proje sahasında, liman inşaat çalışmaları ile antropojenik olarak gerçekleştiği anlaşılmaktadır.

Kum birikimi ile gerçekleşen kıyı çizgisi ilerlemesi ve dolayısıyla kıyıda alansal büyüme 1984-2020 tarihleri için 51,70 m ile 259,42 m arasında değişen mesafelerde, Hisarönü Balıkçı Barınağının doğu kıyılarında gerçekleşmiştir. Aynı kıyılardaki kıyı çizgisi ilerlemesi 2015-2020 yıllarında da 14,40 - 89,40 m lik yer değiştirmeye, kıyıda kum birikim alanının büyümesi şeklinde devam etmiştir. 36 yıllık kıyı çizgisi değişim trendi esas alındığında, Hisarönü Balıkçı Barınağı inşaatı sonrasındaki belirgin kıyı çizgisi ilerleme miktarı (NSM) ve hızı (EPR) istikrarlı değişimi dikkat çekmektedir.

Hisarönü Balıkçı Barınağının doğu dalgakıranı önündeki kum birikim alanının giderek hızlı şekilde büyümesi, özellikle son 10 yıllık süre içinde barınak giriş mesafesini 85m den 26m ye düşürmüştür. Yıllık  $\pm 5$  m lik ilerleme hızının bu şekilde devam etmesi halinde, yakın gelecekte, Hisarönü Balıkçı Barınağı girişinin kapanma tehlikesinin yüksek riski altında olduğu öngörülmektedir.

Bir arkeolojik miras olarak; Tios Antik Kenti'ne ait bir bölümü su altında kalmış olan antik liman, Hisarönü Balıkçı Barınağının doğusundaki kıyı çizgisi ilerlemesine bağlı kum birikimi altında kalma tehlikesinin yüksek riski ile karşı karşıyadır. 2010-2021 tarihleri içinde kıyı çizgisinin düzenli şekilde ilerlediği, kıyı alanının genişlediği ve antik limanın yıldan yıla kum örtüsü altında kaldığı görülmektedir. 2010-2014 periyodunda 1,81 m/yıl olan ortalama ilerleme hızının, 2014-2018 döneminde 4,65 m/yıl ve 2018-2021 yılları döneminde ise daha da artarak 5,56 m/yıl a ulaşması tehlikenin boyutunu açıkça ifade etmektedir. Kıyı çizgisinin bu yıllık ilerleme eğiliminin aynı kalması halinde; günümüzde yakın kıyı ve ön kıyının su altındaki liman yapılarının, yakın gelecekte kıyı çizgisi ve karasal kıyı kenar çizgisi arasındaki kıyı alanının kum örtüsü altında kalması öngörülmektedir.

## Kaynakça

- Aksoy, E., & Yıldırım, Ş. (2017). Rise and fall of Tios-Tieion. *Materials Science and Engineering*, 245. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/245/7/072013>
- Atış, E., & Çelikoğlu, Ş. (2019). Sosyo-ekonomik ve çevresel yönleriyle Filyos Vadi Projesi. *Social Sciences Studies Journal (Sssjournal)*, 29, 49-68. <http://www.sssjournal.com/DergiTamDetay.aspx?ID=1188>
- Avcı, M., & Avcı, S. (2001). Limanların kıyı alanları üzerindeki etkilerine bir örnek: Filyos Limanı Projesi. İçinde E. Özhan & Y. Yüksel (Eds.) Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları III. Ulusal Konferansı.
- Çetinkaya, M. (2012). Filyos Vadisi Projesi. 1-37. Batı Karadeniz Kalkınma Ajansı. <http://bakkakutuphane.org/upload/fliip-page/Filyos%20Vadisi%20Projesi/HTML/index.html#1>
- Davidson-Arnott, R. (2010). *Introduction to coastal processes and geomorphology*. Cambridge University Press. New York.
- Duran, A. (2021). *Gelik Deresi (Zonguldak) – Bartın Çayı (Bartın) araştırının uygulamalı kıyı jeomorfoloji etüdü* (Tez No:666550) [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi]. Yök Tez Merkezi.
- Erol, O. (1997). Türkiye'deki kıyı kullanım sorunlarına jeomorfolojik yaklaşım, Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi, *Türkiye Coğrafyası Dergisi*, 6, 93-122.
- Fan, D., Nguyen, D.V., Su, J., Bui, V.V. & Tran, D.L. (2019). Coastal morphological changes in the Red River Delta under increasing natural and anthropic stresses. *Anthropocene Coasts*, 2: 51–71. <https://doi.org/10.1139/anc-2018-0022>
- Filyosvadi (2021, 10 Eylül) Filyos Vadi Projesi. <https://www.filyosvadi.com/>
- HBB (2006). Filyos (Zonguldak) Kardemir A.Ş. Liman Tesisleri İmar Planı-2006. Zonguldak-Hisarönü (Filyos) Balıkçı Barınağı, Ulaştırma Bakanlığı DLH İnşaatı Genel Müdürlüğü. Zonguldak-Bartın-Karabük (ZBK) Bölgesel Kalkınma Projesi.
- Henrico I., Ledwaba, T. & Zyl, G. (2020). Measuring the effect of wind-driven processes on coastal dunes: a study of the Atlantis and Geelbek dune fields along the West Coast of South Africa. *Spatial Information Research*, 28, 569–577. <https://doi.org/10.1007/s41324-020-00317-x>
- Himmelstoss, E.A., Henderson, R.E., Kratzmann, M.G., & Farris A.S. (2018). *Digital Shoreline Analysis System (DSAS) Version 5.0 User Guide*. <https://doi.org/10.3133/ofr20211091>
- Joetidawati, M.I. (2016). Shoreline change in Tuban district, East Java using geospatial and Digital Shoreline Analysis System (DSAS) techniques. *International Journal of Oceans and Oceanography*, 10(2), 235-246.
- Kılar, H. & Çiçek, İ. (2018). Göksu Deltası kıyı çizgisi değişiminin DSAS aracı ile belirlenmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 16 (1), 89-104. <https://dergipark.org.tr/pub/aucbd/article/561264>
- Kuleli, T., Güneroğlu, A., Karlı, F. & Dihkan, M. (2011). Automatic detection of shoreline change on coastal Ramsar wetlands of Turkey. *Ocean Engineering*, 38 (10), 1141–1149. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2011.05.006>
- Leatherman, S.P. (2003). Shoreline change mapping and management along the U.S. East Coast. *Journal of Coastal Research*, 38: 5-13.
- Liu, Y., Wang, X., Ling, F., Xu, S. & Wang, C. (2017). Analysis of coastline extraction from landsat-8 oli imagery. *Water*, 9(11), 816. <https://doi.org/10.3390/w9110816>



- Liu, Y., Li, X. & Hou, X. (2020). Spatiotemporal changes to the river channel and shoreline of the Yellow River Delta during a 40-year period (1976–2017). *Journal of Coastal Research*, 36(1): 128-138. <https://www.jstor.org/stable/26864922>
- Mahamud, U. & Takewaka, S. (2018). Shoreline change around a river delta on the Cox's Bazar Coast of Bangladesh. *Journal of Marine Science and Engineering*, 6(3): 80. <https://doi.org/10.3390/jmse6030080>
- McFeters S.K. (1996). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing*, 17(7): 1425-1432. <https://doi.org/10.1080/01431169608948714>
- Mitra, S.S., Mitra, D. & Santra, A. (2017). Performance testing of selected automated coastline detection techniques applied on multispectral satellite imageries. *International Journal of Earth Sciences*, 10: 321–330. <https://doi.org/10.1007/s12145-017-0289-3>
- Morrone, C. & Ietto, F. (2021). Shoreline evolution and modern beach sand composition along a coastal stretch of the Tyrrhenian Sea, southern Italy. *Journal of Palaeogeography*, 10: 7. <https://doi.org/10.1186/s42501-021-00088-y>
- Moussaid, J., Fora, A.A., Zourarah, B., Maanan, M. & Maanan, M. (2015). Using automatic computation to analyze the rate of shoreline change on the Kenitra coast, Morocco. *Ocean Engineering*, 102, 71-77. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2015.04.044>
- Norman, T. (1977). Landsat (Ert) görüntüleri yardımıyla batı Karadeniz kıyı akıntılarının incelenmesi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 20 (1), 55-62. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjb/issue/64643/987516>
- Ouillon, S. (2018). Why and how do we study sediment transport? Focus on coastal zones and ongoing methods. *Water*, 10: 390. <https://doi.org/10.3390/w10040390>
- Oyedotun, T.D.T. (2014). Shoreline geometry: DSAS as a tool for Historical Trend Analysis. *Geomorphological Techniques*, 2,1-12.
- Oyedotun, T.D.T. (2016). Shoreline evolution and metocean data behaviour in Southwest England: Is there any historical link? *Environmental Processes*, 939–960. <https://doi.org/10.1007/s40710-016-0189-4>
- Özpolat, E., & Demir, T. (2019). The spatiotemporal shoreline dynamics of a delta under natural and anthropogenic conditions from 1950 to 2018: A dramatic case from the Eastern Mediterranean. *Ocean & Coastal Management*, 180. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104910>
- Reed D.J. (2002). *Overview: Using geomorphology at the coast, Applied Geomorphology*, Part 4: Coast.
- Sarwar, M., & Woodroffe, C.D. (2013). Rates of shoreline change along the coast of Bangladesh. *Journal of Coastal Conservation*, 17 (3), 515-526. <https://doi.org/10.1007/s11852-013-0251-6>
- Sheik, M., & Chandrasekar (2011). A shoreline change analysis along the coast between Kanyakumari and Tuticorin, India, using digital shoreline analysis system. *Geo-spatial Information Science*, 14 (4), 282–293. <https://doi.org/10.1007/s11806-011-0551-7>
- Stanica, A. & Ungureanu, V.G. (2010). Understanding coastal morphology and sedimentology. *Terre et Environnement*, 88: 105–111.
- Thao, N.V., Thanh, T.D., Saito, Y. & Gouramanis, C. (2013). Monitoring coastline change in the Red River Delta using remotely sensed data. *Journal of Marine Science and Technology*, 13(2): 151-160. <http://www.vjs.ac.vn/index.php/jmst>
- Thinh, N.A. & Hens, L. (2017). A Digital Shoreline Analysis System (DSAS) applied on mangrove shoreline changes along the Giao Thuy Coastal area (Nam Dinh, Vietnam) during 2005-2014. *Vietnam Journal of Earth Sciences*, 39(1): 87-96. <https://vjs.ac.vn/index.php/jse/article/view/9231>
- Turoğlu, H. (2005). Tabzon-Sarp arası Karadeniz sahil yolu inşaatının jeomorfolojik etkileri. 29–30 Eylül 2005, İ.Ü. Ulusal Coğrafya Kongresi Bildiri Kitabı: 353–362, ISBN 975–6686–02–0.
- Turoğlu, H. (2017). Deniz ve göllerde kıyı. İçinde H. Turoğlu, H. & Yiğitbaşıoğlu, H. (Eds.) *Yasal ve Bilimsel Boyutlarıyla KIYI* (ss. 01-32). Jeomorfoloji Derneği Yayınları, Yayın no: 1, ISBN 978-605-67576-0-0, İstanbul.
- Turoğlu, H. (2019). Yapay kıyıların jeomorfolojik tanımlaması: Dilislesli kıyıları örneği (Kocaeli, Türkiye) *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Dergisi (Istanbul University Journal of Geography)*, 39: 11-27. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/804680>
- Turoğlu, H., Özdemir, H., Gönençgil, B., & Mater, B. (2004). Hatalı kıyı kullanımının neden olduğu bir problem: Karaburun Limanının (İstanbul) dolması. *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları V. Ulusal Konferansı*, Adana, Türkiye, 1 - 04 Mayıs 2004, cilt.2, sayfa: 633-642.
- UNEP (2006). *Marine and coastal ecosystems and human wellbeing: A synthesis report based on the findings of the Millennium Ecosystem Assessment*, UNEP. <https://digitallibrary.un.org/record/584556>
- USGS (2021, 10 Eylül). USGS Earth Explorer. <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Xu, H. (2006). Modification of normalised difference water index (ndwi) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 27(14),3025-3033. <https://doi.org/10.1080/01431160600589179>
- Wang, K. (2019). Evolution of Yellow River Delta coastline based on Remote Sensing from 1976 to 2014, China. *Chinese Geographical Science*, 29(2): 181–191. <https://doi.org/10.1007/s11769-019-1023-5>
- Wang, X., Zhang, H., Fu, B. & Shi, A., (2013). Analysis on the coastline change and erosion-accretion evolution of the Pearl River Estuary, China, based on remote-sensing images and nautical charts. *Journal of Applied Remote Sensing*, 7 (1). <https://doi.org/10.1117/1.JRS.7.073519>
- Vélez-Castaño, J.D., Betancurth-Montes, G.L. & Cañón-Barriga, J.E. (2021). Erosion and progradation in the Atrato River delta: A spatiotemporal analysis with Google Earth Engine. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 99: 83-98. <https://www.doi.org/10.17533/udea.redin.20200688>
- Yıldırım, Ş. (2017). Tios-Tieion: söylenecek çok önemli bir şeyi olmayan kent, *Trakya Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi*, 7, (14), 206-242. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/trkede/issue/40912/494091>
- Yıldırım, Ş. (2015). Tios Roma Tiyatrosu. İçinde Atasoy, S. & Yıldırım, Ş. (Eds.) *Zonguldak'ta Bir Antik Kent: Tios. 2006-2012 Tios Kazılarının Sonuçları* (ss: 271-295), Ankara.
- Yüksel F.A. & Atasoy S., (2007). *Karadeniz'de bozulmamış tek yer AntikTios/Tieion'da (Zonguldak-Çaycuma-Filyos) Arkeojeofizik Çalışmaları*, 60. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı, Ankara, 128-130.



## Karstlaşmanın insan yaşamı üzerindeki sınırlandırıcı etkisinin CBS tabanlı mekânsal istatistik analizleri ile saptanması (Arapgir-Malatya Platosu)

*Determination of the limiting effect of karstification on human life with GIS-based spatial statistical analyzes (Arapgir-Malatya Plateau)*

Pınar Polat <sup>a\*</sup> Murat Gömüç <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen – Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Erzincan, Türkiye.

<sup>b</sup> Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Ana Bilim Dalı, Erzincan, Türkiye.

ORCID: P.P. 0000-0001-5846-0454; M.G. 0000-0002-6013-4620

### BİLGİ / INFO

Geliş/Received: 30.09.2021

Kabul/Accepted: 30.11.2021

#### Anahtar Kelimeler:

Arapgir Platosu  
Karstlaşma  
CBS tabanlı mekânsal istatistik  
Yerleşme seçimi ve arazi kullanımı

#### Keywords:

Arapgir Plateau  
Karstification  
GIS based spatial statistics  
Settlement selection and land use

#### \*Sorumlu yazar/Corresponding author:

(P. Polat)  
ptaskiran@erzincan.edu.tr

DOI: 10.17211/tcd.1002777



#### Atf/Citation:

Polat, P., & Gömüç, M. (2021). Karstlaşmanın insan yaşamı üzerindeki sınırlandırıcı etkisinin CBS tabanlı mekânsal istatistik analizleri ile saptanması (Arapgir-Malatya Platosu). *Türk Coğrafya Dergisi*, (78), 75-90.  
<https://doi.org/10.17211/tcd.1002777>

### ÖZ / ABSTRACT

Munzur Kireçtaşları ve Alibonca Formasyonu'na ait marnlı-kumlu kireçtaşlarının yüzeleendiği Arapgir Platosu, çıplak ve sığ karstın geliştiği bir alandır. Fakat litostratigrafik farklılaşmaya bağlı olarak karstlaşmanın karakteri, litolojik birimler arasında farklılaşmaktadır. Karstlaşma süreci, tektonik rejim farklılaşmaları ve iklim değişikliklerine bağlı olarak jeolojik geçmiş boyunca zaman zaman kesintilere maruz kalmış olsa da süreç devam etmiştir. Zaman içerisinde karstlaşmanın etkinliği yavaşlamış, flüvyal aşınım ve mekanik çözünme daha aktifleşmiş, lapya ve dolin oluşumları yer yer tahribata uğramıştır. Bu doğal tahribat ile sığ karst oluşumu bir araya gelince; su varlığı, toprak oluşumu ve vejetasyon açısından sınırlı, insan yaşamı ve beşeri faaliyetler açısından zorlu, taşlık bir arazi ortaya çıkmıştır. Alanın bu mevcut durumundan dolayı, platonun bu kısmında hemen hemen hiçbir daimi yerleşme bulunmamakta ve tarımsal faaliyetler sınırlı olduğu için arazi kullanımı sadece yaylak-otlak alanı olarak gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmanın amacı ve hedefi doğrultusunda, karstlaşmanın yerleşme seçimi ve arazi kullanımı üzerindeki sınırlandırıcı ve belirleyici etkisini saptamak için karstik aşınım şekilleri uygulamalı ve basit rastgele örneklem metotlarına uygun bir şekilde sayısallaştırılarak, bir takım CBS tabanlı mekânsal istatistik analizlerine tabi tutulmuştur. Analizler sonucunda, karstlaşmanın yerleşme seçimi ve arazi kullanımı üzerinde sınırlandırıcı ve belirleyici bir etken olduğu istatistiksel olarak saptanmıştır.

*The Arapgir Plateau, where the Munzur Limestones and the marly-sandy limestones of the Alibonca Formation are outcropped, is an area where bare and shallow karst structures develop, as in the general of the karst plateaus. However, the character of karstification differs among lithological units depending on lithostratigraphic differentiation. The karstification process has been interrupted throughout the geological past due to tectonic regime variations and climate changes and has tended to stagnate today. Thus, karstification was replaced by fluvial erosion and mechanical dissolution, and lapia and doline formations were damaged. The combination of this natural destruction and shallow karst formations has resulted in a stony terrain that is limited in terms of water availability, soil formation and vegetation, and challenging in terms of human life and human activities. Due to the current conditions of the area, there are almost no permanent settlements in this part of the plateau and since agricultural activities are limited, the land is used only as highland-grassland areas. In line with the aim and target of the present study, karst erosional patterns were digitized in accordance with applied and simple random sampling methods and subjected to a set of GIS-based spatial statistical analyses to determine the limiting and determining effect of karstification on settlement selection and land use. As a result of the analyzes carried out, it was statistically determined that karstification is a limiting and determining factor on settlement selection and land use.*



## Extended Abstract

### Introduction

The Arapgir Plateau, chosen as the study area, is included in the Plateau Karst Area of the Eastern Anatolia Karst Region in terms of karstification character, since it is located in the Upper Euphrates Section of the Eastern Anatolia Region. The karstification process developed on the Munzur Limestones and the marly-sandy limestone members of the Alibonca Formation in the higher parts of the Arapgir Plateau (1500-1750 m) within the boundaries of the study area. The karstification character of these two units, in which karstification has developed intensively, differs from one unit to another due to their different lithological and stratigraphic features (İskender, 1994). While dolines developed on the Munzur Limestones, lapias, which are characteristic of shallow karst, developed on the marly-sandy limestone members of the Alibonca Formation (İskender, 1994). However, as in the whole of the Eastern Anatolia Region, the karstification process in the Arapgir Plateau has been interrupted due to tectonic regime changes and climatic variations. Therefore, the karst erosional shapes observed on the Arapgir Plateau today show paleokarstic features. So much so that most of the dolines were overcome by external drainage and destroyed by external factors (İskender, 1994). This situation has made the difficult topographic conditions of the Arapgir Plateau even more challenging. Since this part of Arapgir Plateau reflects the characteristics of karst plateaus, it has limited opportunities for agricultural activities and is underpopulated. Due to this limiting effect of karst morphology, there are almost no permanent settlements in the higher parts of the Arapgir Plateau. In addition, karstification also affected the use of land and enabled this area to be used as a pasture-pasture area. The aim of this study is to introduce the features of the Arapgir Plateau in terms of karst morphology and to quantitatively reveal the limiting and determining effect of karstification on human life with GIS-based spatial statistical analyzes. The Arapgir Plateau, chosen as the study area, is located between 39° 01' 61.67" - 39° 08' 22.23" northern latitudes and 38° 36' 50.24" - 38° 54' 92.86" east longitudes within the borders of Arapgir district of Malatya province, which is located in the Upper Euphrates Section of the Eastern Anatolia Region. However, in this study, only the high parts of the Arapgir Plateau with an altitude of 1500 to 1750 m will be discussed. This area is roughly located to the west-northwest of Arapgir district center.

### Data and Method

The study first started with a literature review. After the subject of the study was determined, the data obtained by scanning the sources related to the subject were brought together. A geomorphology, slope and location map of the study area was created by processing 1/25000 scale topography maps obtained from HGM and high resolution (x12.5m) ASTERGDEM satellite images downloaded from Alospalsar in ArcMap 10.5 software for GIS analysis and creation of maps of the work area. The dolines were digitized, and their long sides calculated by Minimum Bounding Analysis. The geological map of the study area, on the other hand, was created as a result of combining the 1/100000 scale geological maps from MTA, the existing data in the previous studies related to the study area

and MTA Earth Sciences Editor. High resolution (x18m) satellite images of the study area were downloaded from the SAS Planet program and transferred to the ArcMap 10.5 program and the border of the micro study area (shallow karst area) was drawn. After the micro study area was determined, the study area was divided into equal 250 m<sup>2</sup> boxes in accordance with the applied sampling method and a number was given to each box consecutively. As a result of this process, the area of the study was determined by creating 148 boxes. After determining the size of the area, Sekaran's sample table was taken as a basis and the sample size was determined as 103 boxes. In the analysis of the data, the simple random sampling method, which is one of the applied samples, was chosen so that each element in the field has an equal chance of being selected (Özgen & Karadoğan, 2016). The numbers given to the boxes within the scope of the simple random sampling method were transferred to the IBM SPSS 22 program, respectively, and Random Sample Analysis was performed. The numbers were evenly distributed. 103 boxes, to which the numbers obtained as a result of the scattering process belong, were determined as samples and the karst erosion shapes in the boxes were digitized as point vector data. After the digitization of the karstic erosion patterns, the settlements within the study area were digitized as the point vector data by entering the 2020 ADKNS population data. Then, a land use map was created by using the CORINE (2018) data. The Nearest Neighborhood, Kernel Density, Mean Center and Standard Deviation Ellipse analyzes were performed and the relationship between karstification in the study area, settlement selection and land use was determined statistically after the data set required for the analysis was produced. The field work began when the office work was completed. Surveys were carried out for the study area and karstic erosion patterns were determined and photographed. With the completion of the field studies, all the data and findings obtained were brought together and the article writing phase started.

### Results and Discussion

The Arapgir Plateau was exposed to continuous uplifting movements with the neotectonic period and moved away from the morphological base level and gained the high plateau appearance of today. Munzur Limestones and sandy-marly limestones belonging to Alibonca Formation crop out in the part of the plateau that is the source of the study. Although the character of karstification changes depending on the lithostratigraphic differentiation between these two lithological units, generally shallow karst formation is observed. It is possible to encounter doline formations in the study area, which is rich in lapa formations as a characteristic of shallow karst. However, tectonic regime variations and climatic changes led to a polycyclic cycle in the evolution of karst erosional patterns and to a stagnation tendency of karstification today. Therefore, karstification was replaced by fluvial erosion and mechanical dissolution, and karst erosional forms were largely destroyed by gaining paleokarst characteristics. Arapgir Plateau has limited opportunities in terms of water, soil and vegetation and has a stony and rugged topography. There are almost no permanent settlements in this part of the plateau, as this results in land unsuitable for agriculture and water deprivation. In addition, karstification also affected land use

and enabled this area to be used as a pasture-pasture area. As a result of the analyzes carried out, karst erosion patterns and population density were determined, and the location of karst erosion patterns and settlement and settled population were determined statistically. According to the results of the analysis, it was determined that the karst erosional forms intensified in the west of the study area to coincide with the high plateau area, and the settlements and population presence were concentrated on the lithological units, which are rich in agricultural activities and water potential, and where shallow karst formation is not observed in the east of the study area. In addition, it was determined that sparsely vegetated areas generally coincided with the karstification area, and various agricultural areas in the west were concentrated in the east, coinciding with the areas where Pliocene aged basalts and shallow karst development were not observed. Thus, it was statistically proven that karstification is a limiting factor on the choice of settlement and land use. Such GIS-based spatial statistical analyzes should be used by geographers who focus on the interaction between nature and human, to provide a quantitative quality to geographical studies and increase the validity of the studies. In addition, these analyzes should be used by the management staff in the determination of karstic areas, the selection of settlements in these areas and the determination of land use status, and the findings obtained should be used as a basis for planning and investment studies.

## 1. Giriş

Jeotektonik özelliğinden dolayı Türkiye arazisinin %40'ı eriyebilen kayalardan meydana gelmektedir ve bu oran yeraltı karstı da dâhil edildiğinde %60'ları bulmaktadır (Nazik & Tuncer, 2010; Nazik & Poyraz, 2015, 2017). Karst morfolojisi; topoğrafya koşullarını, zemindeki su, toprak ve bitki örtüsünü tayin etmesi açısından diğer morfolojik birimler gibi insan yaşamı üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. Özellikle çıplak ve yüzeysel karstın geliştiği karstik platolar, zemindeki su ve toprak yoksunluğu nedeniyle tarımsal faaliyetler açısından sınırlı olanaklara sahiptirler ve bu özelliklerinden dolayı az nüfuslanmışlardır (Erinç, 2015; Ford & Williams, 2007). Karstik alanların yaygın olduğu ülkemizde sığ karstın geliştiği alanlar insan yaşamı açısından güç mekânlardır. Yerleşme seçimi ve nüfus dağılımını etkileyen karstlaşma süreci, arazi kullanımını da etkilemektedir (Hadimli & Bulut, 2008).

Eriyebilen kayaların varlığına karşın, ülkemizdeki tektonik ve iklimik ortam koşullarının kısa mesafelerde değişmesi nedeniyle birbirinden farklı karakterlere sahip karst alanları ortaya çıkmıştır (Nazik & Tuncer, 2010). Bu bakımdan çalışma alanı olarak seçilen Arapgir Platosu, Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Bölümü'nde yer almasından dolayı karstlaşma karakteri olarak Doğu Anadolu Karst Bölgesi'nin, Plato Karst Alanı içerisine girmektedir (Nazik & Tuncer, 2010; Nazik vd., 2019). Arapgir Platosu'nun, çalışma sınırı içerisinde kalan yüksek kısımlarında (1500-1750 metre) karstlaşma süreci daha çok Munzur Kireçtaşları ile Alibonca Formasyonu'nun marnlı-kumlu kireçtaşı üyeleri üzerinde gelişmiştir. Karstlaşmanın yoğun bir şekilde geliştiği bu iki birimin, farklı litolojik ve stratigrafik özelliklerinden dolayı karstlaşma karakteri birimden birime farklılaşmaktadır (Aktimur vd., 1995; İskender, 1994). Munzur Kireçtaşları üzerinde dolinler gelişirken, Alibonca Formasyo-

nu'nun marnlı-kumlu kireçtaşı üyeleri üzerinde ise lapyalar gelişmiştir (İskender, 1994). Fakat Doğu Anadolu Bölgesi'nin tamamında olduğu gibi Arapgir Platosu'ndaki karstlaşma süreci de tektonik rejim değişiklikleri ve iklimik farklılaşmalara bağlı olarak kesintilere uğramıştır. Bundan dolayı bugün Arapgir Platosu üzerinde gözlemlenen karstik aşınım şekillerinin çoğu dış etkenler tarafından tahrip edilmiştir (İskender, 1994). Bu durum, Arapgir Platosu'nun zorlu topoğrafik koşullarını daha da zorlaştırmıştır.

Karst morfolojisinin bu sınırlandırıcı etkisinden dolayı Arapgir Platosu'nun yüksek kısımlarında hemen hemen hiçbir daimi yerleşme bulunmamaktadır. Ayrıca karstlaşma arazi kullanımını da etkilemiş, bu alanın yaylak-otlak alanı olarak kullanılmasını sağlamıştır.

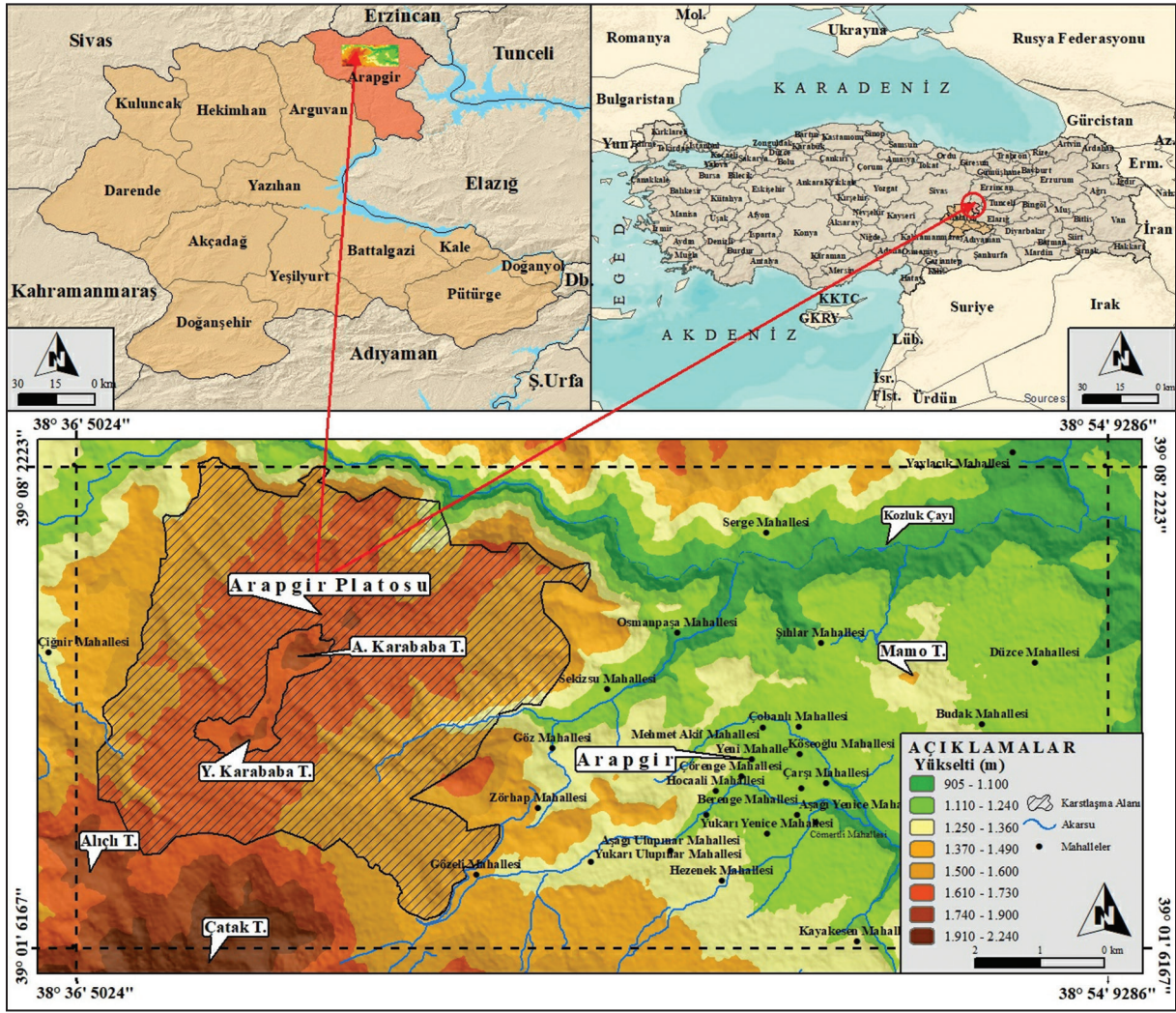
Bu çalışmanın amacı Arapgir Platosu'nun karst morfolojisi açısından özelliklerinin tanıtılarak, karstlaşmanın insan yaşamı üzerindeki sınırlandırıcı ve belirleyici etkisinin CBS tabanlı mekânsal istatistik analizleri ile kantitatif bir şekilde ortaya konulmasıdır. Bu bağlamda çalışma sonucunda, Arapgir Platosu üzerindeki karstlaşma süreci, yerleşme seçimi ve arazi kullanımını üzerinde etkin bir faktör müdür? Sorusunun cevaplanması hedeflenmektedir.

Çalışma alanı sığ karst oluşumu ve lapy çeşitliliği açısından oldukça zengindir. Güneysu (1993) tarafından hazırlanan "Kovada Gölü Doğusunun (Isparta) Karst Jeomorfolojisi" adlı doktora tezi ile Kaymak (2018) tarafından hazırlanan "Dim Çayı Havzası'nda (Alanya) Lapy Çeşitliliği" adlı makale çalışmasında bahsi geçen birçok sığ karst oluşumu çalışma alanında da görülmektedir. Yerleşme seçimi, arazi kullanımı ve coğrafi faktörler (jeoloji, jeomorfoloji, iklim vd.) arasındaki ilişkiye odaklanan çalışmalar (Özdemir vd., 2017; Çelik, 2019; Ford & Williams, 2007; Koçyiğit & Doğan, 2018; Doğan vd., 2017, 2019; Nazik vd., 2019; Öztürk, 2020; Öztürk vd., 2017) bulunmakla birlikte, doğrudan karstlaşma ile yerleşme seçimi ve arazi kullanımı arasındaki ilişkiye odaklanan çalışmalar da (Doğan, 1997; Güner, 2001; Hadimli & Bulut, 2008; Siler & Şengün, 2014) bulunmaktadır. Bu çalışma ise karstlaşmanın insan yaşamı üzerindeki sınırlandırıcı etkisini, CBS tabanlı mekânsal istatistik analizleri ile kantitatif bir şekilde ortaya koyması açısından bu alandaki diğer çalışmalardan ayrılmaktadır. Ayrıca bu tarz karst çalışmalarında daha önce kullanılmamış uygulamalı örneklem ve basit rastgele örneklem metotları da karstik aşınım şekillerinin sayısallaştırılması için bu çalışmada kullanılmıştır.

### 1.1. Çalışma Alanının Yeri ve Konum Özellikleri

Çalışma alanı olarak seçilen Arapgir Platosu, Doğu Anadolu Bölgesi'nin, Yukarı Fırat Bölümü'nde yer alan Malatya ilinin, Arapgir ilçesi sınırları içerisinde 39° 01' 61.67" - 39° 08' 22.23" kuzey enlemleri ile 38° 36' 50.24" - 38° 54' 92.86" doğu boylamları arasında yer almaktadır. Fakat bu çalışmada Arapgir Platosu'nun, yalnız 1500 ila 1750 m yükseltiye sahip yüksek kısımları ele alınacaktır. Bu alan ise kabaca Arapgir ilçe merkezinin batı-kuzeybatısındadır (Şekil 1).





Şekil 1. Arapgir (Malatya) ve yakın çevresinin lokasyon haritası.  
Figure 1. Location map of Arapgir (Malatya) and its immediate surroundings.

## 2. Amaç ve Yöntem

Çalışmaya ilk olarak literatür taraması ile başlanılmıştır. Çalışma konusu belirlendikten sonra konuyla ilgili kaynaklar taranarak elde edilen veriler bir araya getirilmiştir. Çalışma alanına ilişkin CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) analizleri ve haritaların oluşturulması için Harita Genel Müdürlüğü'nden (HGM) temin edilen 1/25000 ölçekli topoğrafya haritaları ve Alos Palsar web adresinden indirilen yüksek çözünürlüklü ASTERGDEM verileri, ArcMap 10.5 yazılımında işlenerek çalışma alanına ait jeomorfoloji, eğim ve lokasyon haritası oluşturulmuştur. Dolinler, sayısallaştırılmış ve Minimum Bounding Geometry Analiziyle<sup>1</sup> uzun kenarları hesaplanmıştır. Çalışma alanının jeoloji haritası ise Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nden (MTA) alınan 1/100000 ölçekli jeoloji haritaları, çalışma alanıyla ilişkili önceki çalışmalar ve MTA Yer Bilimleri Editörü'nde yer alan mevcut verilerin bir araya getirilmesi sonucunda oluşturulmuştur. Çalışma alanına ilişkin yüksek çözünürlüklü (x18m) uydu görüntüleri SAS Planet programından indirilerek ArcMap 10.5 programına aktarılmış ve mikro çalışma alanının (sığ karst alanı) sınırı çizilmiştir. Mikro çalışma alanı belirlendikten sonra uygulamalı örneklem metoduna uygun olarak çalışma alanı birbirine eşit 250 m<sup>2</sup>'lik kutucuklara bölünmüş ve her bir kutucuğa ardışık olarak bir sayı verilmiştir. Bu işlem sonucunda

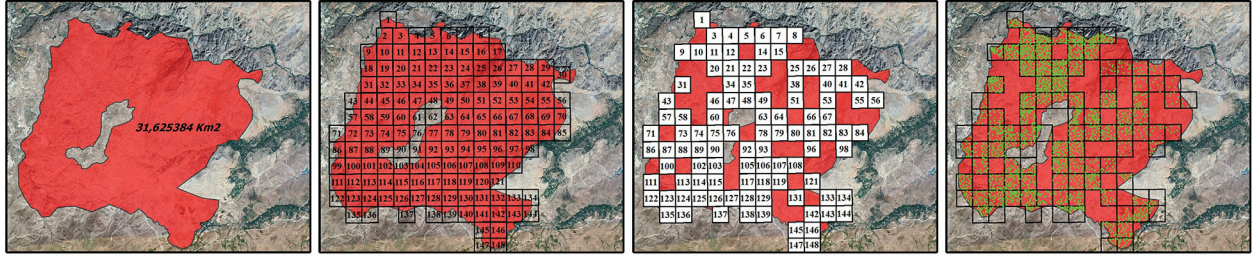
148 kutucuk oluşturularak çalışmanın evreni tespit edilmiştir. Evren büyüklüğünün saptanmasından sonra Sekaran'ın örneklem tablosu esas alınarak örneklem büyüklüğü 103 kutucuk olarak belirlenmiştir. Arazide yer alan her bir unsurun, eşit seçilme şansı olması için uygulamalı örneklemelerden basit rastgele örneklem metodu seçilmiştir (Özgen & Karadoğan; Ölgün, 2016). Basit rastgele örneklem metodu kapsamında kutucuklara verilen bu sayılar, sırasıyla IBM SPSS 22 programına aktarılarak Random Sample Analizi yapılmış ve sayıların eşit bir şekilde dağılımı sağlanmıştır. Dağılım işlemi sonucunda elde edilen sayıların ait olduğu 103 kutucuk, örneklem olarak belirlenmiş ve kutucuklar içerisindeki karstik aşınım şekilleri noktasal vektör veriler şeklinde sayısallaştırılmıştır (Şekil 2).

Karstik aşınım şekillerinin sayısallaştırılmasından sonra, çalışma alanı içerisine giren yerleşmeler; 2020 ADKNS nüfus verileri girilerek noktasal vektör veriler şeklinde sayısallaştırılmıştır. Daha sonra ise CORINE (2018) verilerinden yararlanılarak arazi kullanım haritası oluşturulmuştur. Analizler için gerekli olan veri seti üretildikten sonra En Yakın Komşuluk, Kernel Yoğunluk, Ortalama Merkez ve Standart Sapma Elipsi analizleri yapılarak çalışma alanındaki karstlaşma ile yerleşme seçimi ve arazi kullanımı arasındaki ilişki istatistiksel olarak saptanmıştır. Ofis çalışmalarının tamamlanmasıyla birlikte arazi çalışmaları-

<sup>1</sup> <https://asf.alaska.edu/data-sets/derived-data-sets/alos-palsar-rtc/alos-palsar-radiometric-terrain-correction/>

<sup>2</sup> <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.7/tool-reference/data-management/minimum-bounding-geometry.htm>





**Şekil 2.** Uydü görüntülerine göre belirlenen çalışma sınırı (1), uygulamalı örneklem metoduna göre çalışmanın evrenini temsil eden kutucuklar (2), basit rastgele örneklem metoduna göre çalışmanın örneklemine temsil eden kutucuklar (3) ve örneklem kutucuklarına göre sayısallaştırılmış karstik aşınım şekillerini ifade eden noktasal vektör veriler (4).

**Figure 2.** Operating limit (1) determined by satellite imagery, boxes representing the universe of the study according to applied sampling method (2), boxes representing the sample of the study according to simple random sampling method (3) and point vector data (4) which refers to digitized karstic apacity patterns according to sample tiles.

na geçilmiş, çalışma alanına yönelik etütler yapılmış ve karstik aşınım şekilleri tespit edilerek fotoğraflanmıştır. Arazi çalışmalarının da tamamlanmasıyla birlikte elde edilen tüm veriler ve bulgular bir araya getirilerek makale yazım aşamasına geçilmiştir.

### 3. Karstlaşma Etkenleri

Karstlaşma sürecinin meydana gelmesinde kayacın karakteri asıl etkindir. Fakat karst morfolojisinin gelişebilmesi için litolojik etkenler ile birlikte tektonik, yükselti, hidrolojik-klimatik, vejetatif ve zaman faktörü gibi etkenlerin de uygun olması gerekir (Pekcan, 2019).

#### 3.1. Jeolojik Etkenler

Çalışma alanındaki birimlerden, Munzur Kireçtaşları ile Alibonca Formasyonu'na ait marnlı-kumlu kireçtaşları üzerinde karstik aşınım şekilleri gelişmiştir. Fakat birimler arasındaki litostatif farklılaşmaya bağlı olarak karstlaşmanın karakteri ve karstik şekiller farklılaşmaktadır (Şekil 3).

##### 3.1.1. Munzur Kireçtaşları (Orta-Üst Triyas-Kretase)

Orta-Üst Triyas-Kretase yaşlı bu birim, Liyas-Kampaniyen aralığında çökelmiş platform tipi kayalardan meydana gelmekte ve Keban Metamorfitleleriyle dokanaklı bir yapı göstermektedir (Özgül, 1981; Özer, 1994; İskender, 1994).

Munzur Kireçtaşları, altta oldukça saf neritik kireçtaşlarıyla

başlar ve üst düzeylerde pelajik-çakmaktaşı kireçtaşları ile son bulur (Özgül, 1981). Saf kireçtaşlarının varlığına bağlı olarak, porozite ve permabilite kabiliyeti oldukça iyi olan bu birimin üzerinde, tabaka kalınlığının yeterli olması ve karstlaşma sürecinin uzun sürmesinden dolayı karstik sahaların karakteristik oluşumlarından olan dolinler gelişmiştir (İskender, 1994; Fotoğraf 1).

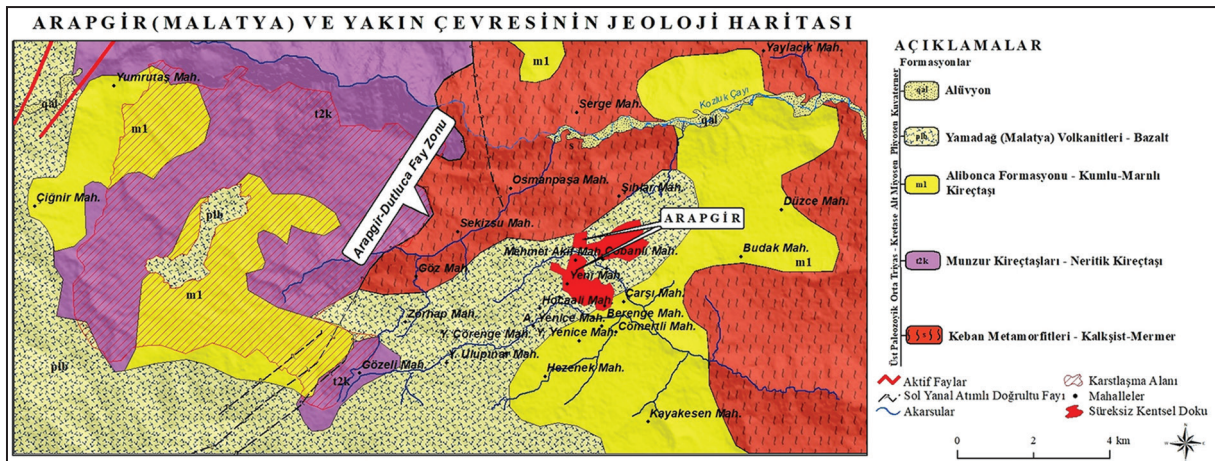


**Fotoğraf 1.** Munzur Kireçtaşları üzerinde gelişen dolinlerin 15.11.2021 tarihli Google Earth Görüntüsü.

**Photograph 1.** Google Earth Image of dolines developing on Munzur Limestones dated 15.11.2021.

##### 3.1.2. Alibonca Formasyonu (Alt Miyosen)

Alt Miyosen yaşlı bu birim, taban kısmında kalın tabakalı ve yer yer masif yapıları kireçtaşları ile başlayarak, üst düzeylere doğru kumtaşı ara seviyeleri ihtiva eden marnlara geçer ve alttaki Keban Metamorfitleleri'ni uyumsuzlukla örter (Baytaşoğlu, 2012).



**Şekil 3.** Arapgir (Malatya) yakın çevresinin jeoloji haritası.

**Figure 3.** Geological map of Arapgir (Malatya).



Alibonca Formasyonu'na ait kireçtaşları; kalsit, dolomit ve kilden oluşan bir matriksle birbirine bağlandığından inhomjen bir yapıdadır (Sönmez, 2004; Baytaşoğlu, 2012). Bu birimin ihtiva ettiği inhomjenliğe ve özellikle de killi unsurların varlığına bağlı olarak, kireçtaşlarının porozite ve permabilite kabiliyeti düşüktür. Porozite ve permabilite kabiliyetinin düşüklüğüne ilaveten, tabaka kalınlığının fazla olmaması ve tektonik deformasyonlar, bu birim üzerinde derinlik karstının gelişmesini engellemiştir. Ayrıca bu birim Munzur Kireçtaşları'na göre daha genç olduğundan, neotektonik dönemdeki devamlı yükselme rejimiyle birlikte karstlaşma süreci daha kısa sürmüş ve sığ karstın karakteristiği olan lapyalar gelişmiştir (İskender, 1994; Fotoğraf 2).



**Fotoğraf 2.** Alibonca Formasyonu üzerinde, sıyrılma yüzeylerinde gelişen lapyalar.  
**Photograph 2.** Lapyas developing on the Alibonca Formation.

### 3.2. Jeomorfolojik Etkenler

Arapgir çevresindeki jeomorfolojik oluşumlar; tektonizma, volkanizma, flüvyal aşınım, karstlaşma, kütle hareketleri ve erozyon gibi süreçler tarafından belirlenmiştir. Bu süreçlerden karstlaşma ise en iyi yüksek plato alanlarında gelişim göstermiştir. Bu alanlardaki karst morfolojisi daha çok lapyalardan meydana gelen sığ karst tipinde olsa da dolin benzeri oluşumları görmek mümkündür (Şekil 4). Karstik kaide seviyesi, yükselti ve eğim, fay ve çatlaklar gibi karstlaşmayı etkileyen faktörler bu bağlamda ele alınmıştır.

#### 3.2.1. Karstik kaide seviyesi

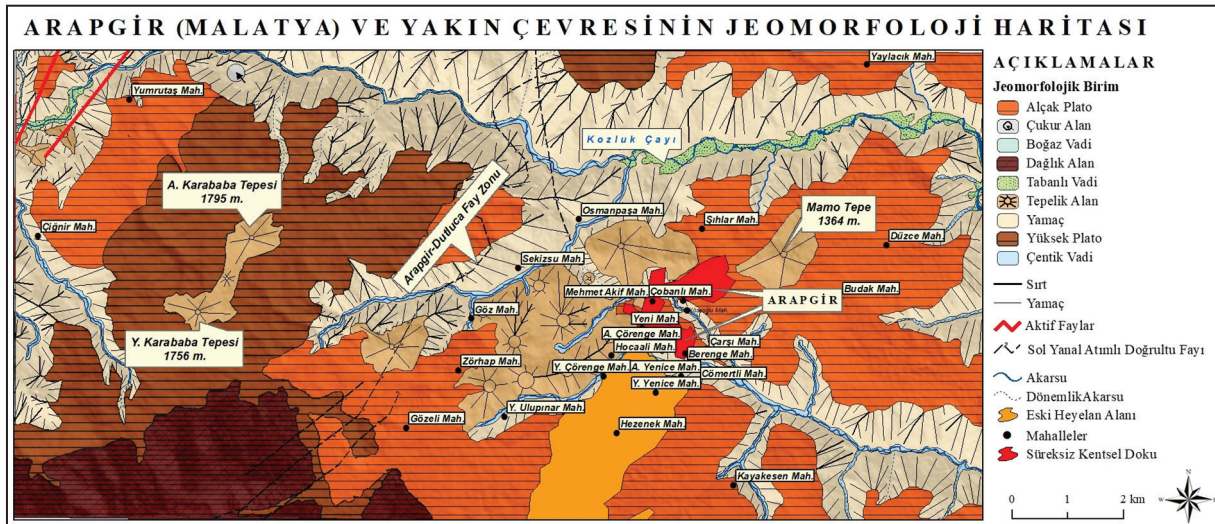
Arapgir Platosu, Doğu Anadolu Bölgesi'nin tamamında olduğu gibi neotektonik dönemin başlamasına yol açan kıta-kıta çarpışmasıyla birlikte kompresyonel hareketlere maruz kalmış ve devamlı olarak morfolojik kaide seviyesinden uzaklaşarak bugünkü yükseltisini kazanmıştır (Nazik & Poyraz, 2015).

Bu paleokarstik şekillerden Alibonca Formasyonu üzerinde gelişenlerin jeolojik geçmişteki karstik kaide seviyesi; kil, kum veya marn depolarının seviyelerine göre belirlenirken, Munzur Kireçtaşları üzerinde ise alttaki Keban Metamorfittleri'nin şist, kalkşist ve mermer gibi üyeleri tarafından belirlenmiştir. Munzur Kireçtaşları üzerinde karstik kaide seviyesi daha derinde olduğundan bu birim üzerinde kısmen derinlik karstı gelişirken, Alibonca Formasyonu'nda ise karstik kaide seviyesi yüzeye daha yakın olduğundan sadece sığ karst gelişebilmiştir (İskender, 1994).

#### 3.2.2. Yükselti ve eğim

Yüksek bölgelere çıktıkça karstik şekiller zenginleştiğinden, Arapgir Platosu'nun 1500 ila 1750 m'lere karşılık gelen yüksek kısımlarında, karstik şekiller oldukça yoğunlaşmaktadır. Arapgir Platosu'nda karstik şekiller aynı yükselti kuşağı içerisinde, iç içe geçmiş bir şekilde görülmektedir. Bu durum karstlaşma karakterindeki asıl farklılaşmanın, yükseltiden çok litolojik farklılaşmadan kaynaklandığını ve karstik şekillerin, polisiklik bir döngünün eseri olan şekiller olduğunu doğrulamaktadır.

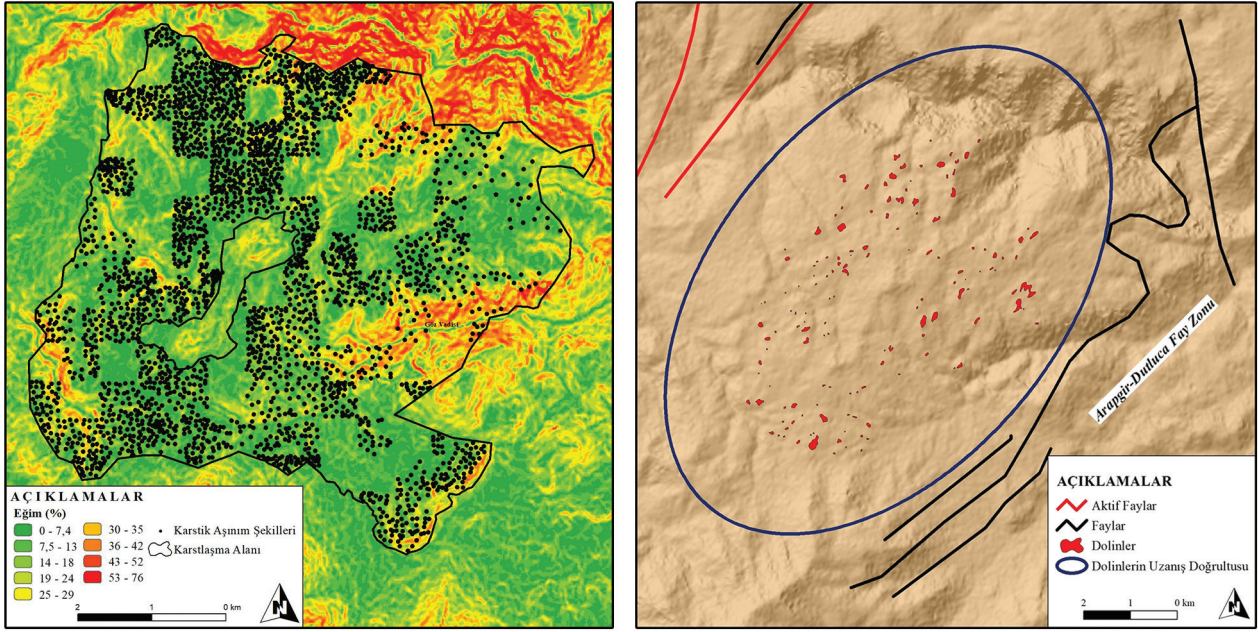
Karstlaşma üzerindeki bir diğer önemli etken ise çözünme sürecini yönlendiren eğim derecesidir. Eğim derecesinin fazla olduğu alanlarda su, yüzey üzerinde uzun bir süre kalamadığından, eğim derecesinin çok düşük olduğu düz alanlarda ise durgun suyun korrozyon kabiliyeti düşük olduğundan çözünme süreci zayıflar. Bundan dolayı suyun beslenebildiği fakat çok hızlı akmadığı hafif eğimli alanlarda karstlaşma en iyi şekilde gelişir (Keser, 2004). Bu durumu Arapgir Platosu'nda da görmek mümkündür. Örneğin, eğim derecesinin 0-23° olduğu hafif eğimli düzlük alanlarda karstik şekillerin yoğunlaştığı, Göz Vadisi'nin veya dönemlik akarsuların yamaçlarında ise eğim derecesinin artmasına bağlı olarak, karstik şekil yoğunluğunun zayıfladığı görülmektedir.



**Şekil 4.** Arapgir (Malatya) ve yakın çevresinin sadeleştirilmiş jeomorfoloji haritası.

**Figure 4.** Geomorphology map of Arapgir (Malatya) and its immediate surroundings.





Şekil 5. Arapgir Platosu'ndaki karstik aşımın şekillerinin eğim derecelerine göre dağılımı (1) ve dolinler ile kırık sistemleri arasındaki ilişki (2).  
Figure 5. Distribution of karstic apacty patterns on Arapgir Plateau by degree of inclination (1) and relationship between dolins and fracture systems (2).

### 3.2.3. Fay ve Çatlaklar

Çözünme süreci ile fay ve çatlaklar arasında doğrudan bir ilişki olduğundan, karstik şekiller genellikle fay ve çatlak sistemlerine paralel bir şekilde gelişirler. Çünkü tektonik deformasyonlarla oluşan kırık sistemleri, porozite ile permabilite kabiliyetini artırıp, çözünme sürecini hızlandırılarak karstik aşım şekillerinin oluşmasını kolaylaştırırlar (Pekcan, 2019). Bundan dolayı bir alanda karstlaşmanın meydana gelebilmesi için kırık sistemlerinin varlığı olmazsa olmazdır.

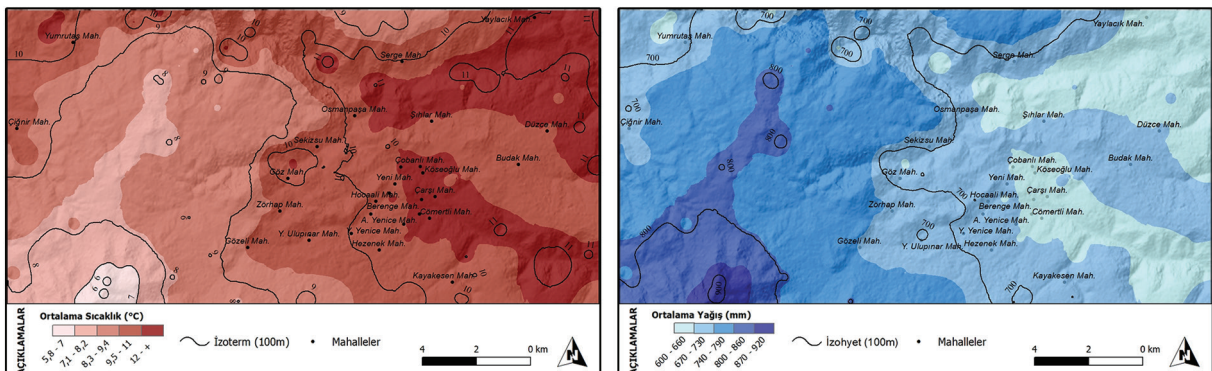
Arapgir Platosu üzerinde ise özellikle dolinler, Arapgir-Dutluca Fayı'na paralel bir şekilde güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda uzanmaktadır. Bu durum karstlaşmanın tektonizma kontrolünde geliştiğinin en büyük kanıtıdır (Şekil 5).

### 3.3. Klimatik-Hidrolojik Etkenler

Çözünme sürecini meydana getiren suyun niteliği, büyük ölçüde iklimik koşullar tarafından belirlenmektedir. Buharlaşma miktarının düşüklüğüne bağlı olarak soğuk sular, ılık sulara göre daha fazla CO<sup>2</sup> ihtiva ettiğinden eritme kabiliyeti yüksektir. Fakat CO<sup>2</sup> miktarının düşüklüğüne karşın, ılık suların da eritme hızı daha yüksektir (Pekcan, 2019). Bundan dolayı

su karakterinin farklılaşmasına bağlı olarak, farklı iklimik bölgeleri karakterize eden karst tipleri meydana gelmiştir (Erinç, 2015).

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) rasat verilerine göre Arapgir'in (1200 m) ortalama sıcaklığı 11,9 °C, ortalama yıllık yağış miktarı ise 746,9 mm'dir (Uysal, 2011). Arapgir Platosu üzerinde ise bu değerler yükseltinin etkisiyle farklılaşmaktadır. Ortalama sıcaklık 10,7 ile 9,3 °C' ye düşmekte, yağış değerleri ise Schrieber formülüne göre 876 ile 1020 mm aralığına yükselmektedir. Aylık ortalama minimum ve maksimum sıcaklıklara bakıldığında ise en düşük minimum sıcaklığın -6,0 °C ile ocak ayında, en yüksek maksimum sıcaklığın ise 29,7 °C ile ağustos ayında ölçüldüğü görülmektedir. Yıllık ortalama yağış miktarının mevsimsel değişimine bakıldığında ise Schrieber formülüne göre en fazla yağışın 386 mm ile kış mevsiminde, en az yağışın da 99,6 mm ile yaz mevsiminde (büyük çoğunluğunun haziran ayında) düştüğü görülmektedir (Şekil 6). İklimatik değerlere göre Arapgir Platosu civarında yaz ve kış mevsimi arasında sıcaklık ve yağış farkının fazlaca olduğu karasal iklim koşulları görülmektedir. Çalışma alanı, morfojenetik bölge sınıflamasına göre ise mekanik çözülmenin şiddetli olduğu yarı kurak bölgeler içerisine girmektedir (İskender, 1994).



Şekil 6. Arapgir (Malatya) ve yakın çevresine ait uzun yıllar ortalama sıcaklık (1) ve yağış (2) haritası (1975-2009).  
Figure 6. Map of average temperature (1) and precipitation (2) for many years in Arapgir (Malatya) and its immediate surroundings (1975-2009).



Bu iklimik koşullara bağlı olarak, Arapgir Platosu'ndaki yağışın büyük bir kısmı kış aylarında kar yağışı olarak düşmekte ve donlu günlerin uzunluğuna bağlı olarak (84 gün) uzun bir süre yerde kalmaktadır. Yazları ise mevsimlik kuraklığa bağlı olarak yağış noksanı meydana gelmektedir (İskender, 1994). Bundan dolayı çalışma alanındaki suyun karakteri karstlaşma süreci için uygun, CO<sup>2</sup> açısından zengin ve soğuk olmasına rağmen kış mevsiminde fizyolojik kuraklık, yaz mevsiminde ise mevsimlik kuraklık meydana geldiğinden yüzeyde karstlaşma süreci devam edememektedir. Ayrıca jeotektonik hareketler nedeniyle de karstlaşma süreci durduğundan, flüvyal aşınımına bağlı olarak plato üzerindeki suların büyük bir çoğunluğu geçici akarsularla dış drenaja açılmakta ya da kayacın porozite ve permabilite kabiliyetine bağlı olarak yer altına sızmaktadır. Bütün bu özellikler göz önüne alındığında günümüz koşullarına göre karstlaşma sürecinin meydana gelmesini sağlayan suyun, çalışma alanı içerisinde yeteri kadar etkinlik gösteremediği görülmektedir.

Sonuç olarak bu iklimik-hidrolojik değerlere göre, Arapgir Platosu'ndaki mevcut karstik şekillerin bugünkü iklimik koşullardan çok daha önce başlamış olduğu, geçmiş jeolojik dönemlerdeki kaide seviyelerine göre, daha sıcak ve nemli veya serin ve yağışlı iklimik koşullarda gelişmiş ve halen oluşumlarına devam eden şekiller olduğu görülmektedir.

#### 3.4. Vejetatif etkenler

Vejetatif etkenlerin karstlaşma süreci üzerinde dolaylı bir etkisi bulunmaktadır. Bitki varlığı açısından zengin alanlarda, fotosentez olayının fazlalığına bağlı olarak havada ve toprakta CO<sup>2</sup> miktarı arttığından, suyun korrozyon kabiliyeti artar. Fakat bu alanlarda toprak kalınlığının fazla olması suyun yeraltına sızmasını sınırlandırır. Vejetasyon açısından zayıf olan alanlarda ise fotosentez olayının düşüklüğüne bağlı olarak, havada ve toprakta CO<sup>2</sup> miktarı düştüğünden suların ihtiva ettiği CO<sup>2</sup> miktarı düşer (Pekcan, 2019). Bundan dolayı vejetasyonun çok gür olması veya çok zayıf olması karstlaşma üzerinde olumsuz etki yapar.

Arapgir Platosu'nun çalışmaya kaynaklık eden kısmında vejetasyon; Geven (*Astragalus*), Sığırkuyruğu (*Verbascum*), Deve dikenini (*Alhagi camelorum*), Yavşan otu (*Artemisia*), Sütleşen

(*Euphorbia*), Gelincik (*Papaver*), Kekik (*Thymus*) vb. gibi otsu türlerden meydana gelmekte (Fotoğraf 3), düzlük kısımlarda ise yüzeyi tamamen kaplayabilen çayır ve çimenler yetişmektedir (İskender, 1994). Fakat Arapgir Platosu'nun bu yüksek kısmında, vejetasyon gelişiminin sınırlandığı ve çıplak karst alanlarının ise yoğun bir şekilde geliştiği görülmektedir. Bu durum karstlaşma sürecine bağlı olarak, yüzeydeki suyun yeraltına geçmesi veya geçici akarsular ile drene edilerek alandan uzaklaştırılması sonucunda oluşmuştur. Aynı zamanda bu durumun tersi bir tabirle, çalışma alanının ekolojik ortam koşullarından dolayı sadece otsu türlerin gelişebilmesi, çıplak karst oluşumunu kolaylaştırmış olabilir. Yani vejetasyon ile karstlaşma süreci arasında karşılıklı bir ilişki bulunmaktadır.

#### 3.5. Zaman Faktörü

Karst morfolojisinin oluşumundaki bir diğer önemli etken ise zaman faktörüdür. Karstlaşma sürecinin meydana gelebilmesi için gerekli olan diğer etkenler de uygunsa, sürenin doğru uzunlukta olması karst morfolojisinin oluşumu için uygun bir ortam meydana getirir. Fakat geçmiş jeolojik dönemler içerisinde pek çok kez gelişen iklimik değişiklikler, deniz seviyesi oynamaları (östatik hareketler) ve tektonizmaya bağlı oluşan kabuk hareketleri gibi olaylar karstik şekillerin evriminde polisiklik bir döngünün yaşanmasına veya kesintilere yol açmaktadır (Pekcan, 2019).

Temel yapının Keban Metamorfite'lerinden meydana geldiği çalışma alanı, Güneydoğu Anadolu Sürüklenim Kuşağı içerisinde yer aldığından, paleotektonik dönem boyunca kuzey-güney doğrultulu yanal yönde yer değiştirmelere maruz kalmıştır. Liyas-Kampaniyen aralığında platform tipi Munzur Kireçtaşları'nın çökmesi ile Keban Metamorfite'leri arasında bir dökme meydana gelmiş, neotektonik dönem öncesinde yaşanan transgresyon sonucunda ise Alt Miyosen yaşlı Alibonca Formasyonu'na ait kumlu-marnlı kireçtaşları çökerek, Keban Metamorfite'leri üzerindeki aşınım şekillerini örtmüştür. Fakat bu sedimantasyon sürecine karşın, genel ölçüde çalışma alanı Alt Miyosen'e kadar aşınımına maruz kalarak peneplen halini almıştır (İskender, 1994). Orta Miyosen'de Bitlis Sütur Kuşağı boyunca Avrasya ve Arap levhalarının çarpışmasıyla, paleotektonik dönem sona ermiş ve neotektonik dönem başlamıştır (Şaroğlu & Güner, 1981). Neotektonik dönemle birlikte tek-



**Fotoğraf 3.** Kurakçıl otsu türlere ait görünüm (1-2).

**Photograph 3.** Views of the curtaceous herbaceous species (1-2).



tonik rejim değişikliği yaşanarak, yanal hareketler yerini fasıllı dikey hareketlere bırakmıştır (Tonbul, 1987; İskender, 1994). Dikey yöndeki yükselim hareketlerine bağlı olarak Arapgir Platosu, morfolojik kaide seviyesinden uzaklaşarak bugünkü yükseltisini kazanmıştır. Bu yükselim hareketi süreklilik arz ettiğinden belirgin bir karstik kaide seviyesi oluşmamıştır. Oligosen dönemiyle birlikte ise Arap Levhası'nın kuzeye doğru hareketi, Doğu Anadolu üzerinde sıkışmaya yol açtığından Anadolu'nun kuzeyinde sağ-yanal doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fayı (KAF), güneyinde ise sol-yanal doğrultu atımlı Doğu Anadolu Fayı (DAF) gelişmiştir (Erinç, 1954). Anadolu Bloğu'nun doğu kısmı ise sol-yanal doğrultu atımlı Ovacık Fayı tarafından ikiye ayrılmıştır. Ovacık Fayı'nın çalışma alanı içerisinde kalan kısmına Arapgir-Dutluca Fayı denilmekte ve bu fay güneydoğu-kuzeybatı doğrultusunda uzanmaktadır (Tatar, 1987; İskender, 1994). Pliyo-kuvaterner yaşlı olduğu tahmin edilen bu fay oluşumuna bağlı olarak, Arapgir Platosu'ndaki kireçtaşı veya mermer üyeleri üzerinde kırık sistemleri meydana gelmiş ve karstlaşmaya maruz kalarak karstik aşınım şekillerine dönüşmüştür.

Fakat tektonik faaliyetler kadar iklimik koşulların farklılaşması da karstlaşma üzerinde etkili olduğundan, karstlaşmanın karakteri zaman zaman değişmiştir. Üst Miyosen'de, Messiniyen krizi ile birlikte Akdeniz'in suları tamamen çekilmiş ve Anadolu çevresinde kuraklık etkili olmuştur. Pliyosen'de ise tektonik faaliyetler sonucunda Akdeniz Havzası'nda yeniden denizel ortam olduğundan subtropikal iklimik koşullar görülmüştür. Fakat Pliyosen döneminin ortalarından itibaren sıcaklıklar dünya genelinde düşme eğilimi içerisine girmiş, yüksek enlemlerde soğuk ve kurak, Akdeniz çanağı çevresinde ise serin ve yağışlı iklimik koşullar etkili olmuştur. Bu soğuma eğilimi Pleyistosen dönemiyle birlikte iyice ağırlık kazanarak pek çok kez farklılaşmıştır. Özellikle orta enlemlerin kuzeyinde yağış miktarlarında bir azalma meydana gelirken, subtropikal iklimik koşulların yaşandığı Akdeniz çevresinde ise bir yağış fazlası meydana gelmiştir. Pleyistosen döneminden Holosen'e geçişte günümüzden yaklaşık 9000 yıl önce kurak bir evre yaşanmış ve Anadolu'daki plüvyal göller kurumuştur. Günümüzden 6000 ila 8000 yıl önce ise Orta Holosen döneminde İklimatik Optimum olarak adlandırılan, ılık ve yağışlı bir evre hâkim olmuştur. Bu dönemden sonrada günümüz iklimik koşullarına benzer koşullar ortaya çıkmış ve ufak çaplı iklimik salınımlar meydana gelse de pek fazla değişmemiştir (Erol, 1992).

Munzur Kireçtaşları üzerinde gelişim gösteren dolinlerin, Pliyo-Kuvaterner yaşlı Arapgir-Dutluca Fayı'na paralel bir şekilde gelişmiş olması, bu birim üzerindeki karstlaşmanın; tektonizma kontrolünde, Pliyo-Kuvaterner dönemin serin yağışlı iklim koşullarında etkinlik kazandığını göstermektedir. Alt Miyosen yaşlı Alibonca Formasyonu inhomojen bir yapıda olduğundan, bu birim üzerindeki karstlaşma gelişimi sınırlanmıştır. Aynı zamanda Munzur Kireçtaşları daha yaşlı bir birim olduğundan, karstlaşma Pliyo-Kuvaterner dönemi öncesindeki sıcak ve nemli iklim koşullarında başlamış olabileceğinden, faylanmayla birlikte karstlaşma daha ileri bir seviyeye ulaşarak dolinler gelişmiş olabilir. Pleyistosen dönemi boyunca iklim karakteri pek çok kez değiştiğinden karstlaşma süreci kesintiler yaşamıştır. Günümüz koşullarının hâkim olmaya başladığı Orta Holosen sonrasında ise muhtemelen kontinentalite değeri yüksek ve mekanik çözülmenin şiddetli olduğu iklimik koşullar ortaya çıkmış, karstlaşma neredeyse durma eğilimine girmiştir.

Böylelikle mevcut karstik şekiller, polisiklik bir döngü sonucunda meydana gelen şekiller halini almıştır.

Sonuç olarak, Arapgir Platosu üzerindeki karstlaşma süreci iklimik değişiklikler ve tektonik rejim farklılaşmalarına bağlı olarak zaman zaman kesintiye uğramış ve günümüzde ise karstlaşma yavaşlamıştır.

#### 4. Karstik Aşınım Şekilleri

##### 4.1. Lapyalar

Karst morfolojisinin en küçük aşınım şekillerini meydana getiren mikro-karstik şekillere lapyalar denilir (Erinç, 2015). Lapyalar, morfolojik gelişim açısından gençlik evresinin karakteristik şekilleri olmakla birlikte araziye üzerinde yürünemeyecek kadar engebeli bir hale getiren küçük girinti ve çıkıntılardır. Lapyalar, hemen hemen tüm iklim koşulları altında oluşabilse de nemli ve sıcak iklimlerde daha büyük ve yuvarlak köşeli şekiller olarak görülürken, soğuk iklim koşullarının hâkim olduğu yüksek alanlarda eriyen kar suları ve buzul etkisine bağlı olarak daha keskin hatlara sahip nivo-karstik şekiller olarak görülürler (Pekcan, 2019).

Bögli'nin (1960) lapyalar sınıflandırmasına göre; Arapgir Platosu üzerinde lapyalar türlerinden, daha çok serbest lapyalar görülmekle birlikte yarı serbest ve örtülü lapyalar da bulunmaktadır. Yüzeysel suların etkin olduğu eğimli yamaçlar üzerinde daha çok serbest lapyalardan kanalcıklı ve oluklu lapyalar görülürken, eğimin azaldığı düz alanlarda ise oyuklu, delikli lapyalar veya drop (yağmur damlası) izleri görülmektedir. Örtülü lapyalardan kovuklu lapyalar ise daha çok terra-rosa benzeri kırmızımsı-kahverengi toprak örtüsü tarafından doldurulmuş küçük delikler şeklinde bulunmaktadır. Ayrıca lapyalar oluşumunun sınırlandırıldığı çıplak kaya yüzeyleri üzerinde ripple (dalga izleri) benzeri kimyasal çözünme dalgacıkları yer almaktadır.

##### 4.1.1. Kanalcıklı lapyalar

Arapgir Platosu üzerindeki dönemlik akarsu vadilerinin veya nispi yükseltisi fazla tepelik alanların yamaçlarında, eğim derecesinin artmasına bağlı olarak serbest lapyalardan kanalcıklı lapyalar görülmektedir. Kanalcıklı lapyaların derinliği yer yer 40-50 cm'yi, uzunluğu ise 4-5 m'yi bulabilmektedir. Çalışma alanındaki karstlaşma sürecinin yavaşlamasına bağlı olarak, dönemlik sel suları tarafından bu kanallar aşındırılarak yer yer aşınım artışı enkazlarla doldurulmuş ve bazı kısımlarda kurakçıl otsu bitkiler gelişmiştir.

##### 4.1.2. Oluklu lapyalar

Kanalcıklı lapyalar gibi oluklu lapyalar da eğim değerlerinin arttığı kısımlarda gelişen fakat daha sık karstik aşınım şekilleridir. Oluklu lapyalar, yağmur sularının doğrudan şekillendirici ve korrozif etkisiyle oluşan oldukça güncel şekillerdir. Bu bakımdan oluklu lapyalar, karstlaşma sürecinin gençlik evresini karakterize ederler (Güneysu, 1993). Arapgir Platosu'nda, Alibonca Formasyonu'nun yüzeylendiği kısımlarda karstlaşma gençlik evresindeyken kesintiler başladığından bu şekillere oldukça sık rastlanılmaktadır (Fotoğraf 4).





**Fotoğraf 4.** Kanalcıklı (1) ve oluklu (2) lapa örnekleri.  
**Photograph 4.** Examples of lapa with ducts (1) and corrugated (2).

#### 4.1.3. Tabaka düzlemi ve diyaklaz lapyalar

Kalsiyum karbonatlı birimlerden meydana gelen tabaka sistemlerinin tabakalaşma düzlemleri, karstlaşmanın gelişmesiyle birlikte suyun korrozif etkisine maruz kalarak tabaka düzlemi lapyalarına dönüşür (Koçak, 2003; Kaymak & Kafalı Yılmaz, 2018). Çalışma alanı içerisinde bu tür lapa oluşumları, tabaka yapılarının geliştiği eğimli yamaçlar boyunca gözlemlenmektedir. Çalışma alanı zaman zaman tektonizmaya maruz kaldığından, litolojik birimler üzerinde diyaklazlar oluşmuştur. Bu yapıların karstlaşmaya maruz kalması sonucunda ise diyaklaz lapyalar meydana gelmiştir (Fotoğraf 5).

#### 4.1.4. Kimyasal çözünme dalgacıkları (ripple) ve damla (drop) izleri

Daha önce de bahsi geçtiği üzere çalışma alanındaki karstlaşma süreci gençlik evresinde yavaşlamaya başladığından, Alibonca Formasyonu'nun bazı kısımlarında neredeyse lapa oluşumuna dahi izin vermeyecek kadar sığ bir karstlaşma görülmektedir. Bu alanlarda sadece ripple benzeri kimyasal çözünme dalgaları ile yağmur damlalarının korrozif etkisiyle oluşmuş drop izleri görülmektedir (Fotoğraf 6).



**Fotoğraf 6.** Drop izleri ve çözünme dalgacıkları.  
**Photograph 6.** Drop tracks and dissolution ripples.

#### 4.1.5. Kovuklu (Delikli) lapyalar

Çalışma alanında zeminin kısmen otsu bitkiler tarafından kaplandığı ve kırmızımsı-kahverengi toprakların bulunduğu kısımlarda tabanı toprak örtüsüyle doldurulmuş kovuklu (delikli) lapyalar görülmektedir. Ayrıca yarı-serbest lapa türlerinden



**Fotoğraf 5.** Tabaka düzlemi lapyalar (1) ve diyaklaz lapyalar (2).  
**Photograph 5.** Layer plane lapyas (1) and diaclose lapyas (2).



kamenitsa ve korrozyon çentikleri gibi oluşumlara da rastlamak mümkündür.

#### 4.1.6. Lapy kompleksleri ve enkazları

Daha önce bahsi geçen lapy türleri bir araya gelerek karmaşık bir yapı meydana getirirse, bu yapıya lapy kompleksleri denilir (Erinç, 2015). Arapgir Platosu üzerinde ise kanalcıklı, oluklu, oyuklu, kovuklu (delikli) vb. lapyaların bir araya gelmesiyle daha çok sivri lapy komplekslerine benzer bir yapı meydana gelmiştir (Fotoğraf 7).

Mekanik çözünmenin etkinlik kazanmasıyla birlikte lapyalardan ayrılan kayaç parçaları, kanalcıklar veyahut da çevresine göre daha çukur alanlarda depolanarak lapy enkazlarını meydana getirmektedir. Lapy enkazları ve çevreden taşınan diğer klastik unsurlar, araziye adeta bir taş çölüne çevirerek üzerinde dahi yürünemeyecek bir hâl almasını sağlamıştır.



**Fotoğraf 7.** Sivri lapy kompleksleri.  
**Photograph 7.** Pointed lapy complexes.

#### 4.2. Dolinler

Karst morfolojisinin karakteristik şekillerinden olan dolinler, derinlikleri ve çapları birkaç metreyi bulan makro-karstik aşınım şekilleridir. Dolinlerin çapları genellikle derinliklerinden fazladır ve bu şekiller kazan, huni veya kuyu şeklinde görülebilmektedirler. Dolinlerin bu kadar çeşitli tiplerde görülmesinin nedeni, oluşum etkenine bağlı olarak çözünme ve çökme dolini olarak ikiye ayrılmasından kaynaklanmaktadır (Erinç, 2015). Arapgir Platosu'ndaki dolinler ise Arapgir-Dutluca Fayı'na bağlı olarak kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda meydana gelen kırık ve çatlak sistemlerinde karstlaşmanın gelişmesiyle oluşan çözünme dolinleri şeklindedir (Fotoğraf 8).

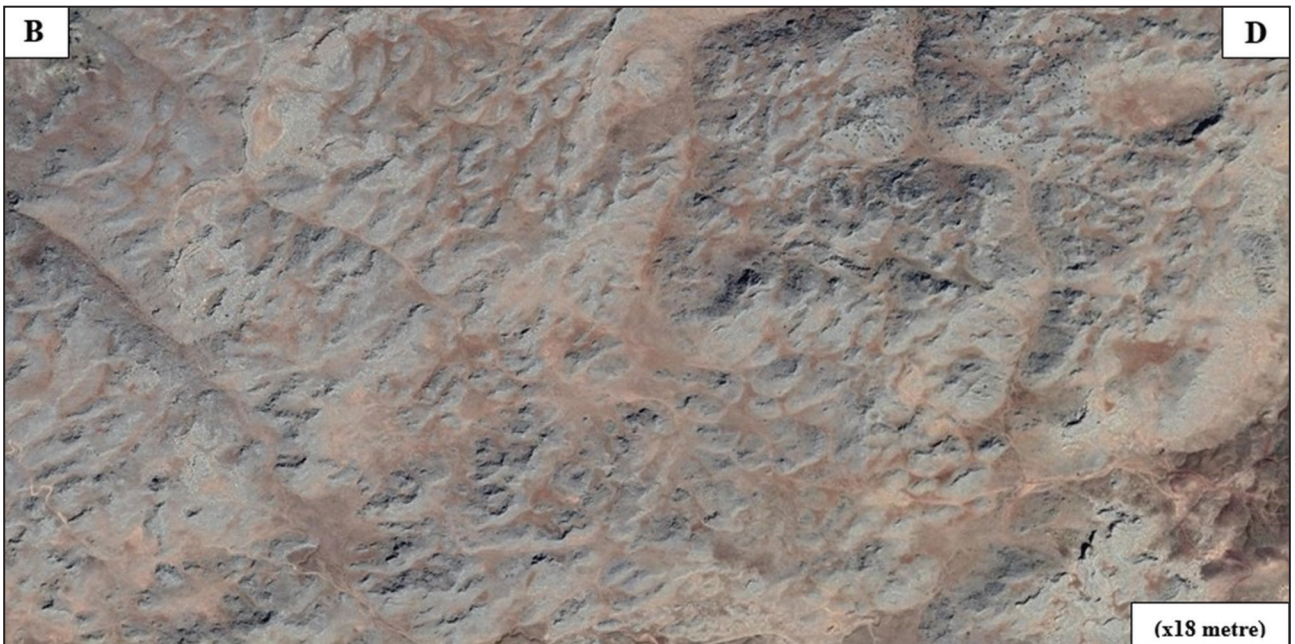
Çözünme dolinleri, karstlaşmanın gençlik evresinin biraz ilerlemiş devresinde dikine veya vevine oluşan çatlakların meydana getirdiği, ruiform (harabe) şekillerinin birleşmesi sonucunda oluşurlar (Pekcan, 2019). Çözünme dolinleri daha önce de bahsi geçtiği üzere, çalışma alanı içerisinde büyük ölçüde Munzur Kireçtaşları üzerinde görülmektedir.

Oluşumunda tektonizmanın oldukça etkin olduğu bu şekiller, karstlaşma sürecinin yavaşlamasına bağlı olarak büyük ölçüde tahrip olmuş, dönemlik akarsular tarafından dış drenaja açılmış ve tabanları kaynağını Karababa Tepesi'nden alan volkanitlerle doldurulmuştur (İskender,1994). Taban kısmının kırmızımsı-kahverengi terra-rosa benzeri bir toprak örtüsüyle doldurulduğu kısımlarda ise kurakçıl otsu türler yayılışa geçmiştir. Bu durum, karstlaşmanın etkinliğinin yavaşlayarak yerini ağırlıklı olarak mekanik çözünme ve flüvyal aşınımına bıraktığını göstermektedir (Fotoğraf 9).

### 5. Bulgular

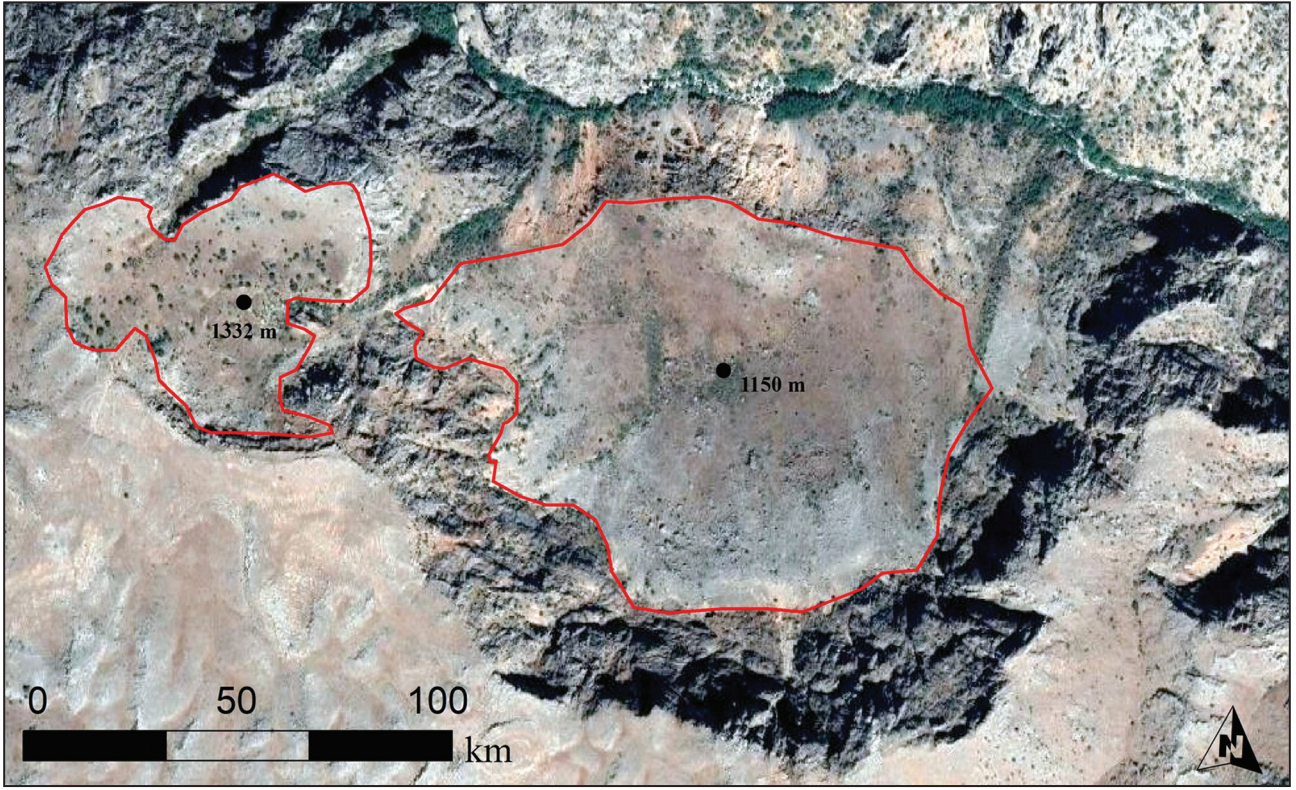
#### 5.1. Karstlaşmanın İnsan Yaşamı Üzerindeki Etkisi

Jeomorfoloji, beşeri faaliyetlerin gerçekleştirilmesi açısından koşulları zorlaştıran ya da kolaylaştıran bir etken olması nedeniyle yerleşmelerin kurulup gelişmesi üzerinde oldukça



**Fotoğraf 8.** Arapgir Platosu'ndaki dolin oluşumlarına ilişkin 18 metre çözünürlüklü uydu görüntüsü.  
**Photograph 8.** Satellite image of dolin formations on Arapgir Plateau with a resolution of 18 meters.





**Fotoğraf 9.** İnceleme alanında Büyükgöl Çukuru olarak bilinen Dolin oluşumları.  
**Photograph 9.** Doline formations known as Büyükgöl Pit in the study area.

etkilidir (Çelik, 2019). Jeomorfolojik oluşumu belirleyen süreçlerden karstlaşma, nüfus varlığı ve yerleşme seçimi üzerinde belirgin bir etkiye sahiptir. Polye ve uvala gibi makro karstik aşınım şekilleri, insan faaliyetlerine olanak tanıyan alanlar olduğu için daimi yerleşmelere ev sahipliği yaparken, lapyta benzeri mikro karstik aşınım şekillerinin geliştiği siğ ve çıplak karst alanları ise zorlu topoğrafik koşullar nedeniyle az bir nüfusa ve geçici yerleşmelere ev sahipliği yapmaktadır (Hadimli & Bulut, 2008). Örneğin Taşeli Platosu, çıplak karst gelişimine bağlı olarak beşeri faaliyetlerin sınırlandırıldığı engebeli bir morfolojiye sahip olması açısından, ülkemizin en seyrek nüfuslu alanlarından biridir (Siler & Şengün, 2014). Muğla ili çevresinde plato yüzeyine kurulan köyler ise sınırlı tarım ve hayvancılık faaliyetlerine bağlı olarak, yörenin nüfusu en az ve geri kalmış yerleşmelerini oluşturmaktadırlar (Güner, 2001).

Arapgir Platosu'nun, çalışmaya kaynaklık eden yüksek kısımlarında su, toprak ve bitki yoksunluğu görülmektedir. Siğ karstın geliştiği bu alanlar, tarımsal faaliyetler açısından olumsuz olanaklara ve insan yaşamı açısından güç, taşlık ve arızalı bir topoğrafyaya sahip olduğundan hemen hemen hiçbir daimi yerleşme bulunmamaktadır. Bu alan yaylacılık faaliyetlerine bağlı olarak mevsimlik kullanıma sahne olmakta ve daha çok geçici yayla yerleşmeleri kurulmaktadır.

Karstlaşmanın Arapgir'deki yerleşme ve nüfus varlığının konumu üzerindeki sınırlandırıcı ve belirleyici etkisini ortaya koymak için ilk olarak En Yakın Komşuluk Analizi uygulanmıştır. Bu analizin çalışma mantığı, belirli bir alan içerisindeki noktasal vektör verilerin, birbirlerine olan mesafelerini ölçerek bu noktasal verilerin dağılım özelliklerinin saptanmasıdır. Analiz çıktılarında gözlenen mesafe değerinin, beklenen mesafe değerinden küçük olması halinde noktasal veriler arasındaki mesafenin olması gerekenden daha az olduğu, yani küme-

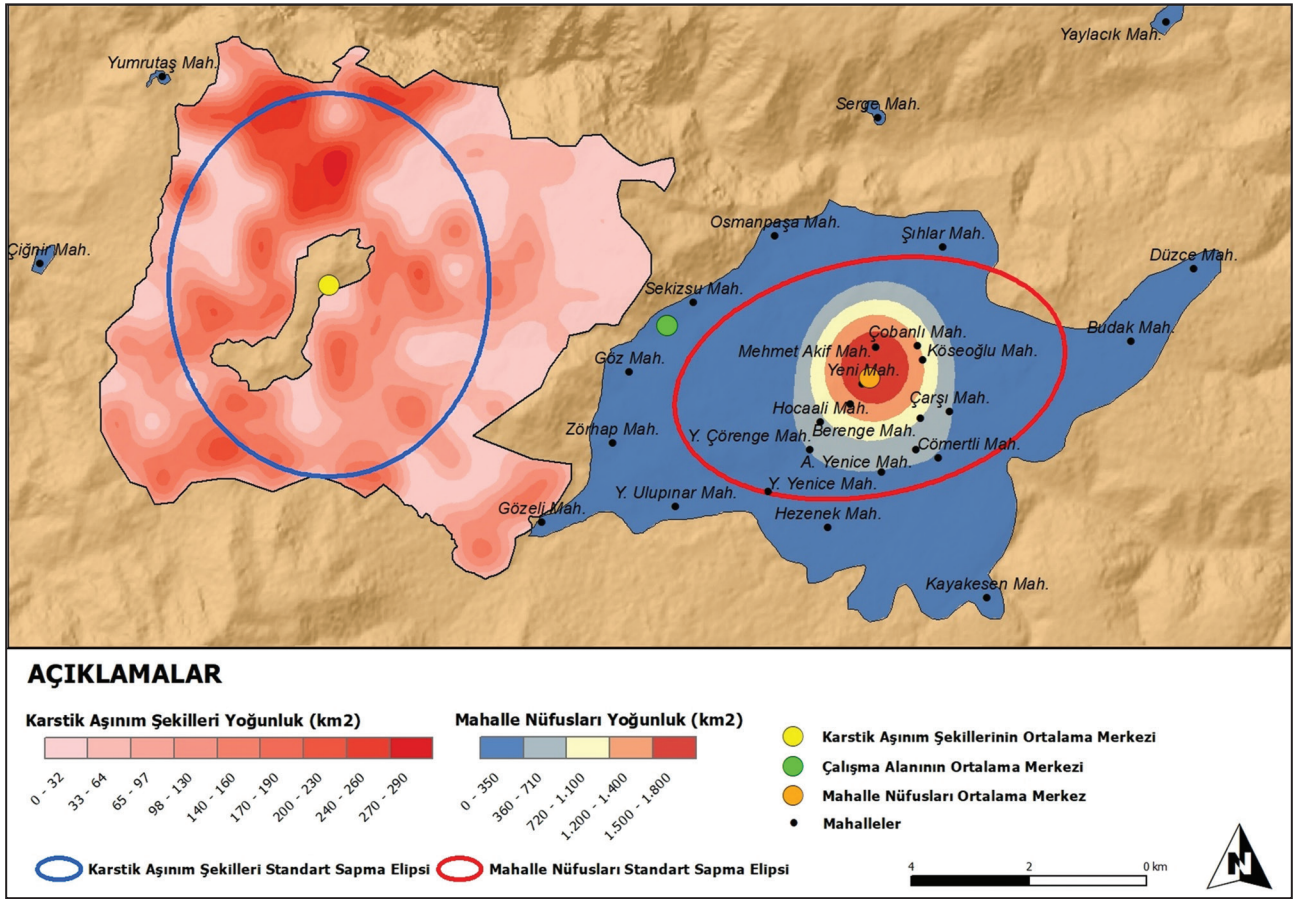
lenmenin meydana geldiği görülür. En yakın komşuluk oranı 1 değerinden ne kadar uzaksa kümelenme o ölçüde fazladır. P-Değeri 0 ila 0,05 aralığında ise kümelenme istatistiksel olarak anlamlıdır. Sonuç olarak dağılım tipi de veri dağılımını göstermektedir.

Analiz sonuçlarına göre makro çalışma alanı içerisinde karstik aşınım şekillerinin 145,4 metre aralığında dağılması beklenirken, 56,4 metre aralığında dağıldığı, en yakın komşuluk oranının 1 değerinden uzak bir değer olarak 0,388084 olduğu, P-Değerinin ise 0,05 değerinden küçük bir değer olarak 0,00 olduğu ve sonuçta karstik aşınım şekillerinin, makro çalışma alanı içerisinde istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde kümelendiği saptanmıştır. Yerleşmelerin ise 1505,3 metre aralığında dağılması beklenirken, 1188,7841 metre aralığında dağıldığı, en yakın komşuluk oranının ise karstik aşınım şekillerine göre, 1 değerine daha yakın bir değer olarak 0,789714 olduğu, P-Değerinin 0,05 değerinden küçük bir değer olarak 0,03 olduğu ve sonuçta yerleşmelerin, karstik aşınım şekilleri kadar olmasa da makro çalışma alanı içerisinde anlamlı bir şekilde kümelendiği ortaya çıkmıştır (Tablo 1).

**Tablo 1.** Çalışma sınırına göre en yakın komşuluk analizi.  
**Table 1.** Nearest neighborhood analysis by working limit.

En Yakın Komşuluk Analizi		
	Karstik Aşınım Şekilleri	Yerleşmeler
Gözlenen Mesafe	56,4374 Metre	1188,7841 Metre
Beklenen Mesafe	145,4256 Metre	1505,3355 Metre
En Yakın Komşuluk Oranı	0,388084	0,789714
P-Değeri	0,000000	0,036584
Dağılım Tipi	Kümelili	Kümelili





Şekil 7. Karstik aşınım şekilleri ve mahalle nüfuslarına göre Kernel Yoğunluk Analizi ile Ortalama ve Standart Sapma Elipsi Analizleri.  
Figure 7. Kernel Density Analysis and Average and Standard Deviation Ellipse Analyses by Karstic apacity patterns and neighborhood populations.

Karstlaşmanın sınırlandırıcı etkisinin tam olarak saptanabilmesi için karstik aşınım şekillerinin ve yerleşmelerin hangi konumda kümelendiğinin de saptanması gerekmektedir. Bu durumu saptamak için Ortalama Merkez, Standart Sapma Elipsi ve Kernel Yoğunluk Analizi gibi analizler uygulanmıştır (Şekil 7).

Kernel Yoğunluk Analizi'ne göre karstik aşınım şekillerinin kuzey-kuzeybatı ve güney-güneybatıda yoğunlaştığı, doğu-kuzeydoğu ve güneydoğuda ise yoğunluğun (metamorfizma nedeniyle) düştüğü saptanmıştır. Yerleşmeler ve nüfus varlığının ise karstlaşma alanını çevreleyecek şekilde çalışma alanının doğu-güneydoğusunda, özellikle de Arapgir ilçe merkezinde yoğunlaştığı saptanmıştır.

Ortalama Merkez Analizi ise girilen değerlere göre çalışma sınırı içerisindeki merkezi noktayı saptamaktadır. Yeşil renkli nokta, çalışma sınırına göre belirlenmiştir ve çalışmanın tam orta noktasını göstermektedir. Sarı nokta ise karstik aşınım şekilleri verisine göre, turuncu nokta ise yerleşme nüfusu verisine göre belirlenmiştir. Analiz sonucuna göre karstik aşınım şekillerini temsil eden sarı noktanın yeşil noktanın batısında bulunması karstik aşınım şekillerinin batıda konumlandığını gösterirken, yerleşme nüfusunu temsil eden turuncu noktanın ise yeşil noktanın doğusunda bulunuyor olması, yerleşme nüfusunun doğuda konumlandığını göstermektedir.

Standart Sapma Elipsi Analizi sonuçlarına göre karstik aşınım şekillerinin, kuzey-güney doğrultusunda yoğunlaştığı, yerleşmeler ve nüfus varlığının ise güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda yoğunlaştığı saptanmıştır.

Tüm bu mekânsal istatistik analizleri sonucunda çalışma alanının batısında, sığ karst gelişimine bağlı olarak hiçbir daimi yerleşmenin bulunmadığı, yerleşmelerin ve nüfus varlığının ise karstlaşma alanını çevreleyecek şekilde çalışma alanının doğusunda, özellikle de Pliyosen yaşlı bazaltlar üzerine kurulan Arapgir ilçe merkezinde yoğunlaştığı, en yoğun nüfuslu yerleşmenin ise Mehmet Akif Mahallesi olduğu istatistiksel olarak saptanmıştır. Yerleşmelerin güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda uzanıyor olması ise kırık sistemleri ve bunun akabinde gelişen drenaj sisteminin bir sonucudur. Volkanik tepelerin de kırık sistemlerine paralel bir şekilde uzandığı arazi etütleri ve uydu görüntüleri vasıtasıyla tespit edilmiştir.

## 5.2. Karstlaşmanın Arazi Kullanımı Üzerindeki Etkisi

Arazi kullanımı, insan ve doğa arasındaki ilişkinin en önemli göstergesidir. Çünkü genel anlamda beşeri faaliyetler, doğal ortam koşulları ve morfoloji tarafından belirlenmektedir. Arzinin sahip olduğu jeomorfolojik özellikler, arazi kullanımını kolaylaştırıcı ve yahut da zorlaştırıcı bir etkiye sahiptir. Bundan dolayı geçmişten beri insanlığı arazi değerlendirmesi yaparken jeomorfolojik özellikleri de hesaba katmıştır (Özdemir vd., 2017).

Jeomorfolojik yapı olarak karst morfolojisi de arazi kullanımını üzerinde önemli bir etkendir. Karst morfolojisinin geliştiği alanlarda arazi kullanımı polye, uvala ve sınırlı da olsa dolin gibi makro karstik aşınım şekillerinde yoğunlaşırken, sığ ve çıplak karstın geliştiği plato alanlarında ise zorlu topoğrafik koşullar nedeniyle sınırlanmaktadır (Doğan, 1997; Erinç, 2015). Ül-

kemizdeki kalker karst alanlarının büyük bir çoğunluğu orman ve yaylak-otlak alanı olarak kullanılmaktadır (Hadimli & Bulut, 2008). Bu durumu Arapgir Platosu'nda da görmek mümkündür. Arapgir Platosu'nun batısındaki sığ karstın geliştiği alanlar, karstlaşma ve ekolojik ortam koşullarına bağlı olarak seyrek bitki örtüsünün geliştiği, su ve toprak yoksunluğu nedeniyle tarımsal faaliyetler açısından fakir bir alandır. Bundan dolayı bu alan, yaylacılık faaliyetine bağlı olarak yöre halkı tarafından yaylak-otlak alanı olarak kullanılmaktadır.

CORINE 2018 verilerine göre tarım arazilerinin büyük bir kısmı, karstlaşma alanın güney-güneydoğu ve doğusunda yoğunlaşmaktadır. Aynı zamanda çeşitli orman ve süreksiz kentsel doku alanlarının da doğuda yoğunlaştığı görülmektedir. Seyrek bitki örtülü alanlar ile doğal otlak alanlarının ise çalışma alanının batı-kuzeybatı, kuzey ve güney-güneybatısında, genel anlamda sığ karst alanına denk gelecek şekilde yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 8).

CORINE 2018 verilerine göre, Ortalama Merkez ve Standart Sapma Elipsi analizleri uygulanmıştır. Analiz sonuçlarına göre; tarım alanlarını temsil eden mavi noktanın, çalışmanın tam orta noktasını gösteren yeşil noktanın doğu-güneydoğusunda bulunması; tarım alanlarının doğu-güneydoğuda konumlandığını, seyrek bitki örtüsünü temsil eden turuncu noktanın ise batıda bulunması, seyrek bitki örtülü alanların batıda konumlandığını göstermektedir. Fakat seyrek bitki örtülü alanların doğuda da fazlaca yer kaplamasından dolayı, seyrek bitki örtüsünü temsil eden nokta, çalışmanın ortalama merkezine yakın bir konumda bulunmuştur.

Standart Sapma Elipsi Analizi'ne göre tarım alanlarının güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda, seyrek bitki örtülü alanların ise batı-kuzeybatı ile doğu-güneydoğu doğrultusunda uzandığı saptanmıştır.

Arapgir Platosu'ndaki arazi kullanımının bu şekilde ortaya çıkmasında karstlaşma oldukça etkin bir faktördür. Çünkü sığ karst gelişimine bağlı olarak zeminde su ve toprak yoksunluğu

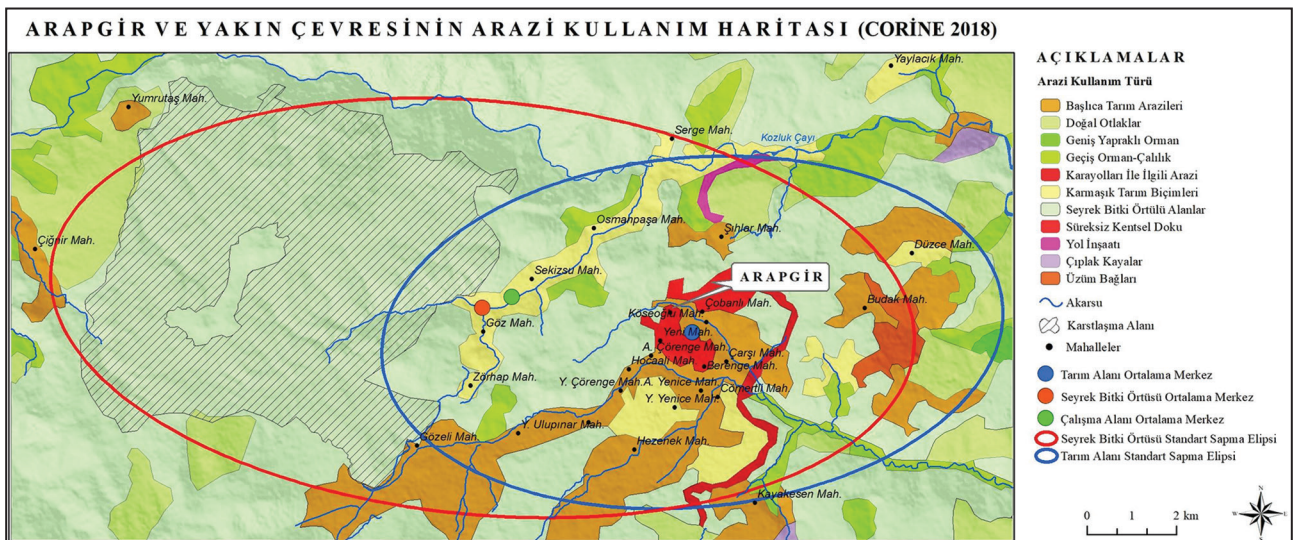
meydana gelmiş, bu durum seyrek bitki örtüsü ve tarımsal faaliyetler açısından elverişsiz arazilerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Aynı zamanda süreksiz kentleşme alanı ve çeşitli tarım arazilerinin ise geniş ölçüde Pliyosen yaşlı bazaltlar veya Alibonca Formasyonu'na ait kireçtaşlarının sığ karst gelişimine elverişli olmayan alçak plato alanlarında yer aldığı görülmektedir. Çünkü bu alanlar ulaşım olanakları açısından elverişli, su kaynaklarına yakın ve toprak varlığı açısından zengin alanlara karşılık gelmekte, çalışma alanının batısına kıyasla yoğun bir arazi kullanımına sahne olmaktadır.

## 6. Sonuç

Arapgir Platosu'nun çalışmaya kaynaklık eden kısmında Munzur Kireçtaşları ve Alibonca Formasyonu'na ait kumlu-marnlı kireçtaşları yüzeylemektedir. Bu iki litolojik birim arasındaki litostratigrafik farklılaşmaya bağlı olarak karstlaşmanın karakteri değişse de genel ölçüde sığ karst oluşumu görülmektedir. Sığ karstın karakteristiği olarak lapyta oluşumları açısından zengin olan çalışma alanında, dolin oluşumlarına da rastlamak mümkündür. Fakat tektonik rejim farklılaşmaları ve iklimatik değişiklikler karstik aşınım şekillerinin evriminde polisiklik bir döngünün yaşanmasına ve günümüzde ise karstlaşmanın yavaşlama eğilimine girmesine yol açmıştır. Bundan dolayı karstlaşmanın yerini flüvyal aşınım ve mekanik çözünme almış, karstik aşınım şekilleri büyük ölçüde tahrip olmuştur.

Arapgir Platosu toprak, su ve vejetasyon açısından sınırlı olmakla birlikte, taşlık ve engebeli bir topoğrafyaya sahiptir. Bu durum, tarım açısından elverişsiz arazilere ve su yoksunluğuna yol açtığından platonun bu kısmında hemen hemen hiçbir daimi yerleşme bulunmamaktadır. Aynı zamanda karstlaşma arazi kullanımını da etkilemiş ve bu alanın yaylak-otlak alanı olarak kullanılmasını sağlamıştır.

Analizler sonucunda; karstik aşınım şekilleri ve nüfus varlığının yoğunluğu tespit edilerek, karstik aşınım şekillerinin ve de yerleşme ile nüfus varlığının konumu istatistiksel olarak saptanmıştır. Analiz sonuçlarına göre karstik aşınım şekillerinin



**Şekil 8.** CORINE (2018) verilerine göre Arapgir ve yakın çevresinin arazi kullanım haritası, seyrek bitki örtülü ve çeşitli tarım alanlarına göre Ortalama Merkez ve Standart Sapma Elipsi Analizi.

**Figure 8.** Land use map of Arapgir and its immediate surroundings according to CORINE (2018) data, Sparse plant cover and Average Center and Standard Deviation Ellipse Analysis by various agricultural areas.



çalışma alanının batısında yüksek plato alanına denk gelecek şekilde yoğunluk kazandığı, yerleşmelerin ve nüfus varlığının ise çalışma alanı doğusunda tarımsal faaliyetler ve su potansiyeli açısından zengin, sığ karst oluşumunun görülmediği lito-lojik birimler üzerinde yoğunluk kazandığı saptanmıştır. Aynı zamanda seyrek bitki örtülü alanların genel ölçüde karstlaşma alanına denk gelecek şekilde batıda çeşitli tarım alanlarının ise Pliyosen yaşlı bazaltlar ile sığ karst gelişiminin görülmediği alanlara denk gelecek şekilde doğuda yoğunluk kazandığı saptanmıştır. Böylelikle karstlaşmanın, yerleşme seçimi ve arazi kullanımı üzerinde sınırlandırıcı bir etken olduğu istatistiksel olarak ispatlanmıştır.

Bu tarz CBS tabanlı mekânsal istatistik analizleri özellikle doğa ile insan arasındaki etkileşime odaklanan coğrafyacılar tarafından kullanılarak, coğrafi çalışmalara kantitatif bir nitelik sağlanmalı ve çalışmaların geçerliliği artırılmalıdır. Ayrıca bu analizler yönetim kadroları tarafından, karstik alanların tespitinde ve bu alanlardaki yerleşme seçimi ile arazi kullanım durumunun saptanmasında kullanılarak, elde edilen bulgular planlama ve yatırım çalışmalarında altlık olarak değerlendirilmelidir.

## Kaynakça

- Aktimur, H.T., Sariaslan, M., Yurdakul, M.E., Keçer, M., Mutlu, G., Turşucu, A., Aktimur, S., Ölçer, S., & Yıldırım, Y. (1995). *Erzincan Doayının Jeolojisi*, (Rapor No: 9792). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü.
- Baytaşoğlu, Z. (2011). *Eski Arapgir (Malatya) civarındaki Miyo-Pliyosen birimlerinin kil mineralojisi ve kimyası* (Tez No. 292710) [Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi]. Yök Tez.
- Bögli, A. (1960). Kalklösungs und Karrenbildung. Intern. Beitrage zur Karstmorphologie. Zeitscher F. *Geomorphologie*. Supplement Band 2.
- Çelik, S. (2019). Yerleşmelerin seçiminde etkili olan coğrafi faktörler ve yanlış yer seçimlerinde risk analizi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12(66), 334-342. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ecd/issue/58525/775792>.
- Doğan, U. (1997). Gidengelmaz Dağları'nda doğal ortam ve insan ilişkileri. *Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, (6), 41-62. [http://tucaum.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/280/2015/08/tucaum6\\_4.pdf](http://tucaum.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/280/2015/08/tucaum6_4.pdf).
- Doğan, U., Koçyiğit, A., & Gökaya, E. (2016). Development of the Kemboş and Eynif structural poljes: Morphotectonic evolution of the Upper Manavgat River basin, central Taurides, Turkey, *Geomorphology*, 278, 105-120. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.10.030>.
- Doğan, U., & Koçyiğit, A. (2018). Morphotectonic Evolution of Maviboğaz Canyon and Suğla Polje, SW Central Anatolia, Turkey, *Geomorphology*, 306, 13-27. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2018.01.001>
- Doğan, U., Koçyiğit, A., Yeşilyurt, S. (2019), The relationship between Kestel Polje system and the Antalya Tufa Plateau: Their morphotectonic evolution in Isparta Angle, Antalya-Turkey, *Geomorphology*, 334, 112-125. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2019.03.003>
- Eriç, S. (1954). Doğu Anadolu coğrafyası. *İstanbul Üniversitesi Yayınları*.
- Eriç, S. (2015). *Jeomorfoloji II*. DER Yayınları.
- Erol, O. (1992). *Klimajeomorfoloji*. İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Ford, D.C., & Williams, P., (2007). *Karst hidrology and geomorphology*, John Wiley & Sons Ltd.
- Güner, İ. (2001). Muğla ve çevresindeki yerleşmelerin gelişimlerini etkileyen coğrafi faktörler. *Muğla Üniversitesi SBE Dergisi*, (4), 1-31. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/217412>.
- Güneysu, C. A. (1993). Kovada Gölü doğusunun (Isparta) karst jeomorfolojisi [Yayınlanmamış Doktora Tezi]. İstanbul Üniversitesi.
- Hadimli, H., & Bulut, İ. (2008). Karstik alanlarda arazi kullanımı ve planlaması. In: A. Çağlar, M. Özgür, H. Yiğitbaşıoğlu, İ. Çiçek, M. Somuncu, U. Doğan, & N.Türkoğlu (Eds.), TÜCAUM V. Coğrafya Sempozyumu Bildiri Kitabı (ss. 6-14). TÜCAUM.
- İskender, C. (1994). Ağın-Arapgir çevresinin (Elazığ kuzeybatısı) jeomorfolojisi (Tez No. 378885) [Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi]. Yök Tez.
- Kaymak, K. F. (2018). Dim Çayı Havzası'nda (Alanya) lapy çeşitliliği. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22 (Özel Sayı), 2067-2092. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/558086>.
- Keser, N. (2004). Bezirgan polyesi ve yakın çevresinin karst jeomorfolojisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (42), 11-46. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/198544>.
- Koçak, İ. (2003). Döşemealtı platosu kuzeybatısında (Antalya) karst-orman tahribatı ilişkisi. *Burdur Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(5), 29-146.
- Nazik, L., & Tuncer, K. (2010). Türkiye karst morfolojisinin bölgesel özellikleri. *Türk Speleoloji Dergisi*, (1), 7-79.
- Nazik, L., & Poyraz, M. (2015). Türkiye karst morfolojisinde neotektoniğin rolü. İçinde M. Bahadır, A. Uzun, & H. İ. Zeybek (Eds.), IV. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu Bildiriler Kitabı (ss. 203-212). Jeomorfoloji Derneği.
- Nazik, L., & Poyraz, M. (2017). Türkiye karst jeomorfolojisi geneline karakterize eden bir bölge: Orta Anadolu Platoları kuşağı. *Türk Coğrafya Dergisi*(68), 43-56. <https://doi.org/10.17211/tcd.300414>.
- Nazik, L., Poyraz, M. & Karabıyıkoglu, M. (2019). *Karstic Landscapes and Landforms in Turkey*. In: Landscapes and Landforms of Turkey. Edt. Kuzucuoğlu, C., Çiner, A., Kazancı, N. Switzerland: Springer International Publishing.
- Ölgen, K., M. (2016). *Fiziki Coğrafya Arazi Çalışmalarında Örneklemeye Yöntemleri*. In N. Özgen, & S. Karadoğan (Eds.), Fiziki Coğrafyada Araştırma Yöntemleri ve Teknikleri (ss.150-162). PEGEM Yayınları.
- Özdemir, A. M., & Yılmaz Kafalı, F., Gür, E., & Kaymak, H. (2017) *Dinar ilçesinde jeomorfolojik birimler ve arazi kullanımı*. In S. Tonbul, M. T. Şengün, M. Siler, & F. A. Canpolat (Eds.), Uluslararası Jeomorfoloji Sempozyumu Bildiriler Kitabı (ss. 483-489). Jeomorfoloji Derneği.
- Özer, E. (1994). *Munzur Dağlarının (Kemah-İliç-Erzincan) stratigrafisi*. Türkiye Jeoloji Bülteni, 37 (2), 53-64.
- Özgül, N. (1981). *Munzur Dağlarının jeolojisi* (Rapor No. 6995). Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü.
- Öztürk, M. Z., Şimşek, M., Utlu, M., & Şener, M. F. (2017). Karstic depressions on Bolkar Mountain plateau, Central Taurus (Turkey): Distribution characteristics and tectonic effect on orientation. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 26(4), 302-313.

- Öztürk, M. Z. (2020). Fluvio-karstic evolution of the Taşeli Plateau (Central Taurus, Turkey). *Turkish Journal of Earth Sciences*, 29(5).
- Pekcan, N. (2019). Karst jeomorfolojisi. Filiz Kitabevi.
- Siler, M., & Şengün, T. M. (2014). *Taşeli platosunda (Anamur-Ermenek arası) jeomorfolojik özelliklerin insan faaliyetlerine etkisi*. In E., Yılmaz (Edt.), TUCAUM VIII. Coğrafya Sempozyumu Bildiriler Kitabı (ss. 33-43). TÜCAUM.
- Sönmez, M. (2004). Arapgir (Malatya) güneybatısındaki alanın stratigrafik ve tektonik özellikleri (Tez No. 150118) [Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi]. Yök Tez.
- Şaroğlu, F., & Güner, Y. (1981). Doğu Anadolu jeomorfolojik gelişimine etki eden öğeler; jeomorfolojik, tektonik, volkanizma ilişkileri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, (24), 39-50. [https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/d863b367aa379f7\\_ek.pdf?dergi=T%DCRK%DD-YE%20JEOLOJ%DD%20B%DCLTEN%DD](https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/d863b367aa379f7_ek.pdf?dergi=T%DCRK%DD-YE%20JEOLOJ%DD%20B%DCLTEN%DD).
- Tatar, Y. (1987). Elazığ bölgesinin genel tektonik yapıları ve Landsat fotoğrafları üzerinde yapılan bazı gözlemler. *Yerbilimleri*, (14), 295-308.
- Tonbul, S. (1987). Elazığ batısının genel jeomorfolojik özellikleri ve gelişimi. *Jeomorfoloji Dergisi*, (15), 37-52.
- Uysal, A. R. (2011). Fırat Nehri üzerindeki barajların (Keban, Karakaya, Atatürk) bölgenin yağış ve sıcaklık değerlerine etkisi (Tez No.277436) [Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi]. Yök Tez.





# Antalya Bölümünde sıcaklık ve yağış indislerinin değişim analizleri<sup>1</sup>

## Variation analyses of temperature and precipitation indices in Antalya Region<sup>2</sup>

Barış Durmuş<sup>a\*</sup>  İhsan Bulut<sup>b</sup>  Barbaros Gönençgil<sup>c</sup> 

<sup>a</sup> Akdeniz Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Antalya, Türkiye.

<sup>b</sup> Akdeniz Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Antalya, Türkiye.

<sup>c</sup> İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, İstanbul, Türkiye.

ORCID: B.D. 0000-0001-6556-493X; İ.B. 0000-0002-4873-3479; B.G. 0000-0001-6535-4481

### BİLGİ / INFO

Geliş/Received: 13.10.2021

Kabul/Accepted: 03.12.2021

#### Anahtar Kelimeler:

İklim değişikliği  
İklim indisleri  
Ekstrem hava olayları  
Akdeniz Bölgesi

#### Keywords:

Climate change  
Climate indices  
Extreme weather events  
Mediterranean Region

#### \*Sorumlu yazar/Corresponding author:

(B. Durmuş) barisdurmusdr@gmail.com

DOI: 10.17211/tcd.1009270



#### Atf/Citation:

Durmuş, B., Bulut, İ., & Gönençgil, B. (2021). Antalya Bölümünde sıcaklık ve yağış indislerinin değişim analizleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, (78), 91-108. <https://doi.org/10.17211/tcd.1009270>

### ÖZ / ABSTRACT

İklim değişiminden en çok etkilenen alanlardan biri olan Akdeniz havzasında, özellikle yaz dönemlerinde küresel ortalamanın üzerinde sıcaklık artışları yaşanmaktadır. Artan sıcaklıklar ile birlikte ekstrem hava olaylarının şiddetinde ve sıklığında artışlar meydana gelmektedir. Bu çalışmada, Akdeniz Bölgesi-Antalya Bölümü için temin edilen istasyon günlük verilerinde, 1980-2019 yılları arasındaki sıcaklık ve yağış ekstremlerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. RH test ile homojenlikteki kırılma tarihleri tespit edilen sıcaklık ve yağış verilerine, WMO ve CLIVAR'ın belirlediği iklim indislerinden 17 sıcaklık ve 6 yağış indisi uygulanmıştır. Ekstrem değerlerdeki eğilimler, parametrik olmayan Kendall temelli Sen Eğilim testi ile belirlenmiş ve analizler, R tabanlı ClimPACT yazılımı ile incelenmiştir. Yıllık bazda incelenen iklim indislerindeki değişim gün, derece, yüzde, mm, mm/gün ve olay cinsinden değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; bölge iklimindeki kırılma tarihleri 1990 ve 2010'ların ilk yıllarında meydana gelmiş; maksimum sıcaklık ortalama değerleri genel olarak 2.4 °C artarken, minimum sıcaklık ortalaması özellikle Alanya ve Fethiye gibi kıyı kesimlerde 4°C artmıştır. Bölgedeki donlu ve buzlu günler azalma eğilimindeyken, tarımsal açıdan önemli olan gelişme sezonu uzunluğu artış eğilimi göstermiştir. Yağış ekstremleri açısından Teke yarımadasının, Akdeniz'e bakan kıyı (özellikle Demre) ve yüksek kesimlerinde (Elmalı) anlamlı artış eğilimleri belirlenirken, toplam yağışa en fazla katkıyı uç yağış değerlerinin sağladığı tespit edilmiştir. Bölgedeki yerleşme, tarımsal alanlar ve su kaynakları üzerinde oldukça etkili olan bu değişimler, gerekli adaptasyon ve altyapı çalışmalarının yapılmasını zorunlu kılmıştır.

*The Mediterranean basin which is one of the area that most affected by climate change, temperature increases are experienced above the global average, especially in summer periods. Increases in severity and frequency of extreme weather events occur with increasing temperatures. In this study, changes in temperature and precipitation extremes between 1980-2011 were analyzed on daily data that obtained for the Mediterranean Region-Antalya Area. 17 temperature and 6 precipitation climate indices that identified by WMO and CLIVAR were applied to the temperature and precipitation data that the changepoint dates in homogeneity were determined by RH test. Trends in extreme values were determined by the non-parametric Kendall-based Sen Trend test and analyzes were examined with R-based ClimPACT software. The change in climate indices which are analyzed yearly, were evaluated in day, degree, percent, mm, mm/day and event. According to the obtained results, the changepoints dates for the regional climate occurred in the early years of 1990 and 2010; while the average maximum temperature values increased by 2.4 °C in general, the minimum temperature average increased by 4 °C, especially in coastal areas such as Alanya and Fethiye. While the frost and ice days tended to decrease in the region, the length of the growing season which is important in terms of agriculture, tends to increase. In terms of precipitation extremes, increasing trends were determined in the coastal (especially Kale-Demre) and high areas (Elmalı) of the Teke peninsula where overlooking the Mediterranean Sea and it was determined that extreme precipitation values contribute the most to the total precipitation. These changes which have a significant impact on settlements, agricultural areas and water resources in the region, have required the necessary adaptation and infrastructural works to be carried out.*

<sup>1</sup> Bu çalışma "İklim Değişikliği Kapsamında Antalya Bölümündeki Meteorolojik Kökenli Ekstrem Hadiselerin Tarım Alanları Üzerindeki Etkileri" adlı doktora tez çalışmasının ilk sonuçlarından üretilmiştir.

<sup>2</sup> This study was produced from the first results of the PhD thesis named "The Effects of Meteorological-origin Extreme Events on Agricultural Fields in Antalya Region within the Scope of Climate Change".

## Extended Abstract

### Introduction

From the formation of the earth until nowadays, climate dynamics have tended to change continuously. Anthropogenic activities such as industrialization, increase in population, urbanization, using fossil fuel caused noticeably global warming from the beginning of the 20th century. Increasing temperature averages cause changes in severity and frequency of extreme events especially. Increasing natural disasters due to the increase in extreme weather events directly affect the socio-economic structure, ecological systems and natural resources of the regions. The most reliable pieces of evidence for the climate change can be identified in increasing or decreasing trends in extreme events rather than averages. Hence, analyzing the dynamics of extreme events helps us to understand the dimensions and effects of climate change. Variations in the climate dynamics can be clearly determined by various climatic indices identified by WMO and CLIVAR. Changes in climate which have a strong pressure on social life and sectors such as agriculture, economy, tourism, industry, are particularly effective in the Mediterranean basin. Accordingly, in this study, it is aimed to identify the differences that temperature and precipitation extremes have shown in the coastal and interior regions, lowland and high areas in Antalya Region (SW Turkey).

### Data and Methods

Daily average, maximum and minimum temperature and daily precipitation data of 18 stations in the Antalya Region were procured from the Turkish State Meteorological Service (MGM). Firstly the dataset that including the period between 1980-2019 was checked for quality control process and detected errors were corrected. The change points were determined on the obtained debugged dataset with PMF test statistics in the RHtest software. Change points can occur in station datasets due to station displacement, mechanical modify, environmental change or natural variability. The stations that have common change points have not been removed from the dataset because of the demanded stations have not been displaced before. Following these procedures, 23 climate indices were calculated for the daily temperature and precipitation data series of each station in the R-based RCLIMACT software. For the analysis of dataset trends, non-parametric Kendall-based Sen's Slope test methods were applied. Annual changes in the indices trends between 1980 and 2019 were calculated as day, degree, percent, mm, mm/day. Ultimately, obtained change values were mapped for the region with Kriging and Inverse Distance Weighting interpolation methods in ArcGIS 10.4 software.

### Results and Discussion

Common dates for change points were identified in the homogeneity analysis of stations in the study area. Generally, the change point dates that were determined on the datasets for the region in the 1990s and early 2010s were interpreted as a result of natural variability, because there was no displacement for stations. It was also determined in the study area that the minimum temperatures increasing faster than the maximum temperature as in previous studies. While the average maximum temperature increased by 2.4°C in general between 1980-2019, the minimum temperature averages showed statistically significant increases up to 4°C especially at stations

(Alanya, Fethiye) in the coastal areas. These results have been seen as the most serious consequence of the climate crisis in terms of the study for the region. The difference between the maximum and minimum temperature has decreased, especially in coastal areas. In addition, increasing temperatures in the region have reduces the cool days-nights and increased the hot days and nights in general. The reduction of frost days, ice days, cold spell duration and extension of the growing season have created positive results in short term, such as more than one harvest and more product variety throughout the year. However, severe evaporation and drought conditions will negatively affect agricultural water sources in the long term. In this case, agricultural adaptation will become extremely important, otherwise regional food security will be at risk. The extreme precipitation indices showed increasing trends especially in the coastal and high areas of the Teke peninsula where overlooking the Mediterranean Sea. Also, it was determined that extreme precipitation values contribute the most to the total precipitation. Therefore in these regions, particularly Demre, Fethiye, Dalaman, Köyceğiz and Elmalı, it is important to improve the infrastructural investments. The most important reasons for the increases in precipitation are the frontal systems formed in the Mediterranean Sea, orographic systems, and increasing sea surface temperatures. Increasing temperatures with anthropogenic activities leading more extreme weather events and it causes severe pressure on the physical and human systems. Perceptible changes in the severity and frequency of extreme weather events require us to make a stride about adaptation and mitigation initiatives. Adapting to the new normals of climate conditions is vitally important for our socio-economic and natural environment.

### 1. Giriş

İklim, Yerkürenin oluşumundan bugüne jeolojik devirler boyunca ve birtakım doğal süreçler sonucunda, farklı alan ve zaman ölçeklerinde sürekli değişme eğiliminde olmuştur (Gönençgil, 2008; Türkeş, 2013). Milyonlarca yıldan on yıllara kadar olan süreçlerle ifade edilen iklimdeki bu doğal değişebilirlik, son yüzyıllarda antropojenik faaliyetlerin baskısı altına girmiştir (Johns vd., 2003; Rosenzweig vd., 2008; Türkeş, 2008; Anderson vd., 2012; Abatzoglou & Williams, 2016). 19. yüzyıl ortalarından itibaren başlayan sanayileşme faaliyetleri ve fosil yakıt kullanımı, endüstriyel dönem öncesine göre, atmosferik sera gazlarının yoğunluğunda artışa sebep olmuş ve 20. yüzyıldan itibaren etkisi hissedilen küresel bir ısınmaya yol açmıştır (IPCC, 2001; Höök & Tang, 2013). Diğer yandan nüfus artışları, şehirleşme, ormansızlaşma ve arazi kullanımındaki yoğun değişimler, küresel ve yerel ortalama ve uç sıcaklık değerlerinin artmasında önemli bir rol oynamaktadır (IPCC, 2019). Endüstriyel dönem öncesine göre küresel açıdan yaklaşık 1°C (0.8 - 1.2°C arası) artmış olan sıcaklık (IPCC, 2018), Akdeniz Havzasında yaklaşık 1,5°C artışa ulaşmıştır (MedECC, 2020). Akdeniz Havzası, son yıllarda özellikle sıcak mevsimde %25-30'u aşan yağış düşüşleri ve normal 4-5°C aşabilen sıcaklıklara sahip, sıcak hava dalgalarının sıklığına sahip bir sıcak bölge (hotspot) haline gelmiştir (Giorgi, 2006).

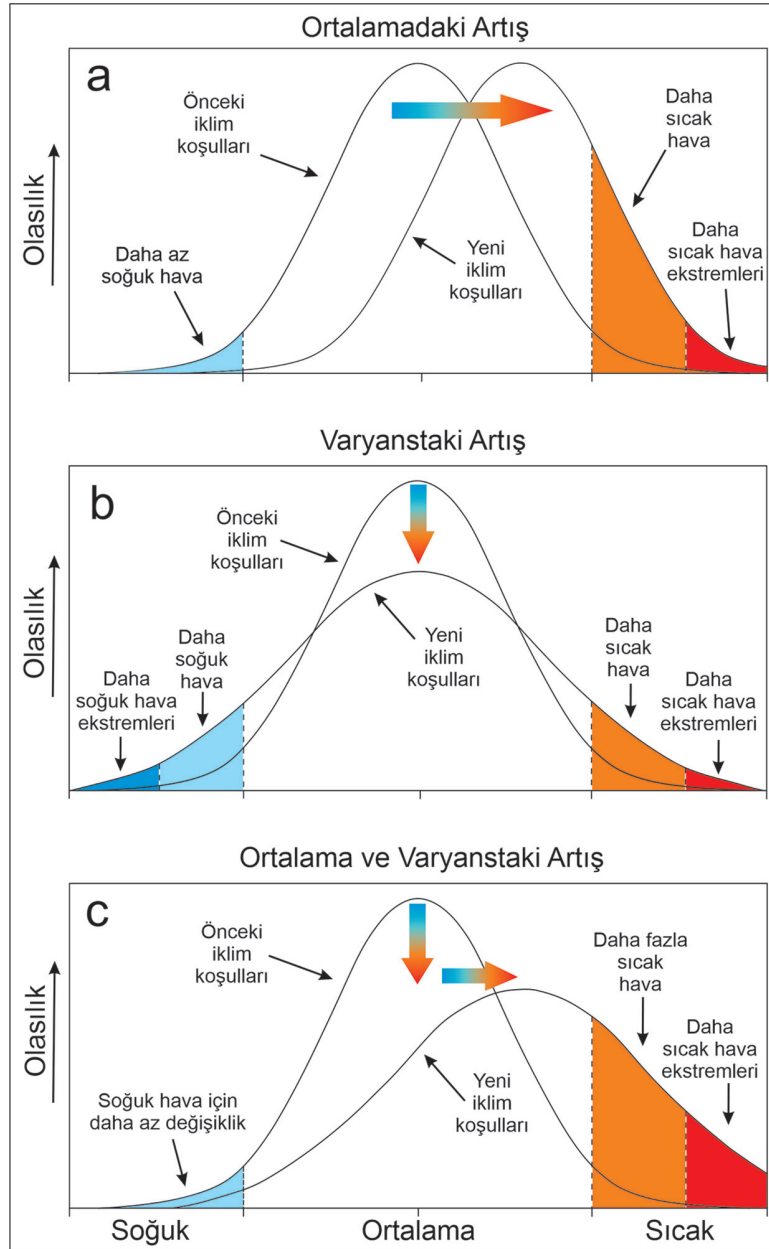
Artan küresel sıcaklıklar, hidrolojik döngüde değişimler, aşırı iklim olayları, kuraklık, orman yangınları, sel ve taşkın gibi afetlerin sayısında, sıklığında ve şiddetinde artışlara sebep olmaktadır (Trenberth, 1999; Meehl vd., 2000; Easterling vd., 2000;



Türkeş, 2008). Ekstrem olaylardaki artışlara bağlı olarak, başta temel ihtiyaçlarımızın karşılandığı tarım sektörü olmak üzere diğer sosyo-ekonomik sektörler, ekolojik sistemler ve doğal kaynaklar doğrudan etkilenmektedir. Son yıllarda iklime bağlı gerçekleşen şiddetli hava olayları ile birlikte yaşam kayıpları ve giderek artan ekonomik zararlar meydana gelmektedir. Uluslararası Afet Veri Tabanı (EM-DAT) 2018 yılı raporlarında dünya genelinde 61.7 milyon insanın, ekstrem hava olaylarından etkilendiği belirtilmiştir. Akdeniz Havzası sıcaklık değerleri, küresel ortalama dan daha hızlı artmaktadır. Yaklaşık 250 milyon kişiye ev sahipliği yapan kıyı bölgeleri; aşırı kuraklık, taşkın, sel, erozyon, salinizasyon ve gıda sıkıntısı gibi tehlikeler ile karşı karşıyadır (IPCC, 2021). Güney ve Doğu Akdeniz ülkelerinde 80 milyon kişi aşırı su kıtlığından etkilenirken, 2050 yılına kadar su talebinin ikiye hatta üçe katlanması öngörülmektedir (MedECC, 2020). Ayrıca EM-DAT verilerine göre Akdeniz'i çevreleyen ülkelerde 1900 yılından bu yana sel ve taşkınlar, 85 milyar Euro zarara sebep olmuştur (Gaume vd., 2016). Ek olarak Akdeniz Havzasında iklim değişikliğine bağlı orman yangınlarında artış beklenmektedir (Ruffault vd., 2020).

Değişen iklimde, ekstrem olaylardaki değişkenlik ve eğilimler, ortalama değerlerden daha duyarlı ve belirgin olmaktadır (Katz & Barbara, 1992; Easterling vd., 2000). IPCC (2001) araştırmasına göre; (1) atmosferik CO<sub>2</sub> konsantrasyonu 1000-1750 yılları arasında 280 ppm iken, 2000 yılında %31±4 artış ile 368 ppm olarak ölçüldüğü (CarbonTracker-CH<sub>4</sub>'e göre 2021 yılı atmosferik CO<sub>2</sub> konsantrasyonu 410 ppm olarak ölçülmüştür), (2) Kuzey Yarı Küre yüzey sıcaklığı 20. yüzyılda geçtiğimiz 1000 yıla göre daha sıcak, 1990'ların en sıcak on yıl olduğu (IPCC, 2021'e göre son 10 yıl, 1850-1900 ortalamasından 0.99°C daha sıcaktır), (3) Günlük sıcaklık farkının 1950-2000 yılları arasında azaldığı, gece minimum sıcaklıklarının gündüz maksimum sıcaklıklara oranla iki kat arttığı, (4) Sıcak günlerin arttığı, soğuk ve donlu günlerin neredeyse tüm arazilerde azaldığı, (5) Orta ve kutba yakın kuzey enlemlerinde aşırı yağış olaylarının arttığı ve son olarak (6) alansal olarak değişkenlik gösterse de kuraklık frekans ve şiddetinin arttığını belirtmişlerdir.

IPCC, 2001'den Türkçeleştirilen diyagramlara göre; ortalama sıcaklık ve varyanstaki değişimler, ekstrem olayların gerçek-



Şekil 1. Ortalama ve varyanstaki değişikliklerin ekstrem sıcaklıklar üzerindeki etkisini gösteren diyagramlar (IPCC, 2001'den Türkçeleştirilmiştir).  
Figure 1. Diagrams showing the effect of changes in mean and variance on extreme temperatures (translated from IPCC, 2001 to Turkish).

leşme olasılığı ve frekansı üzerinde son derece etkilidir (Şekil 1). Sıcaklık ortalamalarındaki artış (Şekil 1a), daha az donlu ve soğuk günler ve daha fazla ekstrem sıcaklığı beraberinde getirirken, varyanstaki artış hem sıcak hem soğuk ekstremlerin gerçekleşme olasılığını artırabilmektedir (Şekil 1b). Ortalama ve varyansta meydana gelebilecek toplu değişim (Şekil 1c), sıcaklık değerlerindeki aşırı olayların frekansını önemli ölçüde arttıracaktır.

Küresel iklim değişikliği ile ekstrem değerlerde meydana gelen değişimleri konu alan çalışmalara bakıldığında; Klein Tank & Können (2003), ısınma süreci olarak belirttikleri 1946-1999 yılları arasında kullanılan tüm istasyonlarda ortalama, minimum ve maksimum sıcaklık değerlerinin arttığını belirtmişlerdir. 1976-99 arasında bir önceki döneme göre sıcak ve soğuk karakterli ekstrem hava olaylarının sayısında iki kattan daha fazla bir artış olduğu belirtilmiştir. Beniston vd. (2007) tarafından Avrupa'daki ekstrem olayların geleceği üzerine yapılan çalışmada; bölgesel yüzey ısınmalarının, Avrupa'da ısı dalgası sıklığı, yoğunluğu ve süresinde artışlar meydana geldiğini belirtmişlerdir. Bölgenin gelecek projeksiyonuna göre; 21. yy sonlarına doğru Orta Avrupa'nın, Güney Avrupa'da olduğu gibi aynı sayıda sıcak günler yaşayacak, yoğun kış yağışları Orta ve Kuzey Avrupa'da artacak fakat Güney'de azalacak, Akdeniz kuraklıkları daha erken başlayacak ve uzun sürecektir.

Zhang vd. (2005) tarafından gerçekleştirilen ve Orta Doğu ve Kafkaslar'da 15 ülkeyi kapsayan çalışmada; ekstrem sıcaklıkların, istatistiksel olarak anlamlı ve mekansal olarak tutarlı artışlar gösterdiği tespit edilmiştir. Kuglitsch vd. (2010) tarafından Doğu Akdeniz Bölgesi için yapılan çalışmada; sıcak hava dalgası eğilimlerinin %8 daha fazla gerçekleştiği, Türkiye'nin batı ve güneybatısı için anlamlı değişiklikler gözlemlendiği belirtilmiştir.

Ülkemiz özelinde, Türkeş vd. (2002) tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarına göre yıllık, kış ve ilkbahar ortalama sıcaklıkları ülkenin güneyinde artma eğilimindeyken, yaz ve sonbahar ortalama sıcaklıkları kuzey ve iç kesimlerde azalma eğilimi göstermiştir. İlkbahar ve yaz minimum sıcaklıkları artarken, günlük sıcaklık farkında kuvvetli azalmalar gözlemlenmiştir. Türkeş vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye ve Akdeniz genelinde özellikle kış mevsimindeki yağışlarda belirgin bir azalma gözlemlenirken, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde bir artış olduğu belirtilmiştir.

Şensoy vd. (2013) tarafından yapılan çalışma sonuçlarına göre, yaz günleri sayısı, tropik geceler, sıcak devre süresi maksimum ve minimum sıcaklık, sıcak günler ve geceler indisleri Türkiye'nin her yerinde artma eğilimindeyken, soğuk günler ve geceler, buzlu günler, donlu günler ve soğuk devre süresi azalma eğiliminde olmuştur. Gelişme sezonu uzunluğu ise kıyı bölgeleri hariç ülkenin her yerinde artma eğilimi göstermiştir. Yıllık toplam yağış indisleri Ege ve İç Anadolu'da azalma eğilimindeyken, aşırı yağış indisleri özellikle Karadeniz ve Akdeniz bölgelerinde artış eğilimi göstermiştir.

Acar Deniz ve Gönençgil (2015) tarafından Türkiye'deki 97 istasyon üzerinde yapılan Mann-Kendall eğilim analizleri sonucunda; 1970-2006 çalışma periyodu arasında sıcak ve aşırı sıcak günlerde artış eğilimi belirlenirken, soğuk ve aşırı soğuk günlerde anlamlı azalış eğilimleri gözlemlenmiştir. Ayrıca Ak-

deniz kıyı kesimlerindeki ekstrem sıcaklıklarda anlamlı artışlar olduğu belirlenmiştir. Acar vd. (2018) tarafından Türkiye geneli için yapılan çalışma sonuçlarına göre, yaz mevsiminde sıcak günler artarken, kış aylarında özellikle Akdeniz ve Marmara Bölgesi kıyı kesimlerinde soğuk günler azalma eğilimi göstermiştir. Aşırı sıcak günlerin sıklığı 2000 yılından sonra, aşırı soğuk günlerin sıklığı 2005 yılından sonra artarken, 2010 yılı çalışma periyodunun en sıcak yılı olarak belirlenmiştir.

Gönençgil ve İçel (2010) tarafından Doğu Akdeniz kıyılarında yapılan çalışmada, yıllık yağış ile toplam yağışlı gün sayılarında kış ve ilkbahar mevsimlerinde azalma eğilimi belirlenmiştir. Doğu Akdeniz ve ülkemiz özelinde yapılan diğer çalışmalarda da genel olarak sıcaklık indislerinde belirgin ve anlamlı artışlar gözlemlenmiştir (Kostopoulou & Jones, 2005; Erlat & Yavaşlı, 2011; Karabulut, 2012; Acar Deniz & Gönençgil, 2017; Abbasi & Toros, 2018; Dün & Gönençgil, 2021).

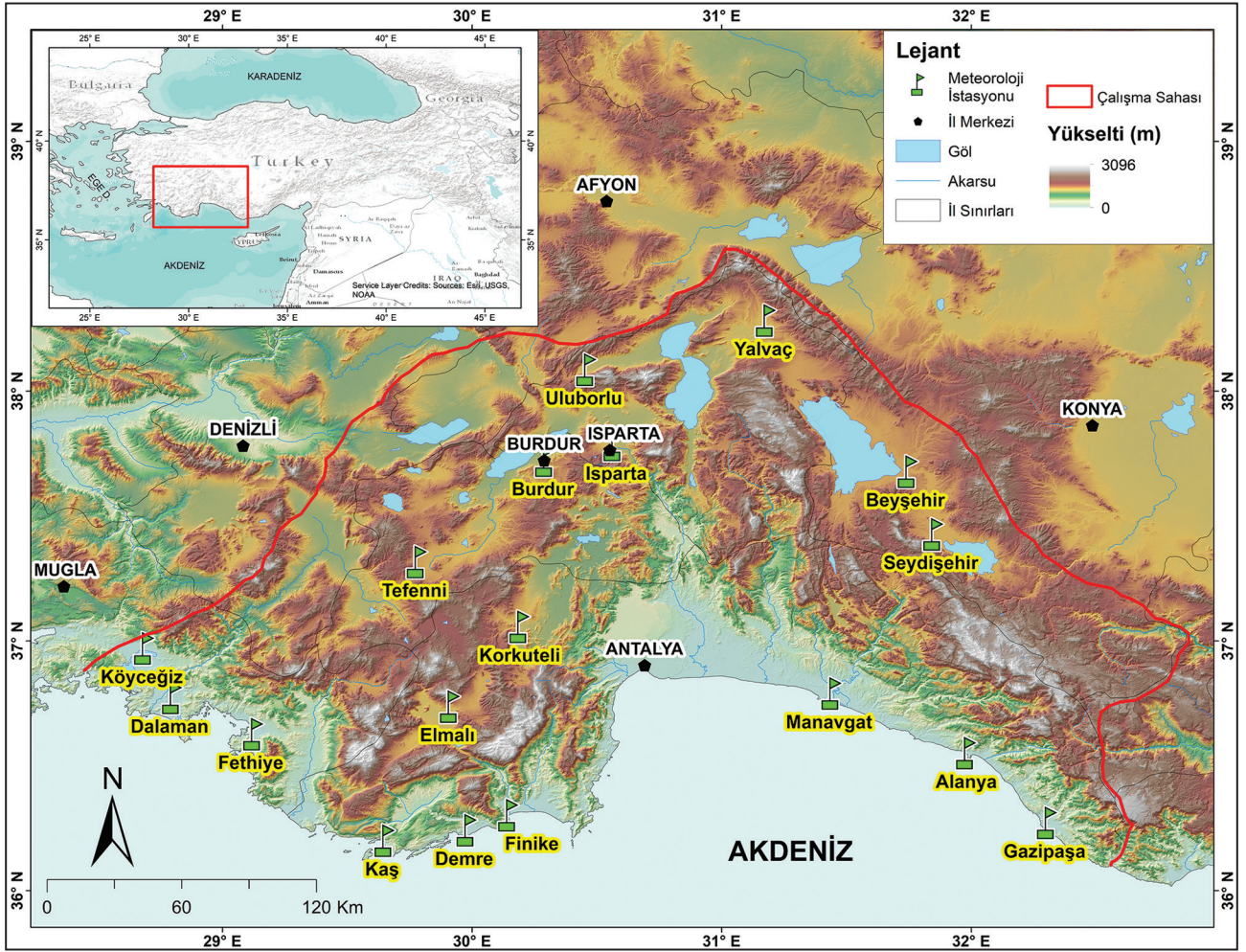
Yapılan çalışmalarda belirtildiği gibi Yerküre giderek ısınmakta, iklim değişmekte ve buna bağlı iklim parametreleri belirgin şekilde değişkenlik göstermektedir. İklim değişikliğinin en önemli kanıtlarını ortalamalardan ziyade, ekstrem olaylardaki artış veya azalış eğilimlerinde görebilmekteyiz. Şiddeti, sıklığı ve yoğunluğu artan aşırı iklim olaylarının gelişimini belirlemek, iklimdeki değişimin boyutlarını anlamamızı sağlamaktadır. Bu doğrultuda Akdeniz Bölgesi-Antalya Bölümünü kapsayan bu çalışmada, Türkiye geneli ve Doğu Akdeniz için yapılan ekstrem çalışmaları referans alınarak, bölgesel ölçekteki farklılıklar ve benzerlikler araştırılmıştır. Ayrıca sıcaklık ve yağış ekstremlerinin, çalışma sahasının kıyı ve iç kesimleri ile yüksek ve alçak kesimleri arasındaki ilişki ve farklılıkların tespit edilmesi amaçlanmıştır.

## 2. Çalışma Sahası

Çalışma sahasını oluşturan Akdeniz Bölgesi-Antalya Bölümü, batıda Muğla-Karaağaç körfezinden başlayarak, güneybatı kuzeydoğu doğrultusunda uzanan Gölge ve Karakuş Dağları boyunca kuzeyde Sultan Dağlarına; doğuda, kuzeybatı güneydoğu yönlü uzanan Sultan Dağlarından Orta Torosların batısına kadar uzanır (Şekil 2). Batı Torosları kapsayan bölümde, oldukça yüksek ve engebeli Teke Yöresi, tektonik ve karstik göllerin bulunduğu Göller Yöresi ve Torosların Akdeniz'e bakan kesimi ni oluşturan Antalya Yöresi bulunmaktadır.

Akdeniz havzasının doğusunda yer alan Türkiye, Subtropikal kuşağın Akdeniz makro iklim bölgesinde yer almakta ve orta enlem gezici basınç merkezlerinin yanında, Akdeniz'de oluşan siklonların etkisi altında bulunmaktadır. Bölge iklimi üzerinde yazın daha çok Azor yüksek basıncı kaynaklı maritim tropikal (mT) hava kütlesi etkili olurken, kışın etkili olan polar hava kütleleri ise bu dönemde kuzey enlemlere kaymaktadır. Yaz mevsiminde bölgenin batısında hakim olan subtropikal yüksek basınç sistemi kuzeye doğru ilerlerken, İntertropikal Konverjans Zonu (ITC) da kuzeye doğru yönelmektedir. Yazın, batı ve kuzeybatı kaynaklı polar hava akımları zaman zaman bölge üzerinde cephe yağışlarına neden olmaktadır. Kışın Azor yüksek basıncının güneye kayması ile birlikte, kuzeydoğudan ülkemize sokulan Sibiry kökenli karasal polar (cP) hava kütleleri etkili olurken, Doğu Avrupa üzerinde gelişen yüksek basınç gradyanı da Akdeniz'e doğru etkili olmaktadır (Koçman, 1993; Erinc,





Şekil 2. Çalışma sahasının konumu.  
Figure 2. Location of study area.

1996; Erol, 2014). Akdeniz'e yönelen polar hava akımları ve güneyde bulunan subtropikal hava akımlarının karşılaşması ile Akdeniz Hava Kütleleri ve cephesel sistemler oluşmaktadır. Akdeniz Havzasında oluşan bu sistemler de özellikle Türkiye'nin Ege ve Batı Akdeniz bölgelerinde aşırı yağış ve kuvvetli fırtınaların yaşanmasına sebep olur. Yağış oluşturmada bu sistem, Atlantik hava sistemlerinden daha etkili olabilmektedir (Tatlı vd., 2004; Sarış vd., 2010).

Akdeniz Bölgesi kıyı kuşağında 1000 m'ye kadar asıl Akdeniz ikliminin yazın sıcak ve kurak, kışın ılık ve yağışlı özelliklerini görebiliyoruz, yüksek kesimlerde yazları serin ve nispeten yağışlı, kışları soğuk ve karlı Akdeniz dağ iklimi hakimdir (Atalay & Mortan, 2011). Türkiye'de bölgeler ve yöreler arasında görülen iklim farklılıkları, topografik şartlardaki farklılıkların bir sonucudur (Erinç, 1996). Batı Torosların kıyıya paralel uzanması, kıyı, iç ve yüksek kesimler arasındaki nem ve sıcaklık geçişlerini engellemekle birlikte, kısa mesafelerde iklimi değiştirebilmektedir. Çalışma sahası, Akdeniz ikliminden iç Anadolu'nun karasal iklimine doğru bir geçiş sahasıdır (Sarı, 2009).

Akdeniz Bölgesi kapsamında çalışma sahasının Ocak ayı ortalama sıcaklığı 6.4°C, Temmuz ayı ortalama sıcaklığı 26.8°C ve yıllık ortalama sıcaklığı 16.3°C'dir. Yağışların çoğu kış mevsiminde gerçekleşirken, ortalama yağış 725 mm civarındadır. Yaz yağışları ise toplam yağış içerisinde %5.7'lik paya sahiptir. Bu yüzden sahada yaz kuraklığı hakimdir (Şensoy vd., 2008).

### 3. Veri ve Yöntem

#### 3.1. Veri

Antalya Bölümü içerisinde; Antalya, Burdur, Isparta, Muğla'nın güneydoğusu ve Konya il sınırının güneybatısında yer alan ve rasat yıllarında farklılıklar bulunan 18 istasyona ait günlük ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri ile günlük yağış değerleri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. İstasyonlara ait sıcaklık verileri, Kaş (1995-2019) ve Kale-Demre (1982-2019) istasyonları hariç, eksiksiz şekilde temin edilirken; yağış değerlerine ait manuel ve otomatik meteoroloji gözlem istasyonu (OMGİ) verileri ayrı şekilde düzenlenmiştir. Sahaya ait yağış verilerinde 1980-2019 yıllarını kapsayan manuel istasyonlar olduğu gibi kullanılırken, 2012 itibarıyla otomatik gözlem yapmaya başlayan istasyonların sadece manuel gözlem verileri (1980-2011) kullanılmıştır. Manuel istasyon ve OMGİ ölçümlerindeki insan kaynaklı hata, hassasiyet farklılıkları (Yılmaz & Darende, 2021), trend analizlerinde kırılmalar ve istatistiksel olarak anlamsız sonuçlar vermesi sebebiyle veri setleri birleştirilmemiştir (Tablo 1).

**Tablo 1.** Çalışmada kullanılan meteoroloji gözlem istasyonları (\* 2012 yılından itibaren otomatik hava istasyonları aracılığıyla yağış verilerinin toplanmaya başladığı istasyonları ifade etmektedir).

**Table 1.** Meteorological stations used in the study (\* indicates stations where precipitation data have started to collect through automated weather stations since 2012).

İstasyon Adı	Sıcaklık Rasat Süresi	Yağış Rasat Süresi	Enlem	Boylam	Yükselti (m)
Alanya	1980-2019	1980-2019	36.5507	31.9803	6
Beyşehir	1980-2019	1980-2019	37.6777	31.7463	1141
Burdur	1980-2019	1980-2019	37.722	30.294	957
Dalaman*	1980-2019	1980-2011	36.7719	28.7986	12
Elmalı*	1980-2019	1980-2011	36.7372	29.9121	1095
Fethiye	1980-2019	1980-2019	36.6268	29.1239	4
Finike	1980-2019	1980-2019	36.3024	30.1458	2
Gazipaşa	1980-2019	1980-2019	36.2715	32.3045	21
Isparta	1980-2019	1980-2019	37.7848	30.5679	997
Kale-Demre*	1982-2019	1982-2011	36.2421	29.979	25
Kaş	1995-2019	1995-2019	36.2002	29.6502	153
Korkuteli*	1980-2019	1980-2011	37.0565	30.191	1017
Köyceğiz*	1980-2019	1980-2011	36.97	28.6869	24
Manavgat*	1980-2019	1980-2011	36.7895	31.441	38
Seydişehir*	1980-2019	1980-2011	37.4267	31.849	1129
Tefenni*	1980-2019	1980-2011	37.3161	29.7792	1142
Uluborlu*	1980-2019	1980-2011	38.086	30.4582	1025
Valvaç*	1980-2019	1980-2011	38.283	31.1778	1096

İndislerdeki trendler hesaplanmadan önce, ‘.txt’ formatında düzenlenen veriler Kalite Kontrol (QC) sürecinden geçirilmiştir. Eğitim analizinde hatalı sonuçlar verebilecek eksik veya hatalı veriler, tespit edilip düzeltilmiştir. Genel olarak, minimum sıcaklığın maksimum sıcaklıktan fazla ve günlük yağış miktarının sıfırın altında ölçüldüğü günler hatalı ve eksik olarak tanımlanmıştır. Dosyadaki bu hatalı ve eksik veriler yerine “-99” yazılmıştır (Alexander & Herold, 2016). Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nden temin edilen günlük yağış verilerinde, ölçümü yapılmamış yıllar olduğu için Kale-Demre istasyonu 1982 ve Kaş istasyonu 1995 yılından itibaren çalışmaya dahil edilmiştir. Kalite kontrol işleminden geçen veriler, homojenlik testine tabi tutulmuştur. Düzenlenen veriler kalite kontrol, homojenlik analizi, trend analizleri, indis hesaplamaları ve analizi süreçlerinden geçirilmiştir.

### 3.2. Homojenlik Analizi

İklim parametrelerine ait bir zaman serisinin homojenliği, değişim veya eğilimin sadece iklimsel değişkenlikten kaynaklanması olarak tanımlanır (Aguilar vd., 2004). Homojenlik testleri ile istasyondaki yer değişimi, çevresindeki değişim, alet değişimi veya doğal değişkenlikten kaynaklanan verilerdeki tekil ve ortak değişim noktaları (kırılma tarihleri) tespit edilebilir (Akçakaya vd., 2013; Demircan vd., 2014). R programı ile çalıştırılan Rhtest, homojen bir referans veri seti ile karşılaştırmalı analizler (Penalized Maximal T Test) yapıldığı gibi, referans serisine gerek duymadan (Penalized Maximal F Test) bir zaman serisine uygulanan doğrusal eğilimli iki fazlı regresyon modeline dayanır (Wang, 2008; Wang vd., 2010). PMF test istatistiği (Wang, 2003; 2008) ile tek bir değişim noktası olduğunda, sonuç oldukça güvenilir olur. Çünkü tek noktadan ayrılan her iki bölümün de homojenliği ayrı ayrı tespit edilir. Fakat birden fazla değişim noktasının varlığı, ilk değişimin değerlendirilme-

sinin doğruluğunu etkileyebilmektedir (Wang, 2003).

Bu çalışmada herhangi bir referans zaman serisi bulunmadığı için günlük maksimum ve minimum sıcaklık verilerine PMF homojenlik testi uygulanmıştır. Diğer yandan günlük yağış verileri, R programı ile aylık toplam verilere çevrilerek (Wang & Feng, 2013) homojenlik testleri yapılmıştır. Veriler programın kabul ettiği ‘.txt’ formatına göre sırasıyla “yıl/ay/gün/yağış/maksimum sıcaklık/minimum sıcaklık” sütunları şeklinde düzenlenmiştir. Sahaya ait meteoroloji istasyonlarındaki homojenlik kontrol edilirken, çalışma periyodu boyunca gerçekleşmiş iklimsel kırılmaların tarihleri de belirlenmiştir.

PMF homojenlik testinde rasat süreleri değişiklik gösterdikçe, kırılma noktalarında da değişimler olmaktadır. Bu yüzden istasyon veri setlerinin aynı süreleri kapsamı, yapılacak çalışmalar için daha sağlıklı sonuçlar verecektir. Aksi halde kırılma noktaları ifade edilirken, yapılan testin bireysel rasat süresini kapsadığı belirtilmelidir.

### 3.3. Mann-Kendall Trend Testi ve Sen Eğilim Testi

Mann-Kendall Trend testi, veri setlerindeki eğilimin varlığı ve yönünü tespit etmek için dağılım parametresi aranmayan, ilk olarak Henry B. Mann tarafından uygulanan ve Maurice G. Kendall tarafından geliştirilen bir analiz yöntemidir (Mann, 1945; Kendall, 1975). Sen Eğilim testi de Pranab Kumar Sen tarafından geliştirilen, N veri setlerindeki eğilimlerin boyutunu tahmin eden doğrusal bir model kullanan parametrik olmayan bir testtir (Sen, 1968). Mann-Kendall Test istatistiği denklemi;

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(X_j - X_i) \quad (1)$$

burada n veri nokta sayısı,  $X_j$  ve  $X_i$  zaman dilimlerindeki veri



değerleri ( $j > i$ ),  $\text{sgn}(X_j - X_i)$  işaret fonksiyonudur:

$$\text{sgn}(X_j - X_i) = \begin{cases} +1 & \text{eğer } X_j - X_i > 0 \\ 0 & \text{eğer } X_j - X_i = 0 \\ -1 & \text{eğer } X_j - X_i < 0 \end{cases} \quad (2)$$

Varyans şu şekilde hesaplanır;

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - 1 \sum_{t=1}^P t_i(t_i-1)(2t_i+5)}{18} \quad (3)$$

burada  $n$  veri nokta sayısıdır,  $P$  bağlı grupların sayısıdır,  $\sum$  tüm bağlı gruplar üzerindeki toplamı gösterir,  $t_i$  ise  $P$  grubundaki veri değerlerinin sayısını ifade eder. Örneklem büyüklüğü  $n > 10$  durumunda veri setinin normal dağılım gösterdiği varsayılır ve varyansı belirlenen testin önemi  $Z$  istatistiği ile belirlenir:

$$Z_s = \begin{cases} \frac{s-1}{\sqrt{\text{Var}(s)}} & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ \frac{s+1}{\sqrt{\text{Var}(s)}} & S < 0 \end{cases} \quad (4)$$

Hesaplanan  $Z_s$  değeri pozitif ise artan; negatif ise azalan bir eğilimin varlığı söz konusudur. Eğer seçilen  $\alpha$  anlamlılık seviyesi  $|Z_s| \leq Z_{\alpha}$  olduğunda boş hipotez kabul edilir, aksi durumda reddedilir.

Herhangi bir dağılıma uyma zorunluluğu olmayan *Sen's Eğilim Hesaplaması*, doğrusal modeldeki eğilimin boyutunu, güvenilir bir şekilde tahmin etmek için kullanılan parametrik olmayan bir yöntemdir. Zamandaki her değişimi, ölçümdeki bir değişiklik olarak hesaplar, eğilim bu doğrultuda ilerler (Sen, 1968);

$$Q_i = \frac{X_j - X_k}{j - k} \quad \text{için } i = 1, \dots, N \quad (5)$$

burada  $X_j$  ve  $X_k$ ,  $j$  ve  $k$  ( $j > k$ ) zamanlarındaki veri değerleridir. Her zaman diliminde sadece bir veri varsa;  $N = n(n-1)/2$ , burada  $n$  zaman dilimini temsil ediyor. Eğer bir ya da daha fazla zaman diliminde çoklu gözlemler varsa;  $N < n(n-1)/2$ , burada  $n$  toplam gözlem sayısıdır.  $Q_i$  değerinin  $N$  değerleri küçükten büyüğe doğru sıralanarak Sen eğiminin medyan değeri hesaplanır;

$$\begin{aligned} N \text{ tek ise; } Q_{med} &= Q_{(n+1)/2} \\ N \text{ çift ise; } Q_{med} &= [(QN/2) + (Q(N+2)/2)] \end{aligned} \quad (6)$$

$Q_{med}$  işareti verinin trendini yansıtırken, değeri trendin dikliğini belirtir.  $N$  değeri hesaplanan eğimlerin sayısını ifade eder. Medyan eğiminin istatistiksel açıdan sıfırdan farklı olup olmadığını belirlemek için,  $Q_{med}$  değerinin güven aralığı bulunmalıdır (Gilbert, 1987):

$$C_{\alpha} = Z_{1-\alpha/2} \sqrt{\text{Var}(S)} \quad (7)$$

burada  $\text{Var}(S)$  değeri, eşitlik (3)'te yer alan formülle hesaplanır.  $Z_{1-\alpha/2}$  standart normal dağıtım tablosundan elde edilir. Sonra,

$M_1 = (n - C_{\alpha})/2$  ve  $M_2 = (N + C_{\alpha})/2$  hesaplanır. En düşük ( $Q_{min}$ ) ve en yüksek ( $Q_{maks}$ ) güven aralıkları limitlerinin en büyüğü  $M_{1th}$  ve  $N$  sıralı eğim tahminlerinin en büyüğü ise  $(M_2+1)th$ 'dir. Eğer  $Q_{min}$  ve  $Q_{maks}$  eş değer işaretlere sahipse,  $Q_{med}$  eğimi

sıfırdan farklıdır. Bu çalışmada istatistiksel anlamlılık  $p \leq 0.05$  değerinde hesaplanmıştır.

Sen's Eğilim analizi, Kendall'ın sıralama korelasyonuna dayanan bir yöntem olduğu için çoğu zaman birlikte kullanılırlar (Yue vd., 2002). Bu çalışmada trend analizleri ve indis çalışmaları için, istatistiksel hesaplama ve grafik programlama dili olan R yazılımı (4.0.4. V) kullanılmıştır (The R Core Team, 2020).

### 3.4. İklim İndisleri

Çalışmalarına 1999 yılında başlayan, Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO)'ne bağlı İklim Değişikliği Belirleme ve İndis Uzman Grubu (ETCCDMI), aşırı hava olayları açısından tanımlayıcı 27 adet indis belirlemiştir (Alexander vd., 2006). ETCCDMI grubunun geliştirdiği ekstrem iklim indisleri ile hem iş yükünü azaltmak hem de kolay ve güvenilir sonuçlar elde edebilmek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda İklimsel Risk ve Sektörel İndisler Uzman Grubu (ET-CRSCI) tarafından R programı tabanlı ClimPACT yazılımı geliştirilmiştir. ClimPACT yazılımı ile birlikte ET-SCI tarafından geliştirilen, birbirine entegre edilmiş indisler; sağlık, tarım ve gıda güvenliği, su kaynakları ve hidroloji alanları için gruplandırılmıştır (Zhang, et al., 2011; Alexander vd., 2013; Alexander & Herold, 2016). Günlük sıcaklık ve yağış parametrelerine ait indis hesaplamaları ClimPACT yazılımı çıktılarına göre ve enterpolasyon haritalarındaki zamansal ve mekansal bütünlüğü sağlamak açısından değişim değerlerinin yıllık zaman ölçeği kapsamında değerlendirilmesi tercih edilmiştir. Bu çalışma için seçilen günlük sıcaklık ve yağış verilerine ait indisler (Tablo 2) ve bu indislere ait trend analizleri, ClimPACT yazılımı ile hesaplanmıştır.

### 3.5. Kriging Enterpolasyon Yöntemi

Ölçümü yapılmış noktalar arasında kalan bir konumun değerini tahmin etmek için kullanılan Kriging yöntemi ilk olarak maden mühendisi Danie G. Krige tarafından geliştirilmiştir (Krige, 1951). Ölçülmüş verilerin ağırlıklı ortalamaları, tahmini yapılacak olan noktalar arasındaki mesafeye dayalı olarak belirlenir. Yöntem ile belirlenen ağırlıklar, yarivariograma ve mekansal konum özelliklerine bağlıdır (Oliver & Webster, 1990; Aydın & Çiçek, 2013). Bu çalışmada kullanılan ordinary kriging enterpolasyon yönteminin temel eşitliği (Oliver & Webster, 1990);

$$Z(S_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(S_i)$$

Burada  $S_i$  i konumunda ölçülen değer,  $\lambda_i$  ith konumunda ölçülen değer için bilinmeyen ağırlık,  $S_0$  tahmini konum,  $N$  ölçülen değerlerin sayısını ifade etmektedir. Kriging yöntemi ile mekansal dağılımı yapılamayan az sayıda indis için, yine Kriging gibi yakınındaki örnek noktaların benzerliğine dayanan IDW enterpolasyon yöntemi tercih edilmiştir. IDW yöntemi, ölçülmüş noktalar ile tahmini yapılacak noktalar arasındaki mesafe arasındaki artışa bağlı olarak hücre değeri hesaplanır. Yani iki nokta arasındaki ilişkinin, mesafeleri ile orantılı olmasına dayanır (Aydın & Çiçek, 2013). Mesafe arttıkça ve ölçülmüş noktalar azaldıkça, tahmini değer doğruluğu da azalır. Bu çalışmada kullanılan sıcaklık ve yağışa ait ekstrem indis verileri, ArcGIS 10.4 programı ile saha üzerinde enterpole edilerek mekansal haritalar üretilmiştir.

**Tablo 2.** ETCCDMI tarafından belirlenen çalışmada kullanılan indisler ve tanımları.

(S = Sağlık, TGG = Tarım ve Gıda Güvenliği, SKH = Su Kaynakları ve Hidroloji)

**Table 2.** Indices and definitions used in the study that determined by ETCCDMI.

(S = Health, TGG = Agriculture and Food Security, SKH = Water Resources and Hydrology)

İndis Adı	Tanım	Birim	Sektör
FD – Donlu Günler	Minimum sıcaklık < 0°C olduğu günler	gün	S, TGG
ID – Buzlu Günler	Maksimum sıcaklık < 0°C olduğu günler	gün	S, TGG
SU – Yaz Günleri	Maksimum sıcaklık > 25°C olduğu günler	gün	S
TR – Tropikal Geceler	Minimum sıcaklık > 20°C olduğu günler	gün	S, TGG
TXm – Ortalama Max Sıcaklık	Günlük Maksimum Sıcaklık Ortalaması	°C	S, TGG, SKH
TXx – Max Tmax	Maksimum sıcaklık maksimumu	°C	TGG
TNm – Ortalama Min Sıcaklık	Günlük Minimum Sıcaklık Ortalaması	°C	S, TGG, SKH
TNn – Min Tmin	Minimum sıcaklık minimumu	°C	TGG
DTR – Günlük Sıcaklık Aralığı	Tmax – Tmin	°C	S, TGG, SKH
WSDI – Sıcak Devre Süresi Göstergesi	Tmax > normalinin %90 percentil olduğu en az 6 ardışık gün sayısı	gün	S, TGG, SKH
CSDI – Soğuk Devre Süresi Göstergesi	Tmin < normalinin %10 percentil olduğu en az 6 ardışık gün sayısı	gün	S, TGG
TX10p – Serin Günler	Tmax < normalinin %10 percentil olduğu günler	%	S, TGG, SKH
TN10p – Serin Geceler	Tmin < normalinin %10 percentil olduğu günler	%	S, TGG, SKH
TX90p – Sıcak Günler	Tmax > normalinin %90 percentil olduğu günler	%	S, TGG, SKH
TN90p – Sıcak Geceler	Tmax > normalinin %90 percentil olduğu günler	%	S, TGG, SKH
GSL – Gelişme Sezonu Uzunluğu	T > 5 °C olan ilk 6 gün ile T < 5 °C olan ilk 6 gün arasındaki günler toplamı	gün	TGG
HWN(Tx90) – Sıcak Hava Dalgası Sayısı (Perkins & Alexander, 2013)	KYK'de Mayıs ve Eylül ayları arasında, normalinin Tx90 percentilden fazla olduğu 3 veya daha fazla gün	olay	S, TGG, SKH
Rx1day – 1 Günlük Maksimum Yağış	1 günlük maksimum yağış miktarı	mm	S, TGG, SKH
Rx5day – 5 Günlük Maksimum Yağış	5 günlük ardışık maksimum yağış miktarı	mm	S, TGG, SKH
SDII – Günlük Yağış Yoğunluğu	Yıllık yağış toplamı / Yağışlı gün sayısı	mm/gün	S, TGG, SKH
R95p – Çok Islak Günler	Yağış normali > %95 percentil	mm	S, TGG, SKH
R99p – Aşırı Islak Günler	Yağış normali > %99 percentil	mm	S, TGG, SKH
PRCPTOT – Yıllık Toplam Yağış	Toplam yağış ≥ 1 mm	mm	S, TGG, SKH

#### 4. Bulgular ve Tartışma

##### 4.1. Veriler ve Homojenlik Test Bulguları

PMF (Penalized Maximal F Test) yöntemi ile istasyon veri setlerindeki değişim noktaları (kırılma tarihleri) belirlenmiştir. Analizler, R programında RhtestsV5 uzantısı ile yapılmıştır. Homojenlik analizlerinde 1980-2019 yıllarını kapsayan sıcaklık verilerine sahip; Beyşehir, Burdur, Kale-Demre, Kaş, Korkuteli, Köyceğiz, Manavgat, Seydişehir istasyonlarında homojen sonuçlar elde edilmiştir. Diğer yandan Alanya, Dalaman, Elmalı, Fethiye, Finike, Gazipaşa, Isparta, Tefenni, Uluborlu, Yalvaç istasyonlarının maksimum sıcaklık verileri homojen çıkarken, değişim noktalarının minimum sıcaklık verilerinde yoğunlaştığı tespit edilmiştir (Tablo 3). Son olarak aylık yağış verilerinde herhangi bir değişim noktasına rastlanmamıştır.

Homojenlik analizleri sonucunda bölgedeki istasyonlarda tespit edilen ortak değişim noktaları; 1990 ve 2010'ların başı olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. PMF Testindeki değişim noktalarına neden olan etkenler; istasyon yerinin değiştirilmesi, ölçüm aletlerinde veya istasyonunun çevresinde meydana gelen fiziksel değişimlerdir (Wang vd., 2010). Ayrıca, iklimdeki doğal değişkenlik ve özellikle minimum sıcaklıklarda kırılma-

lara sebep olan şehir ısı adası faktörleri de kırılmalara sebep olmaktadır (Akçakaya vd., 2013). Demircan'ın (2019) çalışmasına göre istasyonlardan Isparta 1992, Alanya 1994, Dalaman 1984, Beyşehir 1982 yıllarında bireysel kırılma tarihleri tespit edilirken; Finike'de 1985 ve Alanya'da 1990 yıllarında alet değişimi olmuştur. Finike'deki alet değişiminin etkisi bu çalışmada tespit edilmezken, Alanya'daki kırılma noktasının, 90'ların başında yapılan alet değişikliğinden kaynaklanmış olması mümkündür. Fakat Alanya istasyonu 2010'ların başında özellikle minimum sıcaklıklarda bir kırılma daha yaşamıştır.

Bu doğrultuda 1990 ve 2010'ların başlarında tespit edilen eğilimdeki kırılmalar, yer değişikliği olmadığı için ısrar ya da sıçrama şeklinde bir zamansal değişkenlik bileşenine işaret etmektedir. Dolayısıyla ortak kırılma tarihlerine sahip istasyonlar veri setinden çıkarılmamıştır. Keza Doğu Akdeniz'de iklim indislerindeki değişimlerin 1990'ların başından itibaren artmaya başladığı literatürdeki çalışmalarda mevcuttur (Erlat & Türkeş, 2013; Türkeş, 2012; Dün & Gönençgil, 2021). Özellikle 90'lardaki değişimlerde El Niño Güneyli Salınımının da yoğun katkısı olmuştur (WMO, 1999). Aynı şekilde 2010'ların başından itibaren yoğunlaşan sıcaklık artışları ile birlikte 2011-2020 dönemi, kayıtlara en sıcak 10 yıl şeklinde geçmiştir (WMO, 2020).



**Tablo 3.** Minimum sıcaklık verilerinde tespit edilen ortak değişim noktaları.**Table 3.** Common changepeints detected on minimum temperature datas.

Değişim (Kırılma) Noktaları	İstasyon Adı
1991, 1992, 1993	Alanya, Elmali, Fethiye, Isparta, Tefenni, Uluborlu, Yalvaç
2011, 2012	Alanya, Dalaman, Fethiye, Finike, Gazipaşa (2014)

#### 4.2. Trend Analizleri ve İndis Bulguları

Bölgeye ait günlük sıcaklık ve yağış verilerine ait ekstrem indis ve trend analizleri, R temelli ClimPACT2 uzantısında analiz edilmiştir. İstasyonlarda hesaplanan indislerin eğilim değerleri üst satırda, eğilimlerin “gün, °C, %, olay, mm, mm/gün” cinsin-

den değişimi alt satırda olmak üzere, anlamlılık seviyeleri ile birlikte Tablo 4’te verilmiştir. İndislerdeki eğilimler ve değişim değerleri, istasyonların rasat sürelerini kapsamaktadır (Tablo 1). İncelenen sıcaklık indislerinde, kıyı-iç bölgeler ve alçak-yüksek kesimler arasındaki farklılık net şekilde gözlemlenmiştir.

**Tablo 4.** Kendall temelli Sen’s Eğilim testi bulguları (Üst satır eğilim değerlerini; alt satır değişimleri ifade etmektedir. Eğilim değerleri anlamlı (%95) bulunan indisler, kalın punto ile gösterilmiştir).**Table 4.** Kendall-based Sen’s Trend test findings (Top line represents trend values; bottom line. represents the changes. Indices with significant (%95) trend values are shown as bold).

İndisler (Yıllık)	gün							°C				
	FD	ID	SU	TR	WSDI	CSDI	GSL	TXm	TXx	TNm	TNn	DTR
Alanya	0.0 -	0.0 -	<b>0.8</b> <b>32</b>	<b>2.2</b> <b>88</b>	<b>0.4</b> <b>16</b>	<b>-0.9</b> <b>-36</b>	0.0 -	<b>0.06</b> <b>2.4</b>	<b>0.09</b> <b>3.6</b>	<b>0.1</b> <b>4</b>	<b>0.07</b> <b>2.8</b>	<b>-0.05</b> <b>-2</b>
Beyşehir	-0.2 -8	-0.1 -4	<b>0.5</b> <b>20</b>	0.02 0.8	0.4 16	-0.1 -4	<b>1.06</b> <b>42.4</b>	<b>0.05</b> <b>2</b>	<b>0.06</b> <b>2.4</b>	0.01 0.4	-0.03 -1.2	<b>0.03</b> <b>1.2</b>
Burdur	<b>-0.5</b> <b>-20</b>	-0.06 -2.4	<b>0.5</b> <b>20</b>	<b>0.2</b> <b>8</b>	<b>0.6</b> <b>24</b>	<b>-0.2</b> <b>-8</b>	0.36 14.4	<b>0.06</b> <b>2.4</b>	<b>0.08</b> <b>3.2</b>	<b>0.03</b> <b>1.2</b>	0.0 -	<b>0.03</b> <b>1.2</b>
Dalaman	0.02 0.8	0.0 -	<b>0.9</b> <b>36</b>	<b>0.49</b> <b>19.6</b>	<b>0.19</b> <b>7.6</b>	-0.06 -2.4	0.0 -	<b>0.06</b> <b>2.4</b>	<b>0.05</b> <b>2</b>	0.01 0.4	-0.02 -0.8	<b>0.05</b> <b>2</b>
Elmalı	<b>-0.5</b> <b>-20</b>	-0.01 -0.4	<b>0.3</b> <b>12</b>	0.01 0.4	<b>0.4</b> <b>16</b>	<b>-0.2</b> <b>-8</b>	<b>0.79</b> <b>31.6</b>	<b>0.06</b> <b>2.4</b>	<b>0.06</b> <b>2.4</b>	<b>0.02</b> <b>0.8</b>	0.03 1.2	<b>0.03</b> <b>1.2</b>
Fethiye	-0.17 -6.8	0.0 -	<b>0.7</b> <b>28</b>	<b>2.8</b> <b>112</b>	0.09 3.6	<b>-0.3</b> <b>-12</b>	0.02 0.8	<b>0.05</b> <b>2</b>	<b>0.04</b> <b>1.6</b>	<b>0.1</b> <b>4</b>	<b>0.07</b> <b>2.8</b>	<b>-0.05</b> <b>-2</b>
Finike	0.0 -	0.0 -	<b>0.5</b> <b>20</b>	<b>2.6</b> <b>104</b>	0.15 6	<b>-0.6</b> <b>-24</b>	0.0 -	<b>0.03</b> <b>1.2</b>	0.02 0.8	<b>0.09</b> <b>3.6</b>	<b>0.06</b> <b>2.4</b>	<b>-0.05</b> <b>-2</b>
Gazipaşa	0.0 -	0.0 -	<b>0.4</b> <b>16</b>	<b>1.4</b> <b>56</b>	<b>0.2</b> <b>8</b>	<b>-0.18</b> <b>-7.2</b>	<b>-0.01</b> <b>-0.4</b>	<b>0.04</b> <b>1.6</b>	<b>0.04</b> <b>1.6</b>	<b>0.05</b> <b>2</b>	0.0 -	-0.01 -0.4
Isparta	<b>-0.6</b> <b>-24</b>	-0.04 -1.6	<b>0.37</b> <b>14.8</b>	<b>0.06</b> <b>2.4</b>	<b>0.3</b> <b>12</b>	<b>-0.25</b> <b>-10</b>	<b>1.09</b> <b>43.6</b>	<b>0.05</b> <b>2</b>	<b>0.06</b> <b>2.4</b>	<b>0.06</b> <b>2.4</b>	0.04 1.6	-0.01 -0.4
Kale-Demre	<b>-0.15</b> <b>-6</b>	0.0 -	<b>0.67</b> <b>26.8</b>	<b>1.88</b> <b>75.2</b>	0.2 8	<b>-0.77</b> <b>-30.8</b>	-0.01 0.4	<b>0.05</b> <b>2</b>	<b>0.05</b> <b>2</b>	<b>0.07</b> <b>2.8</b>	<b>0.06</b> <b>2.4</b>	<b>-0.02</b> <b>-0.8</b>
Kaş	-0.01 -0.4	0.0 -	<b>0.68</b> <b>27.2</b>	<b>1.09</b> <b>43.6</b>	0.07 2.8	<b>-0.4</b> <b>-16</b>	0.01 0.4	<b>0.05</b> <b>1.25</b>	0.01 0.4	<b>0.07</b> <b>1.75</b>	0.05 2	<b>-0.002</b> <b>-0.08</b>
Korkuteli	<b>-0.48</b> <b>-19.2</b>	-0.01 -0.4	<b>0.48</b> <b>19.2</b>	<b>0.08</b> <b>3.2</b>	<b>0.5</b> <b>20</b>	-0.03 -1.2	<b>1.24</b> <b>49.6</b>	<b>0.06</b> <b>2.4</b>	<b>0.06</b> <b>2.4</b>	<b>0.03</b> <b>1.2</b>	0.02 0.8	<b>0.027</b> <b>1.08</b>
Köyceğiz	<b>-0.26</b> <b>-10.4</b>	0.0 -	<b>0.49</b> <b>19.6</b>	<b>1.58</b> <b>63.2</b>	<b>0.18</b> <b>7.2</b>	<b>-0.3</b> <b>-12</b>	0.03 1.2	<b>0.04</b> <b>1.6</b>	0.03 1.2	<b>0.06</b> <b>2.4</b>	0.03 1.2	<b>-0.025</b> <b>-1</b>
Manavgat	0.0 -	0.0 -	<b>0.7</b> <b>28</b>	<b>1.19</b> <b>47.6</b>	<b>0.14</b> <b>5.6</b>	<b>-0.26</b> <b>-10.4</b>	0.0 -	<b>0.06</b> <b>2.4</b>	<b>0.06</b> <b>2.4</b>	<b>0.05</b> <b>2</b>	0.02 0.8	0.01 0.4
Seydişehir	-0.3 -12	-0.25 -10	<b>0.56</b> <b>22.4</b>	<b>0.1</b> <b>4</b>	<b>0.4</b> <b>16</b>	<b>-0.15</b> <b>-6</b>	<b>1.19</b> <b>47.6</b>	<b>0.07</b> <b>2.8</b>	<b>0.08</b> <b>3.2</b>	<b>0.02</b> <b>0.8</b>	-0.02 -0.8	<b>0.04</b> <b>1.6</b>
Tefenni	<b>-0.6</b> <b>-24</b>	-0.02 -0.8	<b>0.48</b> <b>19.2</b>	0.01 0.4	<b>0.2</b> <b>8</b>	<b>-0.2</b> <b>-8</b>	<b>1.19</b> <b>47.6</b>	<b>0.05</b> <b>2</b>	<b>0.05</b> <b>2</b>	<b>0.03</b> <b>1.2</b>	0.03 1.2	<b>0.01</b> <b>0.4</b>
Uluborlu	0.0 -	-0.08 -3.2	<b>0.6</b> <b>24</b>	0.01 0.4	<b>0.4</b> <b>16</b>	-0.02 -0.8	<b>0.89</b> <b>35.6</b>	<b>0.06</b> <b>2.4</b>	<b>0.07</b> <b>2.8</b>	-0.01 -0.4	-0.05 -2	<b>0.07</b> <b>2.8</b>
Yalvaç	-0.4 -16	-0.07 -2.8	<b>0.59</b> <b>23.6</b>	0.03 1.2	<b>0.4</b> <b>16</b>	-0.09 -3.6	<b>1.04</b> <b>41.6</b>	<b>0.06</b> <b>2.4</b>	<b>0.07</b> <b>2.8</b>	<b>0.02</b> <b>0.8</b>	0.0 -	<b>0.003</b> <b>0.12</b>

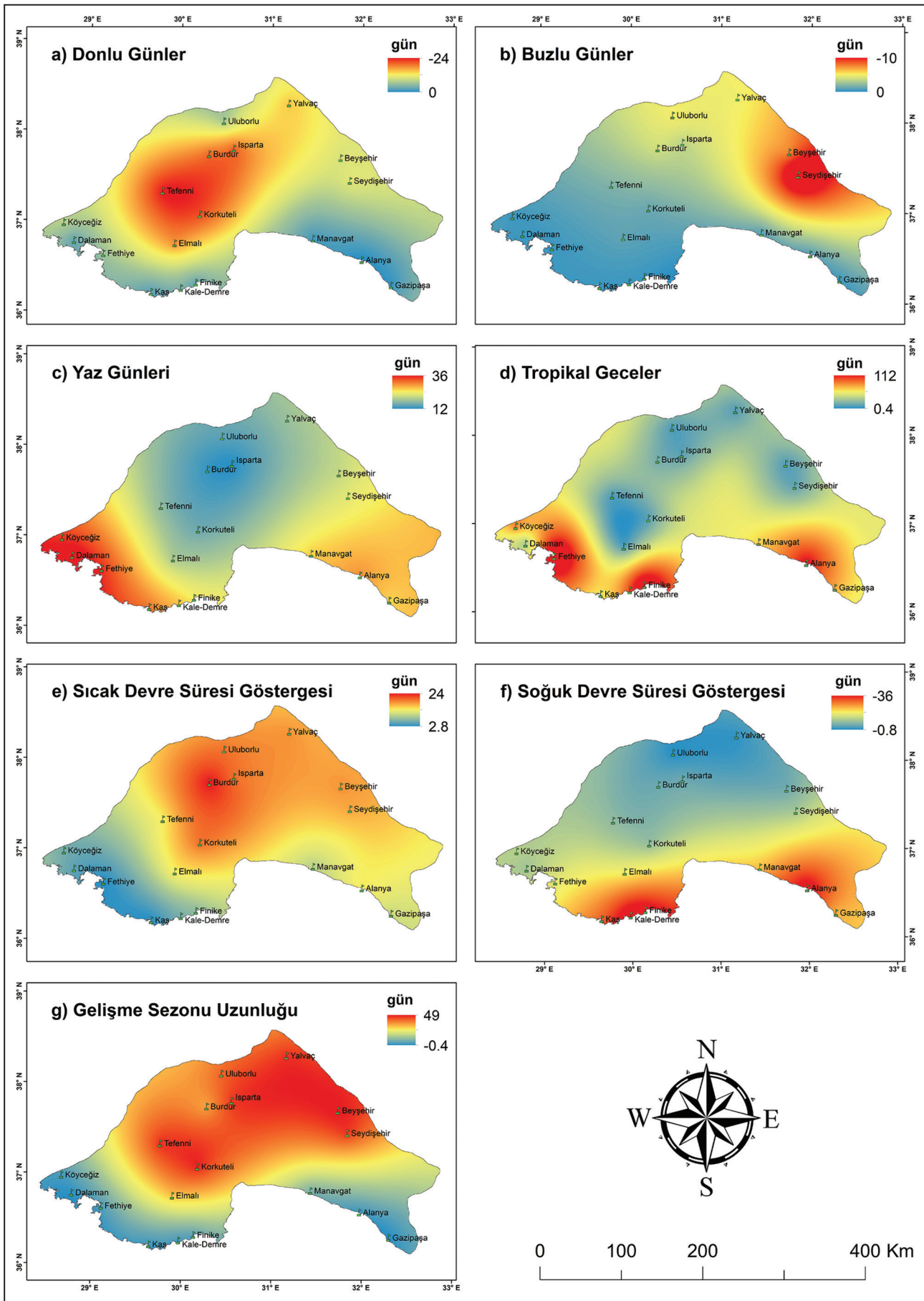
İndisler (Yıllık)	%				mm					mm/gün	olay
	TX10p	TN10p	TX90p	TN90p	R95p	R99p	Rx1day	Rx5day	PRCPTOT	SDII	HWN Tx90
Alanya	-0.5 -20	-0.8 -32	0.4 16	0.7 28	-0.7 -28	-2 -80	-0.79 -31.6	-0.8 -32	-1.54 -61.6	-0.01 -0.4	0.09 3.6
Beyşehir	-0.19 -7.6	-0.1 -4	0.3 12	0.09 3.6	0.7 28	-0.1 -4	0.05 2	0.2 8	1.9 76	-0.06 -2.4	0.07 2.8
Burdur	-0.26 -10.4	-0.25 -10	0.4 16	0.24 9.6	-0.17 -6.8	-0.17 -6.8	0.07 2.8	0.29 11.6	0.42 16.8	-0.004 -0.16	0.09 3.6
Dalaman	-0.4 -16	-0.1 -4	0.3 12	0.05 2	0.04 1.28	1.6 51.2	0.5 16	0.5 16	0.5 16	0.046 1.472	0.05 2
Elmalı	-0.3 -12	-0.25 -10	0.3 12	0.1 4	1.3 41.6	1.6 51.2	0.3 9.6	0.2 6.4	2.65 84.8	0.03 0.96	0.09 3.6
Fethiye	-0.3 -12	-0.7 -28	0.35 14	0.59 23.6	1.1 44	0.89 35.6	0.07 2.8	0.57 22.8	3.5 140	0.07 2.8	0.08 3.2
Finike	-0.3 -12	-0.75 -30	0.2 8	0.58 23.2	0.95 38	0.88 35.2	0.28 11.2	0.01 0.4	1.93 77.2	0.07 2.8	0.04 1.6
Gazipaşa	-0.3 -12	-0.4 -16	0.2 8	0.3 12	1.86 74.4	-0.4 -16	0.09 3.6	-0.04 -1.6	1.2 48	0.02 0.8	0.03 1.2
Isparta	-0.25 -10	-0.49 -19.6	0.25 10	0.23 9.2	0.93 37.2	1.34 53.6	0.35 14	0.28 11.2	2.2 88	0.009 0.36	0.06 2.4
Kale-Demre	-0.4 -16	-0.66 -26.4	0.3 12	0.4 16	7.7 231	3.4 102	1.87 56.1	3.62 108.6	10.5 312	0.2 6	0.06 2.4
Kaş	-0.59 -23.6	-0.6 -24	0.2 8	0.4 16	0.3 7.5	3.19 79.75	1.5 37.5	0.47 11.75	4.02 100.5	0.09 2.25	0.01 0.4
Korkuteli	-0.2 -8	-0.26 -10.4	0.37 14.8	0.19 7.6	2 64	0.5 16	0.6 19.2	0.78 24.96	3 96	0.04 1.28	0.1 4
Köyceğiz	-0.2 -8	-0.47 -18.8	0.17 6.8	0.38 15.2	4.3 137.6	2.2 70.4	0.86 27.52	0.04 1.28	2.27 72.64	0.04 1.28	0.04 1.6
Manavgat	-0.4 -16	-0.4 -16	0.3 12	0.29 11.6	1.1 35.2	-0.8 -25.6	-0.47 -15.04	0.01 0.32	0.29 9.28	0.06 1.92	0.07 2.8
Seydişehir	-0.29 -11.6	-0.16 -6.4	0.3 12	0.1 4	1.9 60.8	-0.2 -6.4	0.007 0.224	0.5 16	3.5 112	0.03 0.96	0.06 2.4
Tefenni	-0.26 -10.4	-0.28 -11.2	0.2 8	0.1 4	0.9 28.8	-0.3 -9.6	0.02 0.64	0.1 3.2	1.75 56	0.025 0.8	0.05 2
Uluborlu	-0.27 -10.8	0.01 0.4	0.3 12	-0.15 -6	2.2 70.4	1.7 54.4	0.009 0.288	0.01 0.32	2.09 66.88	0.0 -	0.04 1.6
Yalvaç	-0.27 -10.8	-0.17 -6.8	0.3 12	0.1 4	-0.2 -6.4	-0.6 -19.2	-0.16 -5.12	-0.05 -1.6	0.1 3.2	-0.05 -1.6	0.04 1.6

**Gün bazlı indisler**e bakıldığında; kıyı kesimlerde denizelliğin etkisiyle nadir görülen; iç ve yüksek kesimlerde karasallığın etkisiyle daha çok yaşanan donlu günler (**FD**) ve buzlu günler (**ID**) genel olarak azalma eğilimindeyken, anlamlılık değerleri değişiklik göstermiştir. Azalma eğilimleri; donlu günler indisinde kıydan uzak ve yüksek kesimlerde, buzlu günler ise Beyşehir-Seydişehir kesiminde yoğunlaşmıştır (Şekil 3a-b). Çalışma sahası özelinde azalma eğilimi, diğer çalışmalar ile benzer sonuçlar vermiştir (Şensoy vd., 2013; Acar Deniz & Gönençgil, 2017). Yaz günleri (**SU**) ve tropik geceler (**TR**) indisleri genel olarak anlamlı artış eğilimleri gösterirken; her iki indise ait günler, kıyı kesimlerdeki istasyonlarda daha fazla artmıştır (Şekil 3c-d). Yazın güneyli sistemlerin etkisi ve Akdeniz Havzasında sıcaklığın küresel ortalamadan daha hızlı artması ile kıyı kesimlerde yaz günleri ve tropik gecelerdeki artış eğilimleri, önceki çalışmalar ile paralellik göstermektedir (Erlat & Türkeş, 2013; Pfeifer vd., 2019).

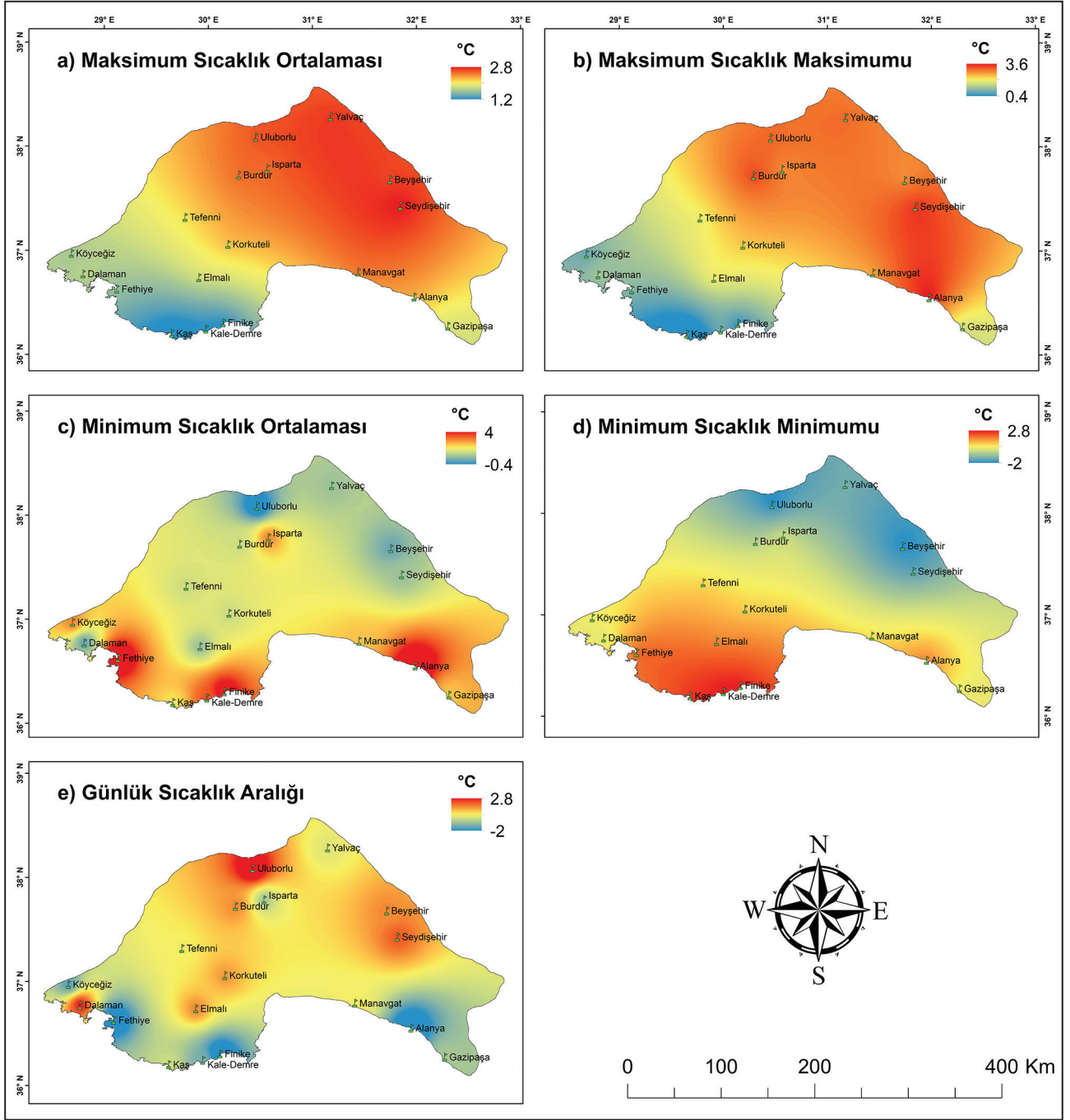
İstasyonların çoğunluğunda sıcak devre süresi indikatörü (**WSDI**) anlamlı artış eğilimindeyken, soğuk devre süresi indikatörü (**CSDI**) anlamlı azalma eğilimleri göstermiştir. Sıcak

devre süresi kıydan uzak yüksek kesimlerde gün bazında artış gösterirken, soğuk devre süresi ise kıyı kesimlerde azalmalar göstermiştir (Şekil 3e-f). Akdeniz Bölgesi, 1950-2017 yılları için her on yılda 3.4 gün ile ülkemiz coğrafi bölgeleri içerisinde en hızlı artış gösteren sıcak dönem süresi (Erlat & Güler, 2018), çalışmamızda da 40 yıllık süre içerisinde özellikle yüksek ve iç kesimlerde 24 güne varan artışlar göstermiştir. Aynı çalışmada soğuk devre süresinin, ülkemizde yine en belirgin şekilde Akdeniz Bölgesi'nde azalması, artan sıcaklıkların bölgedeki ekstrem sıcaklıklar üzerinde oldukça şiddetli etkisi olduğunu göstermiştir. Sıcak dönem sürelerinin artması, bölgede kuraklık ve orman yangını tehlikesinin artmasıyla sebep olabilmektedir. Gelişme sezonu uzunluğu (**GSL**) indisleri genel olarak iç ve yüksek kesimlerdeki istasyonlarda anlamlı artışlar göstermiştir (Şekil 3g). Bölgedeki tarımsal faaliyetler açısından olumlu bir sonuç olarak bitki gelişme sezonuna ait günler, genel olarak artma eğilimindedir. Gelişme sezonu uzunluğunun sahil kesimleri dışındaki bölgelerde daha fazla artması, yaz mevsimindeki tarım ürünleri için olumlu olsa da kış soğuğuna ihtiyaç duyan meyve ağaçları için olumsuz etki gösterebilir (Şensoy vd., 2013).





Şekil 3. Araştırma sahasındaki istasyonlarda gün bazlı değişimler.  
 Figure 3. Day-based changes at stations in the research area.



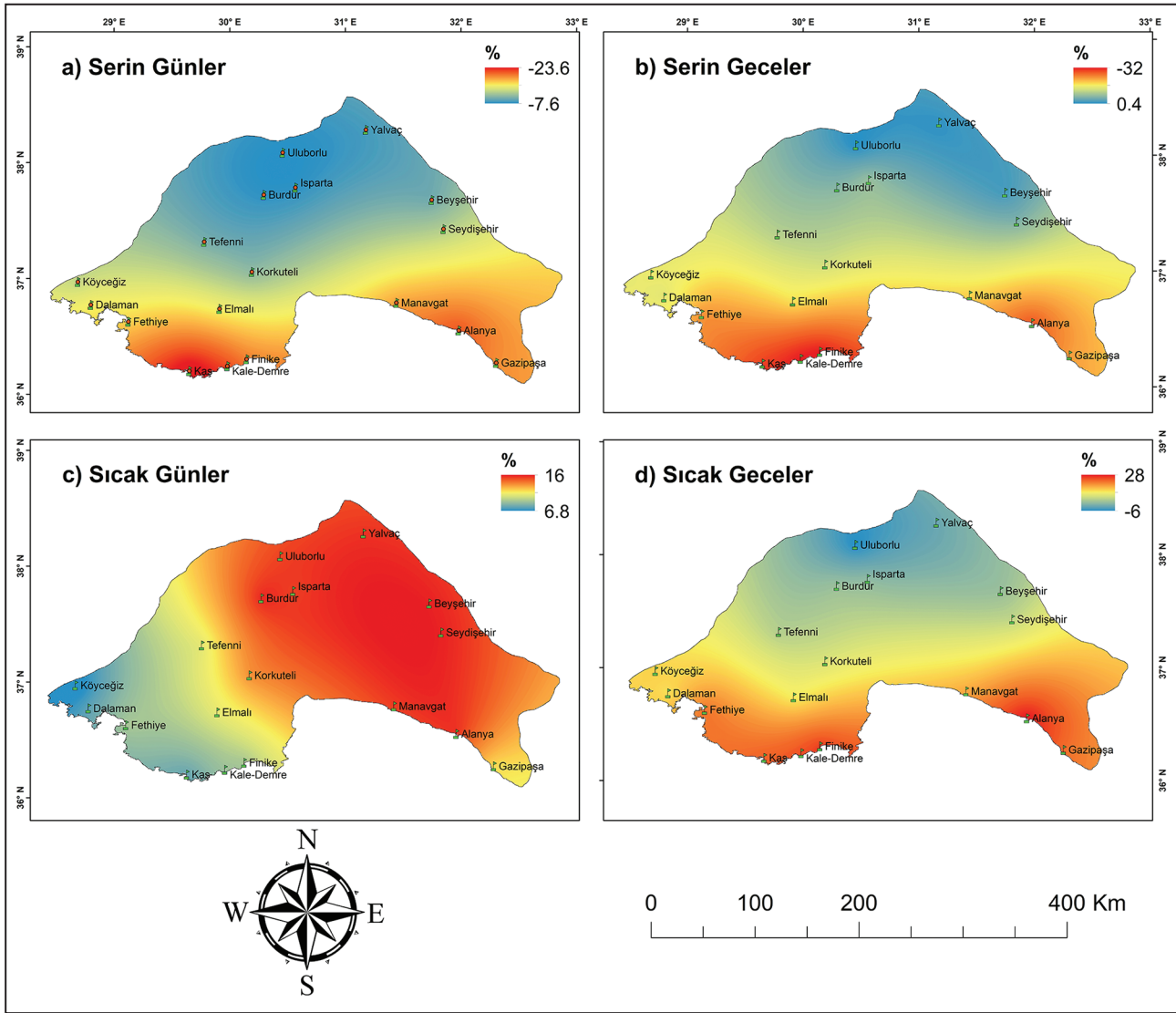
Şekil 4. Araştırma sahasındaki istasyonlarda derece (°C) bazlı değişimler.  
Figure 4. Degree-based changes at stations in the research area.

Derece (°C) bazlı indislere bakıldığında; maksimum sıcaklık ortalaması (TXm) ve maksimum sıcaklık maksimumu (TXx) yaklaşık olarak tüm istasyonlarda istatistiksel açıdan anlamlı artışlar sergilemiştir. Maksimum değerlerdeki değişimler, daha çok doğu kıyıları ve iç kesimlerde benzer şekilde yoğunlaşırken, genellikle 2.4°C artış göstermiştir (Şekil 4a-b). Maksimum sıcaklık ortalamasının daha çok iç kesimlerde karasallığın etkisiyle daha fazla artması, iç bölgelerdeki kuraklık ve buharlaşmanın şiddetini artırmaktadır. Bu durum bölgedeki su kaynakları açısından oldukça tehlikelidir. Minimum sıcaklık ortalaması (TNm) genel olarak anlamlı artışlar gösterirken, minimum sıcaklık minimumu (TNn) istasyonlara göre değişiklik göstermiştir. Minimum sıcaklık ortalama değerleri, en ciddi artışı 4 °C ile Alanya ve Fethiye istasyonlarında göstermiştir (Şekil 4c-d). Minimum sıcaklıklar özellikle yaz aylarında, şehir ısı adası etkisinde kuvvetli artış eğilimleri göstermektedir (Acar Deniz

& Gönençgil, 2017). Günlük sıcaklık aralığı (DTR) indisindeki değişimler, daha çok kıyılardan uzak iç kesimlerdeki istasyonlarda tespit edilmiştir (Şekil 4e). Minimum sıcaklıkların, maksimum sıcaklık değerlerinden daha fazla artması ve dolayısıyla günlük sıcaklık aralığının azalması, bölgesel açıdan diğer çalışmalar ile benzerlik göstermektedir (Türkeş & Sarıç, 2007; Şensoy vd., 2013; Karabulut, 2012; Dün & Gönençgil, 2021).

Yüzde (%) bazlı indislere bakıldığında, serin günler (TX10p) ve serin geceler (TN10p) genel olarak tüm istasyonlarda anlamlı azalmalar sergilemiştir. Bu değişim en çok kıyılardan uzak ve iç kesimlerde yoğunlaşmıştır (Şekil 5a-b). Diğer yandan sıcak günler (TX90p) sahanın doğusunda kıyı ve iç kesimlerde anlamlı olarak artma eğilimi göstermiştir (Şekil 5c). Akdeniz'den İç Anadolu Bölgesi'ne doğru geçiş iklimi özellikleri gösteren sahalarda sıcak günler daha fazla artmıştır. Sıcak geceler (TN90p) indisi





Şekil 5. Araştırma sahasındaki istasyonlarda yüzde (%) bazlı değişimler.  
Figure 5. Percentage-based changes at stations in the research area.

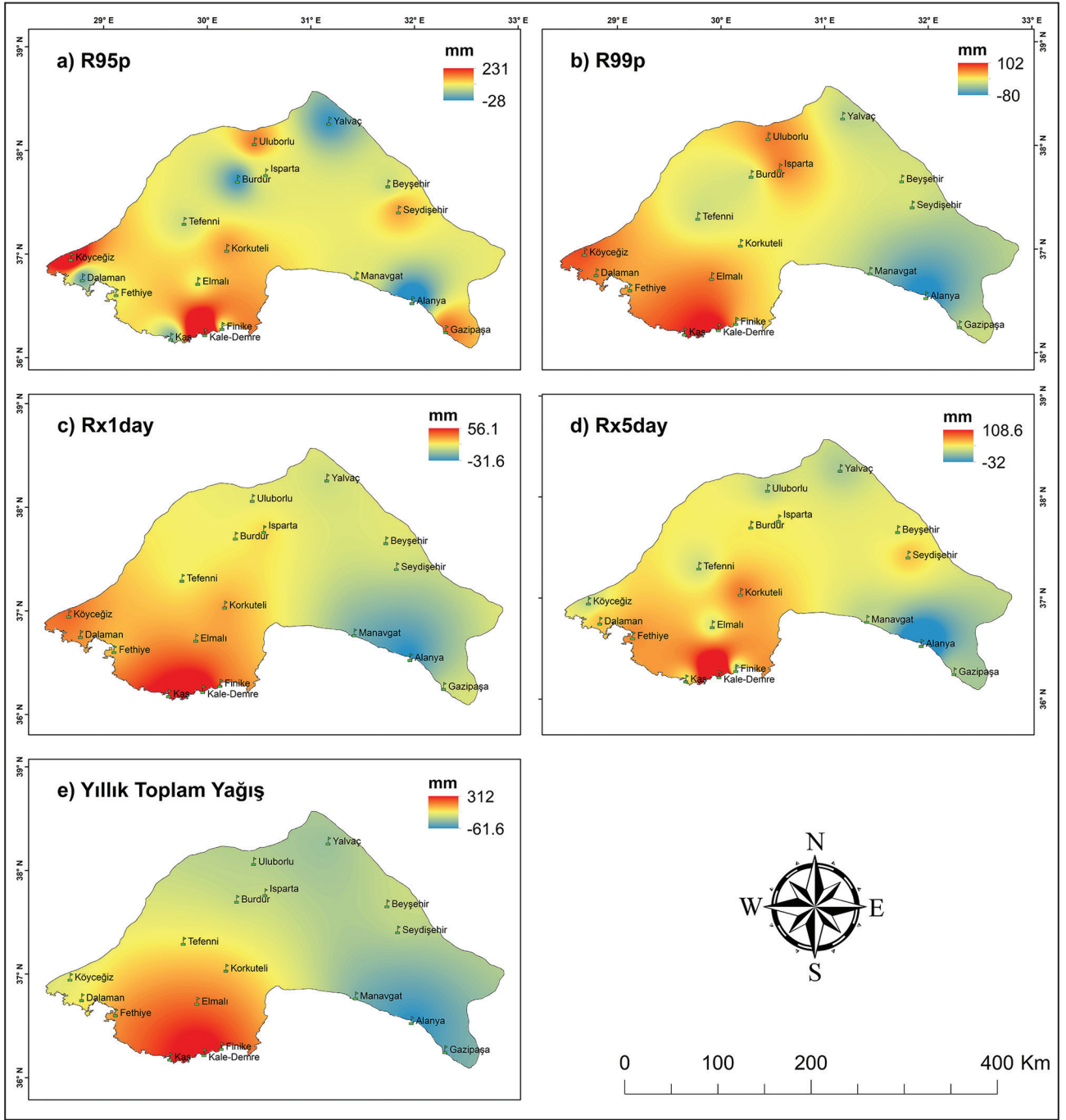
ise genel olarak sahanın kıyı kesimlerinde anlamlı artışlar sergilemiştir (Şekil 5d). Değişen iklim ile birlikte bölgede artan sıcaklıklar genel olarak; serin gün ve gecelerin azalmasına, sıcak gün ve gecelerin artmasına sebep olmuştur. Türkiye'nin güney kesimlerinde, 1990'ların ortalarından bu yana daha belirgin olan sıcak günlerin sıklığında artan eğilim (Acar Deniz & Gönengil, 2015; Şensoy vd., 2013), çalışmamızda homojenlikteki ortak kırılma tarihlerine denk gelmiştir. Bu açıdan yüzde bazlı indislerdeki değişimlerin sonuçları, literatürdeki diğer çalışmaların sonuçları ile paralellik göstermektedir.

**Yağış (mm) bazlı indislere** bakıldığında; 30 yıllık yağış rasatına sahip Kale-Demre istasyonu **R95p**, **Rx1day** ve **Rx5day** indislerinde; Elmalı ve Isparta istasyonları da **R99p** indisinde anlamlı artışlar göstermiştir (Şekil 6). Bölge özelinde yapılan bir çalışmada (Yücel, 1958) güneyli sistemlerle gelen ekstrem yağışların, Demre ovasında taşkınlar sebep olduğunu; özellikle Akdeniz'e bakan kıyı ve yüksek kesimlerinde etkisini arttırdığını belirtmiştir.

Akdeniz Havzasında oluşan siklonik depresyonlar ve doğuya doğru etki gösteren cephesel sistemler (Xoplaki, 2002; Tatlı vd., 2004; Sarış vd., 2010), çalışma sahasının özellikle batısındaki yağış ekstremleri üzerinde etkili olmaktadır. Yapılan çalış-

malarda Akdeniz özelinde kış yağışlarında azalma eğilimleri olduğu (Xoplaki, 2002), yağışların gerçekleşme olasılığının bahar dönemlerine kaydığı (Ramos, 2001), yıllık yağış toplamında zayıf bir azalma eğilimi olduğu (Türkeş vd., 2007) belirtilmiştir. Türkeş vd., (2007) Doğu Akdeniz Havzası ve Türkiye'de gözlenen bu azalma eğilimlerinin, kışın Akdeniz'deki alçak basınç sıklıklarında azalma ve yüksek basınç koşullarında görülen artışlar ile bağlantılı olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışma sahası özelinde Manavgat, Alanya, Gazipaşa kıyı kesimleri ve iç bölgeler açısından yağış ekstremleri ve yıllık toplamdan elde edilen sonuçlardaki azalma eğilimleri önceki çalışmalar ile benzerlikler göstermektedir. Fakat bu çalışmada özellikle Teke Yöresinin Akdeniz'e bakan güney kıyılarındaki Kaş, Demre, Finike; batısında Fethiye, Dalaman, Köyceğiz ve Elmalı gibi yüksek kesimlerinde yağış ekstremleri ve toplam yağışlar artma eğiliminde olmuştur. Yasan vd. (2019) yaptıkları çalışmada toplam yağışların; Teke yarımadasının özellikle güneye bakan yamaçlarında ve batısında yoğunlaştığını ve yüksek kesimlerde 1649 mm'lere kadar ulaşabildiğini belirtmiştir. Tatlı vd. (2004) yaptıkları çalışmada yağış şiddetinin kıyı bölgelerde, bakı ve topografyanın etkisi altında olduğunu ifade etmiştir. Teke yarımadasının özellikle Akdeniz'e bakan kıyı ve yüksek kesimlerindeki yağış ekstremlerinin artmasında; Akdeniz'de oluşan



Şekil 6. Araştırma sahasındaki istasyonlarda yağış (mm) bazlı değişimler.  
Figure 6. Precipitation-based changes at stations in the research area.

cephesel sistemlerin bölge üzerindeki etkisi, ayrıca yükseltinin kıyı çizgisine paralel bir şekilde aniden artmasının sonucunda meydana gelen güçlü orografik yağışlar sebep olarak gösterilebilir. Önemli derecede etkili bir diğer sebep ise; Akdeniz deniz suyu sıcaklıklarında (MGM, 2020) meydana gelen artışlardır.

Toplam yağış (**PRCPTOT**) indisi sadece Korkuteli istasyonunda anlamlı artış sergilemiştir. Enterpolasyonu yapılmış yağış indisleri; sahanın batısında kıyı, iç ve dağlık kesimlerindeki istasyonlarda artış gösterirken, doğusundaki kıyı ve iç kesimleri azalma göstermiştir (Şekil 6). Toplam yağışa en büyük katkısı, uç yağış değerlerinin sağladığını ifade edebiliriz. Fakat genel olarak yağış indisleri, istatistiksel açıdan anlamlı sonuçlar vermemiştir.

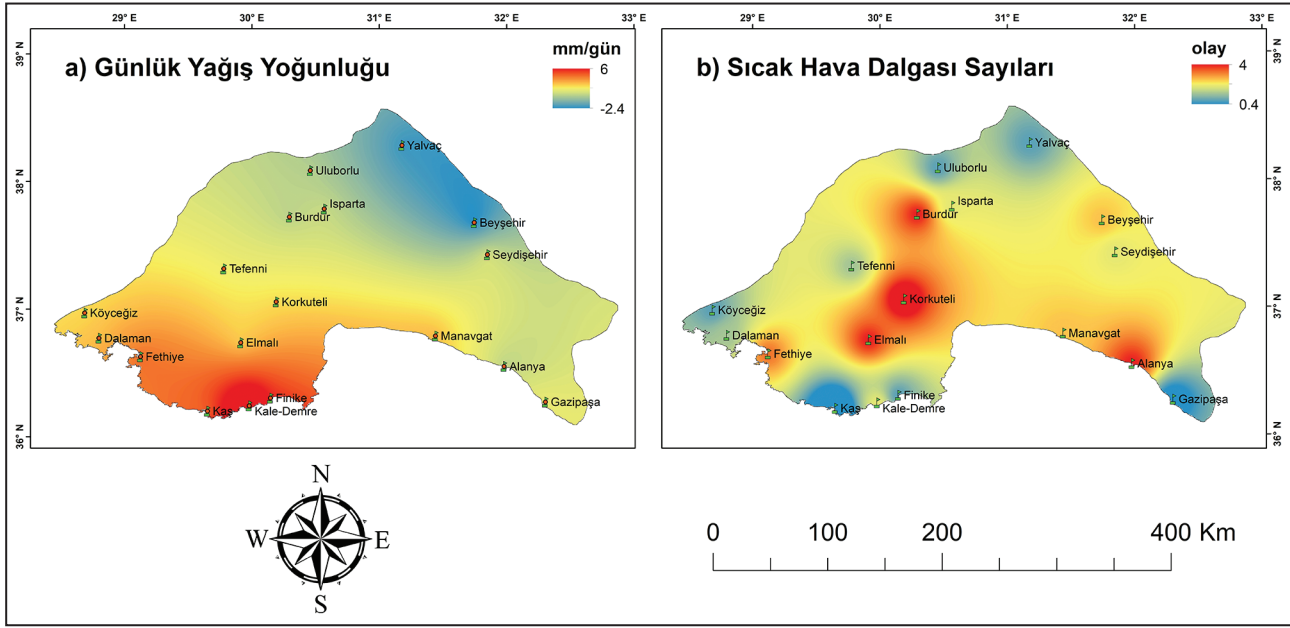
Günlük yağış yoğunluğu (**SDII**) indisinde Kale-Demre ve Fethiye

ve istasyonları anlamlı artışlar sergilerken, değişimler daha çok Teke yarımadasının batısı ve güneyindeki istasyonlarda tespit edilmiştir (Şekil 7a). Sıcak hava dalgası sayıları (**HWNTX90**) indisine baktığımız zaman, önceki çalışmalar ile benzer şekilde (Erlat vd., 2021), genel olarak tüm istasyonlarda anlamlı artışlar tespit edilmiştir. Değişimler en çok Elmalı, Korkuteli ve Burdur gibi kıyından uzak yüksek kesimlerdeki istasyonlar ve sahanın doğu kıyısındaki Alanya istasyonunda yoğunlaşmıştır (Şekil 7b).

## 5. Sonuç

Bu çalışmada Akdeniz Bölgesi-Antalya Bölümünde, iklim indisleri yardımıyla iklim değişikliğinin boyutu incelenmiş, 18 istasyonda 40 yıl (1980-2019) içerisindeki değişimin zamansal ve mekansal analizleri yapılmıştır. Sıcaklık indislerinde, 1990 ve





Şekil 7. Diğer indislerdeki değişimler.

Figure 7. Changes in other indices.

2010'ların başlarında ani artış eğilimleri tespit edilmiştir. İstasyonların genelinde sıcaklık indisleri, istatistiksel olarak anlamlı artış veya azalış eğilimi göstermiştir. Çalışma sahasında kısa mesafelerdeki topografik değişimler, indis eğilimleri üzerinde oldukça etkili olmuştur. İklimsel indis sonuçlarına göre;

- Yaz günleri, tropikal geceler, minimum sıcaklık ortalaması, minimum sıcaklık minimumu ve sıcak geceler indisleri en fazla kıyı kesimlerde; sıcak devre süresi ve gelişme sezonu uzunluğu en fazla iç ve yüksek kesimlerde; maksimum ortalama sıcaklık, sıcak günler ve sıcak hava dalgası sayısı indisleri bölge genelinde artışlar göstermiştir. Günlük sıcaklık aralığı kıyı kesimlerde 2°C azalırken, iç ve yüksek kesimlerde 2.8°C azalmıştır. Maksimum sıcaklık maksimumu daha çok bölgenin doğu kıyıları ve iç kesimlerde artış göstermiştir.
- Soğuk devre süresi, serin günler ve serin geceler indisleri en fazla kıyı kesimlerde; donlu günler ve buzlu günler indisleri en fazla iç ve yüksek kesimlerde azalmalar göstermiştir.
- Ekstrem yağış indislerinde genel olarak anlamsız eğilimler tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; *R95p*, *1 ve 5 günlük maksimum yağış* indislerinde Kale-Demre istasyonu, *R99p* indisinde Elmalı ve Isparta istasyonları, *yıllık toplam yağış* indisinde Korkuteli istasyonunda anlamlı artışlar tespit edilmiştir. Ekstrem ve toplam yağış indislerinin hepsinde Alanya istasyonu, anlamsız da olsa azalma eğilimleri sergilemiştir. Genel olarak çalışma sahasının doğu kıyıları ve iç kesimlerinde ekstrem yağış ve yıllık yağış toplamı indisleri azalma eğilimindeyken, özellikle Teke yarımadasının Akdeniz'e bakan kıyı ve yüksek kesimleri artış eğilimleri göstermiştir.

Çalışma sahasında 1980-2019 yılları arasındaki maksimum sıcaklık ortalaması genel olarak 2.4°C artarken, minimum sıcaklık ortalamasının özellikle Alanya ve Fethiye gibi kıyı kesimlerde 4 °C'ye varan ve istatistiki açıdan da anlamlı artışlar gösterme-

si, bu çalışma açısından iklim krizinin en ciddi sonucu olarak görülmüştür. Güneyli sistemlerin etkisinde bölgenin genelinde artan maksimum ortalama sıcaklık, sıcak günler ve sıcak hava dalgası sayısı; tarımsal açıdan ürünlerin yanması veya kaybı, hastalık ve zararlıların artmasına sebep olmaktadır. Elmalı, Korkuteli, Tefenni, Burdur, Isparta, Beyşehir ve Seydişehir gibi iç kesimlerde donlu günlerin azalması, soğuk devre sürelerinin daralması ve gelişme sezonunun uzaması; yıl içinde birden fazla hasat ve daha fazla ürün çeşitliliği gibi tarımsal açıdan kısa vadede olumlu sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Fakat maksimum sıcaklık değerleri ve sıcak devre süresinin de artmasıyla buharlaşma ve kuraklık şartlarının şiddetlenmesi, bölgedeki ürün verimliliğini ve tarımsal su kaynaklarını olumsuz yönde etkileyeceği için uzun vadede yine olumsuz bir sonuç olarak karşımıza çıkacaktır. Ayrıca bilinçsizce yapılan tarımsal sulama ile birlikte Göller Yöresindeki göller, su seviyesinde azalma ve hatta kuruma tehlikesiyle karşı karşıya kalacaktır.

Sıcak hava dalgalarının özellikle Fethiye, Elmalı, Korkuteli, Burdur, Manavgat, Alanya istasyonlarında artması, yaz döneminde bu bölgelerde orman yangını olasılığını artıracığı, halihazırda tecrübe ettiğimiz sonuçlardan biridir. Artan sıcaklıklar ile birlikte değişen termal konfor şartları, bölge için önemli bir sektör olan kıyı turizmini de etkileyecektir. Yaz dönemlerinde giderek artan sıcaklıklar; daha fazla enerji ihtiyacına, su temininde yetersizliğe, bulaşıcı hastalıklara, stres ve kalitesiz hava şartlarına sebep olabileceği için turizm sektörü açısından gerekli adaptasyon çalışmalarının yapılması önemlidir.

Akdeniz Hava Kütleleri ve cephesel sistemler etkisinde, artan sıcaklık ile havanın nem taşıma kapasitesinin artması ve güçlü buharlaşma sonucunda oluşan ani ve şiddetli yağışlar sebebiyle, kıyı kesimlerde afetlerin sayısındaki artış kaçınılmaz olacaktır. Bu doğrultuda Teke yarımadasının özellikle güneyi ve batısında kıyı ve yüksek kesimlerindeki yerleşim ve tarım alanlarında; sel, taşkın, çamur ve moloz akıntıları gibi afetlerin artacağı öngörülmektedir. Bu bölgelerdeki toplam yağışa en fazla katkısı, uç yağış değerlerinin sağladığı tespit edildiğinden; özellikle Demre, Fethiye, Dalaman, Köyceğiz ve Elmalı

bölgelerinde geleceğe yönelik altyapı çalışmalarının yapılması, can ve mal kaybını önlemek açısından oldukça önemlidir.

Antropojenik faaliyetlerin Yerküre üzerinde yoğunlaşması ve doğal süreçler ile artan sıcaklıklar; ekstrem hava olaylarının artmasına, fiziki ve beşeri sistemler üzerinde şiddetli bir baskı oluşturmaya sebebiyet vermektedir. Aşırı hava olaylarının şiddet ve sıklığında meydana gelen hissedilir değişimler, adaptasyon ve zararları hafifletme konusunda adımlar atmamızı zorunlu kılmaktadır. İklim karşısındaki eski normallerimizi anlayarak yeni normallerimize uyum sağlamamız, sosyo-ekonomik ve doğal çevremiz açısından hayati derecede önem taşımaktadır.

## Teşekkür

Teknik ve teorik açıdan değerli görüşleri ve yardımlarını esirgemeyen Meteoroloji 16. Bölge Müdürü Mesut DEMİRCAN, Millî Savunma Üniversitesi Öğretim Görevlisi Sevilcan DÜN'e ve sağladığı veriler için T.C. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne teşekkürlerimizi sunuyoruz.

## Kaynakça

- Abatzoglou, J., & Williams, A. (2016). Impact of anthropogenic climate change on wildfire across western US forests. *PNAS*, 113(42), 11770–11775. <https://doi.org/10.1073/pnas.1607171113>
- Abbasnia, M., & Toros, H. (2018). Analysis of long-term changes in extreme climatic indices: a case study of the Mediterranean climate, Marmara Region, Turkey. *Pure and Applied Geophysics*, 175(11), 3861-3873. <https://doi.org/10.1007/s00024-018-1888-8>
- Acar Deniz, Z., & Gönençgil, B. (2017). Türkiye sıcaklık ekstremlerindeki değişkenlikler. *Coğrafya Dergisi*, 41-54. 10.26650/JGE-OG295515
- Acar Deniz, Z., & Gönençgil, B. (2015). Trends of summer daily maximum temperature extremes in Turkey. *Physical Geography*, 36(4), 268-281. <http://dx.doi.org/10.1080/02723646.2015.1045285>
- Acar, Z., Gönençgil, B., & Korucu Gümüšoğlu, N. (2018). Long-term changes in hot and cold extremes in Turkey. *Journal of Geography*, 37, 57-67. 10.26650/JGEOG2018-0002
- Aguilar, E., Auer, I., Brunet, M., Peterson, T. C., & Wieringa, J. (2004). *Guidelines on climate metadata and homogenization*. Geneva: World Meteorological Organization.
- Akçakaya, A., Demircan, M., Sümer, M. U., & Şensoy, S. (2013). *İklim gözlemlerinin doğruluğu ile devamlılığını etkileyen faktörler ve türdeşlik testleri*. Ankara: Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü.
- Alexander, L. V., & Herold, N. (2016). ClimPACT2-indices and software. The commission for climatology (CCI), expert team on sector-specific climate indices (ET-SCI).
- Alexander, L. V., Zhang, X., Peterson, T. C., Ceasar, J., Gleason, Klein Tank, A. M. G., Haylock, M., Collins, D., Trewin, B., Rahimzadeh, F., Tagipour, A., Rupa Kumar, K., Revadekar, J., Griffiths, G., Vincent, L., Stephenson, D. B., Burn, J., Aguilar, E., Brunet, M., Taylor, M., New, M., Zhai, P., Rusticucci, M., Vazquez-Aguirre, J. L. (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *Journal of Geophysical Research*, 111. <http://dx.doi.org/10.1029/2005JD006290>

- Alexander, L., Yang, H., & Perkins, S. (2013). "Clim PACT," Indices and software. A document prepared on behalf of the commission for climatology (CCI) expert team on climate risk and sector-specific climate indices (ET CRSCI).
- Anderson, J., Panetta, A. M., & Thomas, M.-O. (2012). Evolutionary and ecological responses to anthropogenic climate change: Update on anthropogenic climate change. *Plant Physiology*, 160(4), 1728–1740. <https://doi.org/10.1104/pp.112.206219>
- Atalay, İ., & Mortan, K. (2011). *Türkiye bölgesel coğrafyası*. İnkılap Kitabevi.
- Aydın, O., & Çiçek, İ. (2013). Ege Bölgesi'nde yağışın mekânsal dağılımı. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 11(2), 101-120. [https://doi.org/10.1501/Cogbil\\_0000000145](https://doi.org/10.1501/Cogbil_0000000145)
- Beniston, M., Stephenson, D. B., Christensen, O., Ferro, C. A., Frei, C., Goyette, Halsnaes, K., Holt, T., Jylha, K., Koffi, B., Palutikof, J., Schöll, R., Semmler, T., Woth, K. (2007). Future extreme events in European climate: an exploration of regional climate model projections. *Climatic Change*, 81, 71-95. doi:10.1007/s10584-006-9226-z
- CarbonTracker-CH4. (2021, Ekim 2). *Global monitoring laboratory, Earth System Research Laboratories*. <http://gml.noaa.gov/ccgg/carbontracker-ch4/>
- Demircan, M. (2019). *Sıcaklık verilerindeki kırılma Tarihleriyle iklim indekslerinin ilişkisi*. Ankara: [Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü]. YÖKTEZ. <https://tez.yok.gov.tr/Ulusal-TezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Demircan, M., Çiçek, İ., Türkoğlu, N., Ekici, M., & Arabacı, H. (2014). Ortalama sıcaklıklardaki türdeşlik kırılmalarının iklim göstergeleriyle ilişkisi. *TÜCAUM VIII. Coğrafya Sempozyumu* (pp. 129-138). Ankara: Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi.
- Dün, S., & Gönençgil, B. (2021). Ege Bölgesi kıyılarında sıcaklık indislerinin analizi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 77-86. <https://doi.org/10.17211/tcd.897028>
- Easterling, D. R., Meehl, G. A., Camille, P., Changnon, S. A., Karl, T. R., & Mearns, L. O. (2000). Climate extremes: observations, modeling, and impacts. *Science*, 2068-2074. 10.1126/science.289.5487.2068
- EM-DAT. (2019, Haziran 24). *International Disaster Database*. <https://www.emdat.be/>
- Eriç, S. (1996). *Klimatoloji ve metodları*. Alfa Basım ve Dağıtım.
- Erlat, E., & Güler, H. (2018). Türkiye'de sıcaklık ekstremlerinin sürelerinde gözlenen değişim ve eğilimler (1950-2017). *Ege Coğrafya Dergisi*, 27(2), 135-148. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/601659>
- Erlat, E., & Türkeş, M. (2013). Observed changes and trends in numbers of summer and tropical days, and the 2010 hot summer in Turkey. *International Journal of Climatology*, 1898-1908. doi:10.1002/joc.3556
- Erlat, E., & Yavaşlı, D. D. (2011). Ege Bölgesi'nde sıcaklık ekstremlerinde gözlenen değişim ve eğilimlerin değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 3(1). [https://doi.org/10.1501/Csaum\\_0000000042](https://doi.org/10.1501/Csaum_0000000042)
- Erlat, E., Türkeş, M., & Aydın-Kandemir, F. (2021). Observed changes and trends in heatwave characteristics in Turkey since 1950. *Theoretical and Applied Climatology*, 145(1-2), 137-157. <https://doi.org/10.1007/s00704-021-03620-1>
- Erol, O. (2014). *Genel klimatoloji*. Çantay Kitabevi.



- Gaume, E., Borga, M., Llasat, M. C., Maouche, S., Lang, M., & Diakakis, M. (2016). Mediterranean extreme floods and flash floods. In J.-P. Moatti, & S. Thiébaud, *The Mediterranean Region Under Climate Change* (pp. 133-144). IRD. [https://www.lmd.polytechnique.fr/intro/Files/2016\\_book\\_MedClimateChange.pdf](https://www.lmd.polytechnique.fr/intro/Files/2016_book_MedClimateChange.pdf)
- Gilbert, R. O. (1987). *Statistical methods for environmental pollution monitoring*. New York: Wiley. <https://www.osti.gov/servlets/purl/7037501/>
- Giorgi, F. (2006). Climate change hot-spots. *Geophysical Research Letters*, 33. <https://doi.org/10.1029/2006GL025734>
- Gönençgil, B. (2008). *Doğal süreçler açısından iklim değişikliği ve insan*. Çantay Kitabevi.
- Gönençgil, B., & İçel, G. (2010). Türkiye'nin Doğu Akdeniz kıyılarındaki yıllık toplam yağışlarda görülen değişimler (1975-2006). *Türk Coğrafya Dergisi*(55), 1-12.
- Höök, M., & Tang, X. (2013). Depletion of fossil fuels and anthropogenic climate change - A review. *Energy Policy*(52), 797-809. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.10.046>
- IPCC. (2001). *Climate change 2001: synthesis report. A contribution of working groups I, II, and III to the third assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. (R. T. Watson, & Core Writing Team, Eds.) Cambridge, UK, New York, NY, USA: Cambridge University Press. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR\\_TAR\\_full\\_report.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR_TAR_full_report.pdf)
- IPCC. (2018). *Global warming of 1.5°C. An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change*. Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H. O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P. R., Pirani, A., Moufouma-Okia, W., Pean, C., Pidcock, R., Connors, S., Matthews, J. B. R., Chen, Y., Zhou, X., Gomis, M. I., Lonnoy, E., Maycock, T., Tignor, M., Waterfield, T. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15\\_Full\\_Report\\_High\\_Res.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_High_Res.pdf)
- IPCC. (2019). *Climate change and land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land*. Shukla, P. R., Skea, J., Calvo B. E., Masson-Delmotte, V., Pörtner, H. O., Roberts, D. C., Zhai, P., Slade, R., Connors, S., van Diemen, R., Ferrat, M., Haughey, E., Luz, S., Neogi, S., Pathak, M., Petzold, J., Portugal P. J., Vyas, P., Huntley, E., Kissick, K., Belkacemi, M., Malley, J. In press. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/11/SRCL-Full-Report-Compiled-191128.pdf>
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The physical science basis. Contribution of working group I to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S. L., Pean, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M. I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J. B. R., Maycock, T. K., Waterfield, T., Yelekçi, O., Yu, R., Zhou, B. Cambridge University Press. [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_Full\\_Report.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf)
- Johns, T., Gregory, J., Ingram, W., Johnson, C., Jones, A., Lowe, J., Lowe, J. A., Mitchell, J. F. B., Roberts, D. L., Sexton, D. M. H., Stevenson, D. S., Tett, S. F. B., Woodage, M. (2003). Anthropogenic climate change for 1860 to 2100 simulated with the HadCM3 model under updated emissions scenarios. *Climate Dynamics*(20), 583-612. <https://doi.org/10.1007/s00382-002-0296-y>
- Karabulut, M. (2012). Doğu Akdeniz'de ekstrem maksimum ve minimum sıcaklıkların trend analizi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*.
- Katz, R. W., & Barbara, G. B. (1992). Extreme events in a changing climate: Variability is more important than averages. *Climatic Change*, 21, 289-302. <http://n2t.net/ark:/85065/d7639ptg>
- Kendall, M. G. (1975). Rank correlation methods. In C. Griffin.
- Klein Tank, A., & Können, G. (2003). Trends in indices of daily temperature and precipitation extremes in Europe, 1946-99. *Journal of Climate*, 16(22), 3665-3680. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2003\)016<3665:TIIODT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2003)016<3665:TIIODT>2.0.CO;2)
- Koçman, A. (1993). *Türkiye iklimi*. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları.
- Kostopoulou, E., & Jones, P. (2005). Assessment of climate extremes in the Eastern Mediterranean. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 89, 69-85. 10.1007/s00703-005-0122-2
- Krige, D. G. (1951). A statistical approach to some basic mine valuation problems on the Witwatersrand. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 52(6), 119-139. [https://hdl.handle.net/10520/AJA0038223X\\_4792](https://hdl.handle.net/10520/AJA0038223X_4792)
- Kuglitsch, F., Toreti, A., Xoplaki, E., Della-Marta, P., Zerefos, C., Türkeş, M., & Luterbacher, J. (2010). Heat wave changes in the eastern Mediterranean since 1960. *Geophysical Research Letters*, 37, L04802. 10.1029/2009GL041841
- Mann, H. B. (1945). Non-parametric test against trend. *Econometrica*, 245-259.
- MedECC. (2020). *Climate and environmental change in the Mediterranean Basin – Current situation and risks for the future*. (W. Cramer, J. Guiot, & K. Marini, Eds.) Marseille, France: Union for the Mediterranean, Plan Bleu, UNEP/MAP. 10.5281/zenodo.4768833
- Meehl, G. A., Zwiers, F., Evans, J., Knutson, T., Mearns, L., & Whetton, P. (2000). Trends in extreme weather and climate events: Issues related to modeling extremes in projections of future climate change. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 427-436. 10.1175/1520-0477(2000)081<0427:TIEWAC>2.3.CO;2
- MGM. (2020). *Akdeniz deniz suyu sıcaklık*. Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/denizSuyu/Akdeniz-Deniz-Suyu-Sicakligi-Analizi-2020.pdf>
- Oliver, M. A., & Webster, R. (1990). Kriging: a method of interpolation for geographical information systems. *International Journal of Geographical Information Systems*, 4(3), 313-332. <http://dx.doi.org/10.1080/02693799008941549>
- Perkins, S. E., & Alexander, L. V. (2013). On the measurement of heat waves. *Journal of Climate*, 4500-4517. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00383.1>
- Pfeifer, S., Rechid, D., Reuter, M., Viktor, E., & Jacob, D. (2019). 1.5°, 2°, and 3° global warming: visualizing European regions affected by multiple changes. *Regional Environmental Change*(19), 1777-1786. <https://doi.org/10.1007/s10113-019-01496-6>
- Ramos, M. C. (2001). Rainfall distribution patterns and their change over time in Mediterranean area. *Theoretical and Applied Climatology*, 163-170.
- Rosenzweig, C., Karoly, D., Vicarelli, M., Neofotis, P., Wu, Q., Casassa, G., Menzel, A., Root, T. L., Estrella, N., Seguin, B., Tryjanowski, P., Liu, C., Rawlins, S., Imeson, A. (2008). Attributing physical and biological impacts to anthropogenic climate change. *Nature*, 453(7193), 353-357. <https://doi.org/10.1038/nature06937>
- Ruffault, J., Curt, T., Moron, V., Trigo, R., Mouillot, F., Koutsias, N., Pimont, F., Martin-StPaul, N., Barbero, R., Dupuy, J., Russo, A., Belhadj-Khedher, C. (2020). Increased likelihood of heat-induced large wildfires in the Mediterranean Basin. *Scientific Reports*(10:13790). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70069-z>

- Sarı, S. (2009). *Batı Akdeniz Bölümü'nden İç Anadolu'ya geçiş iklimleri*. (Yayın no: 234775) [Doktora Tezi. Konya: Selçuk Üniversitesi] <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=Hf89AF5dj-AOj39p3wzsbw&no=gwKbMhJceYVnkHSqVGNsqg>
- Sarı, F., Hannah, D., & Eastwood, W. (2010). Spatial variability of precipitation regimes over Turkey. *Hydrological Sciences Journal*, 55, 234-249. 10.1080/02626660903546142
- Sen, P. K. (1968). Estimates of the regression coefficient based on Kendall's Tau. *Journal of the American Statistical Association*, 63(324), 1379-1389. <https://doi.org/10.2307/2285891>
- Şensoy, S., Demircan, M., Ulupınar, Y., & Balta, İ. (2008). *Türkiye İklimi*. Ankara: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü. [https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/13\\_turkiye\\_iklimi.pdf](https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/13_turkiye_iklimi.pdf)
- Şensoy, S., Türkoğlu, N., Akçakaya, A., Ekici, M., Demircan, M., Ulupınar, Y., Atay, H., Tüvan, A., Demirbaş, H. (2013). Trends in Turkey climate indices from 1960 to 2010. *6th Atmospheric Science Symposium - ATMOS*, (pp. 1-8). İstanbul.
- Tatlı, H., Dalfes, N., & Menteş, S. (2004). A statistical downscaling method for monthly total precipitation over Turkey. *International Journal of Climatology*, 24(2), 161-180. 10.1002/joc.997
- The R Core Team. (2020). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Trenberth, K. E. (1999). Conceptual framework for changes of extremes of the hydrological cycle with climate change. In T. R. Karl, N. Nicholls, & A. Ghazi, *Weather and Climate Extremes Changes, Variations and a Perspective from the Insurance Industry* (pp. 327-339). Dordrecht: Springer.
- Türkeş, M. (2008). Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1, 26-37.
- Türkeş, M. (2012). Türkiye'de gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2), 1-32. [https://doi.org/10.1501/Csaum\\_0000000063](https://doi.org/10.1501/Csaum_0000000063)
- Türkeş, M. (2013). İklim değişiklikleri: Kambriyen'den Pleyistosen'e, Geç Holosen'den 21. yüzyıl'a. *Ege Coğrafya Dergisi*, 22(1), 1-25. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ece/issue/4867/66879>
- Türkeş, M., & Sarı, F. (2007). Trends and changes of mean, maximum, minimum temperature and precipitation series in Northern Cyprus. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 13, 281-304. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/103775>
- Türkeş, M., Koç, T., & Sarı, F. (2007). Türkiye'nin yağış toplamı ve yoğunluğu dizilerindeki değişikliklerin ve eğilimlerin zamansal ve alansal çözümlemesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 5(1), 57-73. 10.1501/Cogbil\_0000000073
- Türkeş, M., Sümer, U. M., & Demir, İ. (2002). Türkiye'nin günlük ortalama, maksimum ve minimum hava sıcaklıkları ile sıcaklık genişliğindeki eğilimler ve değişiklikler. *Prof. Dr. Sırrı Erinç Anısına Klimatoloji Çalıştayı* (pp. 89-106). İzmir: Ege Üniversitesi Coğrafya Bölümü.
- Wang, X. L. (2003). Detection of undocumented changepoints: A revision of the Two-Phase Regression Model. *Journal of Climate*, 16, 3383-3385. 10.1175/1520-0442(2003)016<3383:CODOUC>2.0.CO;2
- Wang, X. L. (2008). Accounting for autocorrelation in detecting mean shifts in climate data series Using the Penalized Maximal t or F Test. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 47(9), 2423-2444. <https://doi.org/10.1175/2008JAMC1741.1>
- Wang, X. L., & Feng, Y. (2013). *RHtestsV4 user manual*. Climate Research Division, Atmospheric Science and Technology Directorate, Science and Technology Branch, Environment Canada. <http://etccdi.pacificclimate.org/software.shtml>
- Wang, X. L., Chen, H., Wu, Y., Feng, Y., & Quiang, P. (2010). New techniques for the detection and adjustment of shifts in daily precipitation data series. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 49, 2416-2436. <https://doi.org/10.1175/2010JAMC2376.1>
- WMO. (1999). *Statement on the status of the global climate in 1998*. Geneva: World Meteorological Organization.
- WMO. (2020). *State of the global climate 2020*. World Meteorological Organization. [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?expl-num\\_id=10444](https://library.wmo.int/doc_num.php?expl-num_id=10444)
- Xoplaki, E. (2002). *Climate variability over the Mediterranean*, PhD Thesis. Bern: Inauguraldissertation der Philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Bern.
- Yasan, O., Sarı, F., & Bayrakdar, C. (2019). Dağlık alanların iklim özelliklerini belirlemede CBS tabanlı interpolasyon yöntemlerinin kullanımı: Batı Toroslar örneği. İçinde E. Akköprü, & M. F. Döker, *Coğrafya araştırmalarında coğrafi bilgi sistemleri uygulamaları* (ss. 197-216). Pegem Akademi. 10.14527/9786052419878.09
- Yılmaz, E., & Darende, V. (2021). Türkiye'de yağış ölçümü yapılan manuel-otomatik meteoroloji gözlem istasyonu verilerinin karşılaştırılması. *Türk Coğrafya Dergisi*, 77, 53-66. 10.17211/tcd.834500
- Yue, S., Pilon, P., Phinney, B., & Cavadias, G. (2002). The influence of autocorrelation on the ability to detect trend in hydrological series. *Hydrological Processes*, 16(9), 1807-1829. <https://doi.org/10.1002/hyp.1095>
- Yücel, T. (1958). Teke Yöresi orta bölümünün mevzii coğrafyası. *Ankara Üniversitesi Dil-Tarih ve Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 16(1-2). <http://dtcdfdergisi.ankara.edu.tr/index.php/dtcf/article/view/4276/4174>
- Zhang, X., Aguilar, E., Şensoy, S., Melkonyan, H., Tagiyeva, U., Ahmed, N., Kutaladze, N., Rahimzadeh, F., Taghipor, A., Hantosh, T. H.; Albert, P., Semawi, M., Ali, M. K., Al-Shabibi, M. H. S., Al-Oulan, Z., Zatarı, T., Khelet, I. D., Hamoud, S., Sağır, R., Demircan, M., Eken, M., Adigüzel, M., Alexander, L., Peterson, T. C., Wallis, T. (2005). Trends in Middle East climate extreme indices from 1950 to 2003. *Journal of Geophysical Research*, 110.
- Zhang, X., Alexander, L., Hegerl, G. C., Jones, P., Tank, A. K., Peterson, T. C., Trewin, B., Zwiers, F. W. (2011). Indices for monitoring changes in extremes based on daily temperature and precipitation data. *Wiley Interdisciplinary Reviews Climate Change*, 2, 851-870. <https://doi.org/10.1002/wcc.147>





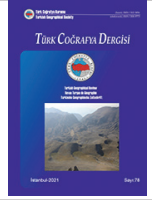
Basılı ISSN 1302-5856

Türk Coğrafya Dergisi

Turkish Geographical Review

www.tcd.org.tr

Elektronik ISSN 1308-9773



# Samanlı Dağları'nın jeomorfolojik gelişimine ve uzun dönemli erozyon süreçlerine morfometrik yaklaşım<sup>1</sup>

## Morphometric approach to the geomorphological development and long-term erosion processes of the Samanlı Mountains<sup>2</sup>

Barbaros Gönençgil<sup>a</sup> Onur Halis<sup>a\*</sup> <sup>a</sup> İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, İstanbul, Türkiye.

ORCID: B.G. 0000-0001-6535-4481; O.H. 0000-0002-0643-2651

### BİLGİ / INFO

Geliş/Received: 12.10.2021

Kabul/Accepted: 13.12.2021

#### Anahtar Kelimeler:

Samanlı Dağları  
Erozyon  
Minimum erozyon hacmi  
Jeomorfolojik gelişim

#### Keywords:

Samanlı Mountains  
Erosion  
Minimum eroded volume  
Geomorphological evolution

#### \*Sorumlu yazar/Corresponding author:

(O.Halis) onurhalis@istanbul.edu.tr

DOI: 10.17211/tcd.1008678



#### Atf/Citation:

Gönençgil, B., & Halis, O. (2021). Samanlı Dağları'nın jeomorfolojik gelişimine ve uzun dönemli erozyon süreçlerine morfometrik yaklaşım. *Türk Coğrafya Dergisi*, (78), 109-126.  
<https://doi.org/10.17211/tcd.1008678>

### ÖZ / ABSTRACT

Jeolojik zaman ölçeğinde drenaj havzaları, yeryüzünün şekillenmesinde rol oynayan etkenlerin karşılıklı ilişkisini kaydeder. Drenaj havzalarına ait analizler ile jeomorfolojik ölçümler arasındaki etkileşim, arazinin geçirdiği evrimi ve süreçleri değerlendirme imkânı sunar. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı morfometrik analizler ve yüzey analizleri kullanılarak, Marmara Bölgesi'nin güneydoğusunda yer alan Samanlı Dağları'ndaki havzaların, uzun dönemli erozyon oranlarını tahmin etmek ve jeomorfolojik görünümde baskın olan farklılığı değerlendirmeye çalışmak bu çalışmanın amacını oluşturur. Bu doğrultuda nitel ve nicel analiz imkanı sunan, swath profil, normalize edilmiş nehir profili, minimum erozyon hacmi, hipsometrik eğri ve integrali, drenaj havza asimetrisi (AF), yüzey engebelleliği ile yüzey indeksi uygulanmış, Samanlı Dağları'nın yakın zamandaki evrimi ve etkili olan süreçler hakkında bilgiler elde edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, alçak plato özelliği gösteren Samanlı Dağları'nın orta bölümünde ortalama nehir içbükeylik faktörü 51,11 ve ortalama hipsometrik integral değerleri 0,35'dir. Samanlı Dağları'nın batı (Armutlu Yarımadası) ve doğu bölümlerinde sırasıyla, nehir içbükeylik faktörü ortalama 21,16 ve 25,35 iken, hipsometrik integral değerleri ise ortalama 0,48 ve 0,49 ile orta bölümden daha yüksek değerler ile temsil edilir. Samanlı Dağları'nın batsından itibaren orta bölüme kadar uzanan, D-B uzantılı normal faylar, Esenköy ve Yalova fayı ve doğu bölümünde de yer yer görülen fayların etkisi, yüzey engebelleliği, hipsometrik integral ve yüzey indeksi değerlerinde kabaca D-B yönlü bir hat boyunca görülür. Yüksek derecede gömülmenin işareti olan bu yüzeyler, yüksek lokal rölyef değerleri, eğim kırıkları ve uzun dönemli erozyon oranları bakımından da dikkat çekicidir. Neojenden itibaren Kuzey Anadolu Fayı'nın bölgeye yerleşmesiyle, jeolojik evrimi başlayan Marmara Denizi, kütle üzerindeki akarsular için taban seviyesini oluşturur. Marmara Denizi'nin gelişimiyle, kütle üzerindeki uzun dönemli erozyon da şekillenmiş olmalıdır.

*In the geological time scale, drainage basins record the interrelationship of the factors that play a role in the formation of the earth. The interaction between analyzes of drainage basins and geomorphological measurements provides an opportunity to evaluate the evolution and processes of the land. The aim of this study is to estimate the long-term erosion rates of the basins in the Samanlı Mountains and to try to evaluate the dominant difference in the geomorphological appearance by using Geographic Information Systems (GIS) based, morphometric and surface analysis. The swath profile, normalized river profile, minimum eroded volume (Ebulk), hypsometric curve (Hc) and integral (Hi), drainage basin asymmetry (AF), surface roughness and surface index were applied. Thus, it was tried to obtain information about the recent evolution and the processes on the Samanlı Mountains. According to the results obtained, the average river concavity factor of the central part of the Samanlı Mountains, which shows the low plateau feature, is 51.11 and the average hypsometric integral values are 0.35. In the western (Armutlu Peninsula) and eastern parts of the Samanlı Mountains, the river concavity factor is 21.16 and 25.35 on average, respectively. The hypsometric integral values are also represented by higher values than the central part, with an average of 0.48 and 0.49, respectively. The normal faults extending East-West from the west of the Samanlı Mountains to the middle section, the Esenköy and Yalova fault and the effect of faults seen in the eastern part, surface roughness, hypsometric integral and surface index values are seen along a roughly East-West line. These surfaces, which are a sign of a high degree of incision, are also notable for their high local relief values, knickpoint and long-term erosion rates. The Marmara Sea, whose geological evolution has started with the settlement of the North Anatolian Fault in the region since the Neogene, forms the base level for the streams on the mass. With the development of the Marmara Sea, long-term erosion of the mass must have taken shape.*

<sup>1</sup> Bu çalışma büyük ölçüde ikinci yazarın yüksek lisans tezinden faydalanılarak oluşturulmuştur.

<sup>2</sup> This study has been prepared mainly by using the master thesis of the second author.

## Extended Abstract

### Introduction

There is a very strong effort between tectonic processes that try to create topography and surface processes that tend to tear them down. This situation, which forms the basis of geomorphology studies, also contributes to our understanding of natural processes on a regional or global scale. For example, surface uplift induces fast erosion responses. Structurally weak or deformed zones are affected by erosion, weathering and fluvial processes. Thus, active tectonic analyzes and analyzes covering surface processes allow us to understand erosion processes. The Samanlı Mountains, which form the study area, are located in the southeast of the Marmara Region. The Samanlı Mountains extension ends with the gorge formed by the Sakarya River in the southeast of the Marmara Region. Thus, the Samanlı Mountains extend from Bozburun, which forms the western end of the Armutlu Peninsula in the west, to the Geyve Gorge formed by the Sakarya River in the east. The study area is also bounded by E-W trending faults from the north and south within the North Anatolian Fault Zone. From a geological perspective, the area, which uplift rapidly due to the Pontides and Anatolide-Tauride collisions according to the Apatite fission trace ages, turned into land 41 million years ago. The main tectonic uplift of the Samanlı Mountains occurred when the North Anatolian Fault (NAF) entered the region. The study area has probably been under NAF control for about 5.5 million years. This paper presents the relationship between tectonism and erosion conducted on the Samanlı Mountain. In the Samanlı Mountains Mass, 85 river basins with different areas were determined and their boundaries were deduced. Among these basins, 40 basins other than very small ones were examined in more detail.

### Data and Method

In the study, 1/25.000 scaled topography maps provided by the General Directorate of Mapping and data provided by General Directorate Mineral Research and Exploration were used. ArcMap 10.4.1 and QGIS 2.18.20 programs were used in the study. Analyzes were carried out using a digital elevation model with a spatial resolution of 10 m, produced from 1/25,000 scaled digital isohyps. In order to achieve the aim of the study, minimum eroded volume (Ebulk), swath profiles, hypsometric curve (Hc) and integral (Hi), drainage basin asymmetry (AF), river normalized profiles, surface roughness and surface index were applied. Some anomalies obtained were supported by fieldwork.

### Results and Discussion

Morphometric analyzes, surface analyzes and field works have shown that the eastern, western and central parts of the Samanlı Mountains have different geomorphological characters. According to the results obtained, the average river concavity factor of the central part of the Samanlı Mountains, which shows the low plateau feature, is 51.11 and the average hypsometric integral values are 0.35. In the western (Armutlu Peninsula) and eastern parts of the Samanlı Mountains, respectively, the river concavity factor is 21.16 and 25.35 on average.

The hypsometric integral values are also represented by higher values than the central part, with an average of 0.48 and 0.49, respectively. Most of the basins on the mass flow into the Marmara Sea. Esenköy and Yalova faults extending from the western end of the Samanlı Mountains in an E-W direction, and the normal faults located in the south of the Izmit Bay, worked as a hanging wall towards the Marmara Sea and affected the erosion rates by changing the slope conditions in the land. While the lands corresponding to the rising block (foot wall) of these faults (e.g. Taz Mountain, Karlık Mountain, Erikli Mountain and Kartepe) show evidence of uplift in swath profiles, they show convex curves in the longitudinal stream profiles, knickpoint and high incision rates. The effects of these faults, Esenköy and Yalova faults and the faults seen in the eastern part, are seen roughly along the East-West line in surface roughness, hypsometric integral and surface index values. These surfaces, which are a sign of a high degree of incision, are also notable for their high local relief values, knickpoint and long-term erosion rates. The basins located on the local faults on the northern slopes, in general are represented by high erosion rates. In addition, the northern slopes of the region are more humid and most of the basins on the mass flow into the Marmara Sea. The differences in geomorphological development and erosion rates highlight the tectonic effect. As a result, the effect of faults is stronger on geomorphological development and erosion rates. Basins 1, 4, 5, 10, 14, 25 and 30 and the block south of Sapanca Lake show evidence of tectonic uplift. The river reacts to this uplifted land and reflects the high incision rates in the surface analysis. As indicated in the swath profiles, normalized river profiles, HI and roughness values map, the western and eastern sections showed evidence of uplift or younger landscape, while the central section, especially the northern slopes, showed a low plateau characteristic.

### 1. Giriş

Dağlık alanların zaman içerisindeki gelişimini anlamak için tektonik aktivite ve iklim arasındaki ilişki değerlendirilmesi gereken önemli bir yaklaşımdır (Champagnac vd., 2009; Champagnac vd., 2012; Schaller vd., 2018; Rosenkranz vd., 2018). Bu yaklaşım ile Himalaya Dağları'nda tektonizma ve muson yağışları arasındaki ilişkiye bağlı erozyon oranlarının hesaplandığı (Clift vd., 2008; Grujic vd., 2006), Kuzey And Dağları'nda uzun dönemli erozyon oranlarının tektonik aktiviteye bağlı olduğu (García-Delgado vd., 2020) ve İspanya'nın güneydoğusundaki Sierra Nevada'da yüzey yükselmesi ile denüdasyon oranları (Azañón vd., 2015) arasındaki korelasyonları içeren araştırmalar bulunmaktadır. Yüzey yükselmesi ve iklim, erozyonu ve denüdasyonel süreçleri kontrol ettiği gibi litolojik direnç ve vejetasyon da jeomorfolojik süreçleri yorumlarken dikkate alınmalıdır (Whiple & Tucker, 1999; Olen vd., 2016).

Akarsular, arazinin içerisinde bulunduğu durağan, dinamik veya geçiş durumunu yansıtır. Arazi denge durumunda olduğunda, akarsuların boyuna profilleri içbükey, eğimi genellikle düşük, geniş tabanlı vadi özelliği sunarken, tektonizmaya tepki vererek geçiş durumunda olan akarsular ise dışbükey profil ve yüksek eğim özellikleri gösterir (Whittaker vd., 2007). Geçiş durumu, taban seviyesinin alçalması ve tektonik yükselmeye yanıt olarak oluşabilir (Whittaker vd., 2007). Koşulların değişmesine tepki veren akarsular, araziden malzeme taşıyarak kayıplara yol açar. Böylece arazideki deformasyonları kontrol eden fayların



mekânsal dağılımının niteliksel ve nicel araçlarla belirlenmesi, morfometrik indisler ve bunlara ek olarak diğer parametrelerin (iklim, litoloji ve jeomorfoloji) dikkate alınması, erozyonu yönlendiren süreçleri tahmin etmede bütünlük sağlayabilir. Çalışmada bu bütünlüğe dikkat edilerek, Samanlı Dağları'ndaki uzun dönemli erozyon oranlarının tespiti, dağılışı ve erozyon oranlarında etkili olan süreçler ile batı, orta ve doğu bölümünde farklı olan jeomorfolojik görünüm açıklanmaya çalışılmıştır.

### 1.1. Çalışma Alanına Ait Genel Özellikler

Samanlı Dağları, Marmara Bölgesi'nin güneydoğusunda yer alır (Şekil 1). Çalışma sahasının jeomorfolojik özellikleri incelendiğinde, batı bölümünde dağlık alanlar ve yüksek plato, orta bölümde Karlık Dağı haricinde alçak plato, doğu bölümünde ise yüksek plato ve dağlık alanlar hakim durumdadır. Bilgin (1967) tarafından Samanlı Dağları üç bölüme ayrılmıştır. Batı bölümünü oluşturan Armutlu Yarımadası'nda 1000 metreye varan yükselti, orta bölümde (Orhangazi-İzmit Körfezi arası) 1200 metre üzerine çıkarken, daha doğuda ise doğu bölümünde (Gölcük-İznik hattından Geyve Boğazı'na kadar olan kesim) 1500 metre üzerine çıkar ve Samanlı Dağları'nın zirvesini oluşturan Kartepe (Keltepe) de 1602 metreye ulaşır. Kuzey ve güneyindeki doğu-batı uzantılı çukur sahalar arasında kalan bu yüksek kütle, batıda Marmara Denizi'nin çevrelediği Armutlu Yarımadası'ndan doğu da Geyve Boğazı'na kadar uzanır (Bilgin, 1967).

Apatit fizyon iz yaşlarına göre Pontidler ile Anatolid-Torid çarpışmasına bağlı olarak hızlı bir şekilde yükselen saha, 41 milyon yıl önce kara haline geçmiştir. Daha sonra ise paleocoğrafya koşullarına bağlı olarak Erken Miyosen'de karasal ve volkanik kökenli Neojen çökelleri gelişmiştir (Okay vd., 2020). Çökelim ortam koşullarını oluşturacak karasal koşulların yaşı oldukça geriye gitmesine rağmen, Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) bölgeye sokulması oldukça önemlidir. Bu fay sistemi yaklaşık 1.200 km uzunluğunda, sağ yanal doğrultu atımlı ve batıya doğru hareket eden Anadolu bloğunun kuzey sınırını oluşturur (Ketin, 1969; Şengör, 1979; Şaroğlu & Güler, 2020). Geç Miyosen'de (11 milyon yıl önce), Arabistan ve Avrasya plakasının çarpışmasıyla, Doğu Anadolu da KAF gelişmeye başlamış ve batıya doğru yayılmasıyla, Marmara Bölgesine Pliyosen'de erişmiştir (Şengör vd., 2005; Zattin vd., 2010). Marmara Denizi'nin jeolojik evrimi de Miyosen'de, olasılıkla KAF'nin etkinliğine bağlı olarak Pliyo-Pleistosen'de başlamıştır (McHugh vd., 2008). Özellikle KAF'nin bölgeye ulaşmasıyla, düşey hareketler sonucunda Marmara Denizi Havzası oluşmuş, Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ile Ege'nin mevcut K-G genişlemeli tektonik rejimi arasındaki etkileşimden kaynaklanan Kuzeybatı Anadolu graben sistemi sular altında kalmıştır. Bu havzanın Akdeniz tarafından sular altında kalması, jeolojik tarihinin başlangıcı olan KAF'nin geliştiği Geç Miyosen'e dayanmaktadır (Okay vd., 2007; Görür, 1997). Erol ve Şencan (1999) tarafından da İzmit Körfezi, Geç Miyosen'den sonra çökmeye başlamış, Samanlı Dağları ile beraber son biçimini Pliyo-Pleistosen'de almıştır. Ertek vd. (2000) tarafında da bu görüş desteklenerek, Marmara Denizi'nin özellikle de Samanlı Dağları'nın kuzey kıyılarında yer alan kıyı taraçalarının Kuvaterner içerisinde yükselmeye maruz kaldığı ve tektonik etkinin bu dönemde de devam ettiği belirtilmiştir. Ardel ve İnandık (1957) tarafından da Marmara Denizi'nin Kuvaterner döneminde son şeklini aldığı belirtilmiştir. Marmara Denizi, Samanlı Dağları'nda yer alan akarsular için taban seviyesini oluşturur. Bu doğrultuda, KAF'nin bölgeye sokulması, uzun dönemli

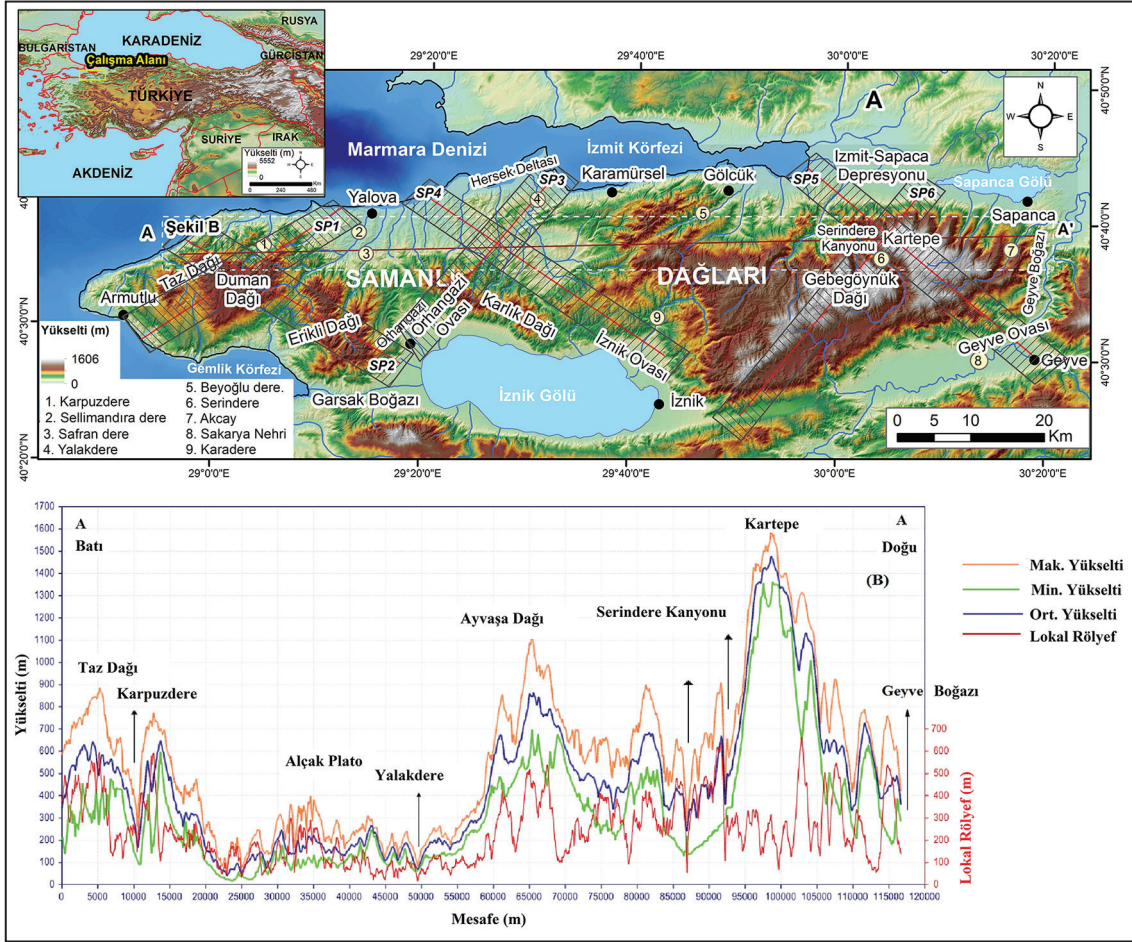
erozyon oranlarını belirlemesi açısından oldukça önemlidir. Kuzey Anadolu Fayı, Samanlı Dağları'nın doğusunda üç kola ayrılır (Yalıttrak, 2015; Koral, 2007). Sapanca Gölü üzerinden İzmit Körfezi ile Marmara Denizi'ne uzanan koridorda, kuzey kolu yer alırken (Yalıttrak, 2015; Şengör vd., 2005;) Geyve Boğazı ile İznik Gölü üzerinden Gemlik'e kadar uzanan koridorda orta kol yer alır (Yalıttrak, 2015). Tartışmalı olan güney kol ise çalışma sahası dışında kalır. Kuzey ve orta kol, Samanlı Dağları'nı kuzey ve güneyden sınırlar. Bu kollarda kuzey kolu, daha aktif olup toplam GPS hızının (23 mm/yıl) %82 kuzey (18 mm/yıl), %9'u orta (2 mm/yıl) kola aittir (Yalıttrak, 2015). İznik Gölü, KAF'nin orta kolu üzerindeki bir çöküntü alanına karşılık gelir (Meriç vd., 2012) ve güneydeki bazı havzalar için İznik Gölü yerel taban seviyesini oluşturur. Doğu da yer alan Sapanca Gölü de KAFZ üzerinde çek-ayır havza olarak gelişmiştir (Gürbüz & Güreer, 2006).

Çalışma sahasının kuzeyinde yer alan ve Miyosen-Pliyosen olgun aşınım yüzeyi özelliği gösteren İstanbul-Çatalca Plato-sundaki yüzey, 200 metrede yer alırken aynı yüzey Armutlu Yarımadası'nda 900 metrelerde, Samanlı Dağları'nın doğu bölümünde ise 1600 metrelerde yer alır. Bu durum bölgenin KAF'a bağlı yükselmiş olduğunu gösterir (Dolu vd., 2007; Koral, 2007). Uzun dönemli erozyon oranları ve jeomorfolojik gelişim açısından, KAF'nin bölgeye sokulma yaşı, oldukça önemlidir.

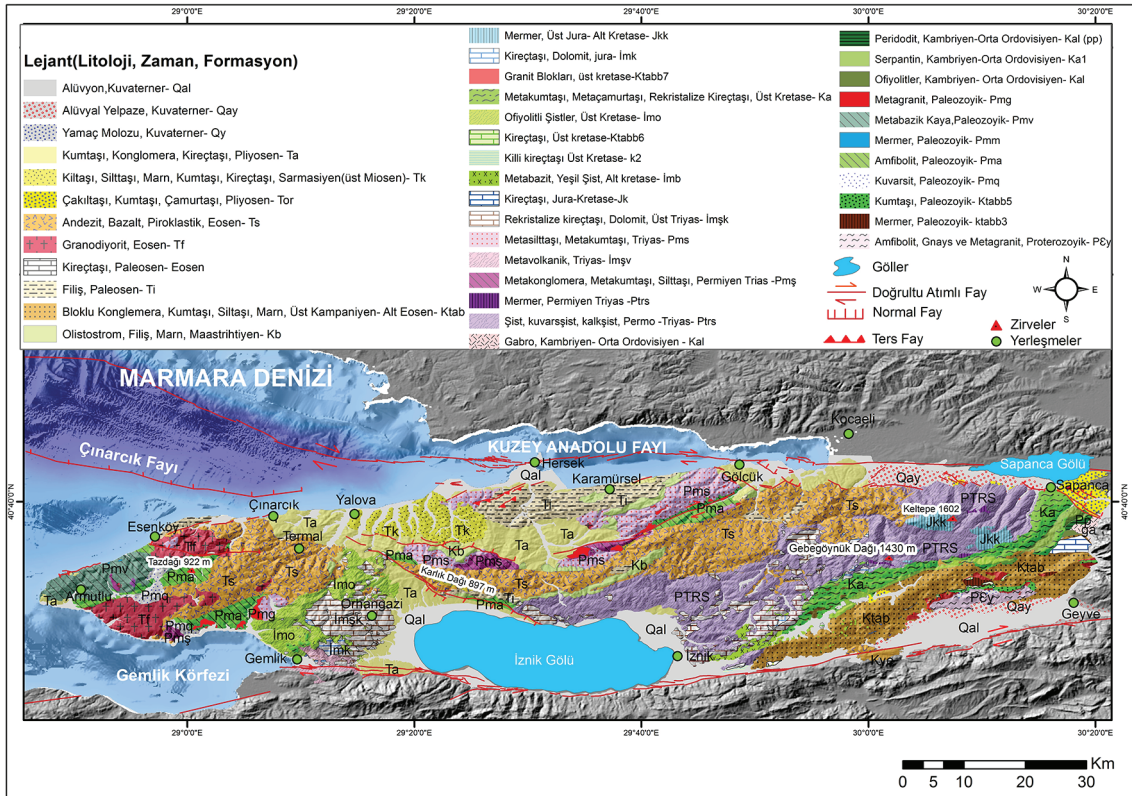
Çalışma alanını oluşturan Samanlı Dağları'nda litolojik birimler; Prekambriyen kaya gruplarından Kuvaterner'e ait alüvyon birimlere kadar yaş ve tür bakımından değişiklik gösterir. Temelde Prekambriyen-Alt Paleozoyik yaşlı olduğu düşünülen Pamukova metamorfileri ve daha az metamorfizma gösteren Alt Trias-Kretase yaşlı İznik metamorfileri yer almaktadır (Kendir, 2010). Pamukova metamorfileri; Paleozoyik-Prekambriyen amfibolitler (Pma) ve bu birimler ile iç içe geçmiş Paleozoyik-Prekambriyen kuvarsitler (Pmq); Karlık Dağı'nın kuzeyindeki Permiyen-Triyas metakonglomeralar, metakumtaşları, silttaşları (Pms) ve Taz Dağı'nın batısında oldukça küçük yüzlekler veren Paleozoyik- Prekambriyen mermerler (Pmm) olarak tanımlanır (Göncüoğlu vd., 1987). İznik metamorfileri Sapanca-İznik arasındaki kuşağı kaplar ve üç alt birimden oluşur. Bunlar; şist-mermer birliği, metamorfik olistostromlar ve metavolkanit birliğidir (Göncüoğlu vd., 1987). Gemlik ve Orhangazi kuzeyindeki Üst Kretase'ye ait ofiyolitli şistler (İmo); Orhangazi ve çevresinde dağılım gösteren Üst Triyas rekristalize kireçtaşı ve dolomitler (İmşk) ve Jura dönemine ait kireçtaşı ve dolomit (İmk); İznik Gölü doğusunda Alt Kretase'ye ait metabazit ve yeşil şistler (İmb) İznik metamorfik birliğinin bir parçasını oluştururlar. Bu birim içerisinde dikkat çeken diğer bir birliği ise Maşukiye Grubu (Ptrs) oluşturur. Samanlı Dağları doğusunda özellikle Sapanca, İznik ve Pamukova arasında yaygın yüzlekler veren şist, kuvarşist, kalkşist, mermer gibi bu başkalaşım kayalar topluluğu İznik metamorfik topluluğunun geniş bir parçasıdır (Erturaç, 2018). Samanlı Dağları'nın orta bölümleri ve özellikle kuzey yamaçlarında Paleojen, Neojen ve Kuvaterner birimleri yaygın olarak dağılışı gösterir (Şekil 2).

## 2. Materyal ve Metot

Çalışmanın veri kaynaklarını 1/25.000 ölçekli topografya haritaları ile 1/25.000 ölçekli jeoloji haritaları ve 1/250.000 ölçekli diri fay haritaları oluşturur. Çalışma da, ArcMap 10.4.1 ve QGIS 2.18.20 programları kullanılmıştır. Analizler, 1/25.000 ölçekli sayısal izohipslerden üretilen ve 10 metre yersel çözünürlüğe



Şekil 1. (A) Çalışma alanı ile birlikte ana akarsular ve swath profillerinin lokasyonu (SP); (B) Samanlı Dağları'nın D-B swath profilinin maksimum, minimum, ortalama ve lokal rölyefine ait topografik eğilimini gösterir.  
 Figure 1. (A) The location of the main streams and swath profiles (SP) with the study area; (B) Shows the topographical trend of the E-W swath profile of the Samanlı Mountains according to maximum, minimum, mean and local relief.



Şekil 2. Samanlı Dağları'nın genelleştirilmiş jeolojik haritası (Göncüoğlu vd., 1987; Kendir, 2010; Erturaç, 2018'den yeniden çizilmiştir ve fay verileri MTA Genel Müdürlüğü, 2021 göre düzenlenmiştir).  
 Figure 2. Generalized geological map of Samanlı Mountains (rearranged from Göncüoğlu vd., 1987; Kendir, 2010; Erturaç, 2018 and fault data is retrieved from MTA Genel Müdürlüğü, 2021)



sahip, sayısal yükseklik modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Samanlı Dağları Kütlesi'nde farklı alanlara sahip 85 akarsu havzası belirlenip, sınırları çıkarılmıştır. Bu havzalar içerisinde küçük havzalar dışında seçilen 40 havza ise daha detaylı incelenmiştir. Araziye ait çeşitli analizleri içeren minimum erozyon hacim tahmini (Ebulk), swath profiller, hipsometrik eğri (Hc) ve integrali (Hi), drenaj havza asimetrisi (AF), normalize edilmiş nehir profili, yüzey engebeliliği ve yüzey indeksi uygulanmıştır. Son olarak literatürdeki mevcut çalışmalar ve analizler sonucunda, havzaların jeomorfolojik durumu ve havzaları etkileyen süreçler hakkında yorum ve değerlendirmeler yapılmıştır. Bu değerlendirmeler, Samanlı Dağları Kütlesi'ni batı, orta ve doğu bölümü olmak üzere 3 bölüme ayırıp, cephe yönleri de dikkate alınarak yapılmıştır. Saha çalışmaları ise, 3 bölümü örneklendirmesi amacıyla, batı, orta ve doğu bölümlerinde gerçekleştirilmiştir.

### 3. Analizler ve Bulgular

#### 3.1. Morfometrik Analizler

**Morfometri;** arazinin nicel ölçümü olarak tanımlanır. Morfometrik analizler, arazinin uzun veya kısa dönemli tektonik aktiviteye ve iklim değişikliğine tepkisini ölçmek, farklı yer şekillerini karşılaştırmak, çeşitli jeomorfolojik parametreleri hesaplamak ve bir alanın belirli bir özelliğini tanımlaması açısından önemlidir (Strahler, 1952; Keller & Pinter, 2002; Azañón vd., 2015, Perez-Pena vd., 2016; García-Delgado vd., 2020). Bu çalışmada, sahanın genel özellikleri hakkında bilgi sahibi olmak ve istenilen amaca ulaşılabilmesi için yüzey analizi ve morfometrik analizler uygulanmıştır.

**Swath Profiller ve Normalize Edilmiş Nehir Profili;** Swath profili ve boyuna nehir profili arazinin uzun veya kısa dönemli evriminin ölçülmesi bakımından en çok kullanılan analizlerden biridir. Swath profili ve normalize edilmiş nehir profili, Perez-Pena vd. (2016) tarafından önerilen, SwathProfiler ve NProfiler add-in yapıları, ArcMap programı üzerinden gerçekleştirilmiştir. SwathProfiler eklentisi, bir alan veya bant içindeki topografya-yı şu şekilde analiz etmeye izin verir; maksimum-minimum-ortalama yükseklikleri, birinci (Q1) ve üçüncü çeyreği (Q3), lokal rölyefi ve hipsometriyi.  $THi^*$  enine bir hipsometrik integral analizidir ve bu tarz grafiklerde önemli bilgiler sunar (Perez-Pena vd., 2016). Swath profilleri, istatistiksel olarak maksimum, minimum ve ortalama topografik yükseltiyi her kesit için çıkarabilir. Ortalama yükselti, arazinin genel topografik eğilimini swath profili içinde yansıtan iyi bir yaklaşımdır ancak maksimum ve minimum yükselti dikey yönde alan profilinde arazideki farklılığın bilgisini verebilir. Bunlara ek, diğer parametreler olan lokal relief (maksimum-min. yükselti arasındaki fark) ya da Q1 ve Q3 topografik farklılığı tanımlayabilir. Genel olarak durağan alanlar olarak havzalar ya da platolar ve az ile orta düzeyde yarılan platolar, lokal relief için düşük değerler verirler, tüm çizgiler buralarda birleşir. Tersine, yüksek lokal rölyef ve swath profilinde çizgiler arasındaki geniş farklılıklar, dağ sıraları ve yüksek şekilde parçalanmış, yüksek yarımlara veya yükselmeye maruz kalmış arazilerle karakterize olacaktır (Perez-Pena vd., 2016).

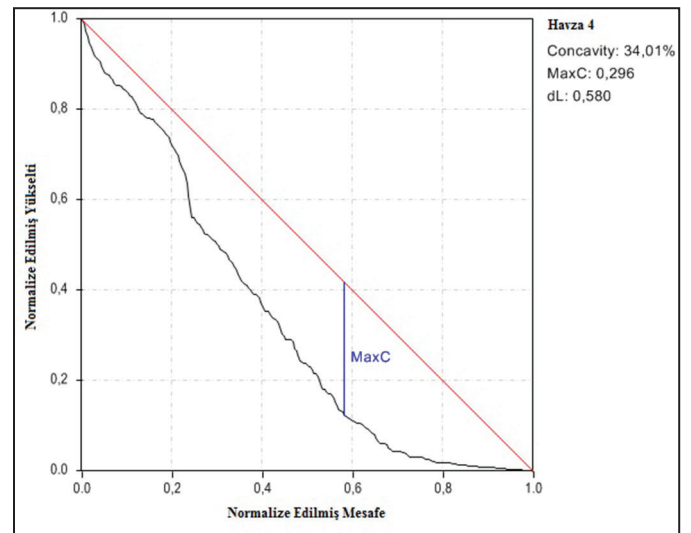
Belirgin olarak çoğu arazideki swath profilde, ortalama yükselti minimum yükseltiye, maksimum yükseltiden daha yakın olacaktır. Eğer ortalama yükselti maksimum yükseltiye yaklaşırsa bu yukarı yaklaşma, yüksek derecede yükselme (uplift)

durumuna geçişin göstergesi olabilir (Keller & Pinter, 2002; Perez-Pena vd., 2016).  $HI$  değerleri 1'e yakın olduğunda ortalama yükselti maksimum yükseltiye yakındır ve böylece genç geçiş arazisi olarak tanımlanır. Aksine,  $HI$  değerleri 0'a yakın ise olgun bir araziye işaret eder ve ortalama yükselti minimum yükseltiye daha yakındır (Perez-Pena vd., 2016). Ancak hipsometrik değerler genelde 0,2 altına ve 0,8 üzerine oldukça nadir olarak çıkar. Bu nedenle Perez-Pena vd. (2016) tarafından  $HI$  değerleri 0,2 ile 0,8 arasında yeniden ölçeklendirilerek bir alan profili boyunca, enine hipsometri indeksi ( $THi^*$ ) olarak aşağıdaki denklem kullanılmıştır (1):

$$HI^* = \frac{(HI - 0.2)}{0.8 - 0.2} \quad (1)$$

$$THi^* = (HI^* - 0.5)w_i + 0.5$$

Homojen bir litoloji üzerinde akış gösteren akarsulara ait profiller, içbükey şekilli olup kaynak alanlarında daha yüksek eğime ve ağız kısmında ise daha yumuşak eğime sahiptir. Çökme ve erozyonun dengede olduğu bir akarsu sisteminde, dengenin bozulması durumunda akarsu eğim kırıklığı olarak bilinen nehir profil noktaları geliştirecektir ve boyuna profil ile içbükeylik de değişimler olacaktır. Akarsu boyuna profilleri, akarsuyu kontrol eden faktörlerdeki değişiklikleri (litoloji, iklim ve tektonizma gibi) belirlemek için kullanılır (Hayakawa & Oguchi, 2009; Perez-Pena vd., 2016; Rosenkranz vd., 2018). NProfiler eklentisi, uzunlamasına normalleştirilmiş nehir profillerini ve bunlarla ilgili normalleştirilmiş içbükeylik (CT), maksimum içbükeylik (Cmax) ve uzunluk olarak maksimum içbükeylik (Lmax) bilgileri elde etmeye izin verir (Perez-Pena vd., 2016) (Şekil 3).



**Şekil 3.** Samanlı Dağları'ndaki 4 numaralı havzaya ait normalize edilmiş nehir profili. CT: %34,01 (içbükeylik), Max C: 0,296 (maksimum içbükeylik) ve Lmax: 0,580 (uzunluk olarak maksimum içbükeylik) değerleriyle temsil edilmiştir.

**Figure 3.** Normalized river profile of stream in basin number 4 in Samanlı Mountains. CT: 34,07% (concavity), Max C: 0,296 (maximum concavity) and Lmax: 0,580 (maximum concavity in length) represented by the values.

**Hipsometrik eğri;** yükseltinin arazideki dağılımını ifade eder ve ölçek aralığı bir drenaj havzasından tüm dünyayı kapsayacak şekilde değişiklik gösterebilir (Keller & Pinter, 2002). Diğer bir ifadeyle kara yüzeyindeki yüksekliklerin dağılım frekansını verir. Eğri, toplam havza alanının (rölatif alan- a/A) havzanın toplam yükseltisi (rölatif yükselti h/H) oranına bağlı olarak

oluşturulur (Keller & Pinter, 2002). Strahler (1952)'e göre integral gençlik aşamasında dışbükey bir eğri oluşturur ve havzalar derin şekilde yarılmış engebeli topografya ile temsil edilir. Denge durumunda yani olgunluk aşamasında "S" formunda bir eğri, yaşlılık aşamasında ise içbükey eğriler oluşturduğunu belirtmektedir. Böylece arazinin erozyon aşamasıyla korelasyonu sağlanabilir. *Hipsometrik integral*; hipsometrik eğriye ait şekli karakterize etmenin basit yoludur. Integral, hipsometrik eğri altındaki alanı tanımlar (Strahler, 1952).

*Yüzey Analizi*; yükseltilmiş bir yüzeyin aynı anda korunmuş ve aşınımına uğramış kısımlarını haritalandırmak için yüzey analizi (SI) uygulanır (Andreani vd., 2014). Hipsometrik integral (HI), aşağıdaki denklem kullanılarak (2) belirli bir alan için hesaplanabilir (Pike & Wilson, 1971).

$$HI = \frac{H_{mean} - H_{min}}{H_{max} - H_{min}} \quad (2)$$

*Yüzey engebelleliği*; jeomorfolojide topografik ya da arazi engebelleliği olarak da adlandırılan yüzey engebelleliği, iki boyutlu düz bir yüzeyin, yükselti ve eğime sahip üç boyutlu bir yüzeye oranı olarak ifade edilir. Yüzey engebelleliği, Andreani vd. (2014) tarafından önerilen denkleme göre (3) hesaplanmıştır. Burada (SR) yüzey engebelleğini, (TS) topoğrafik yüzeyi ve (FS) düz yüzeyi ifade eder.

$$SR = \frac{TS}{FS} \quad (3)$$

*Yüzey indeksi*, hipsometrik integral, yüzey engebelleliği ve sayısal yükselti modelinin kombinasyonları kullanılarak aşağıdaki denkleme (4) göre üretilir.

$$SI = \left( \frac{HI - HI_{min}}{HI_{max} - HI_{min}} \right) \times \left( \frac{h - h_{min}}{h_{max} - h_{min}} \right) - \left( \frac{SR - SR_{min}}{SR_{max} - SR_{min}} \right) \quad (4)$$

SI; hipsometrik integral (HI), yükselti (h) ve engebelleğin (SR) her raster verisi için minimum ve maksimum oranlar kullanılarak dönüştürülen piksellerin değerlerini temsil eder. Pozitif SI değerleri zayıf gömülmelere (yüksek hipsometrik integral ve düşük yüzey pürüzlülüğü ile karakterize edilen) negatif SI değerleri ise parçalanmış yüzeyleri, taban seviyesi ve tektonik etkilere tepki olarak yüksek gömülme derecelerini yansıtır (Andreani vd., 2014).

*Minimum Erozyon Hacmi (E<sub>bulk</sub>)*, enterflüvler boyunca oluşan düz yüzeyler, sahanın aşınmadan önceki yüzeyine karşılık gelen relikt yüzeyler olarak önerilebilir ve bu basit yapılandırma sonrasında aşınım öncesi yüzey ile güncel yükselti verisi arasından minimum erozyon hacmi hesaplanabilir (Menéndez vd., 2008; Rosenkranz vd., 2018). Her akarsu havzasının güncel yükselti verisi yardımıyla, sırt hatlarına karşılık gelen yükseltilere nokta ataması yapılarak, aşınım öncesi yüzeye ait katman oluşturulur. Oluşturulan katman deleunay üçgenleme ile sayısal yükselti modeline (SYM) dönüştürülerek, aşınım öncesi yüzey elde edilebilir. Aşınım öncesi yüzey ile güncel SYM verisi birbirlerinden çıkarılarak, elde edilen değer, SYM çözünürlüğü ile çarpılmış, m<sup>3</sup> cinsinden elde edilen değer km<sup>3</sup>'e çevrilmiştir. Böylece uzun dönemli malzeme kaybı hesaplanabilir.

*Drenaj Havzası Asimetri Faktörü (AF)*, akarsu havzalarında drenajın simetri ve asimetri özelliği göstermesinde, havzayı et-

kileyen tektonik rejimin rolü büyüktür. Bu etkiyi belirleme de drenaj havzası asimetrisi (AF) kullanılan yöntemlerden birisidir (Keller & Pinter, 2002) ve aşağıdaki formüle (5) göre hesaplanır:

$$\text{Asimetri Faktörü (AF)} = 100 (Ar/At) \quad (5)$$

Burada (Ar) havzanın akış yönünde kalan sağdaki alanı, (At) ise havza alanını kapsar. Duraylı bir havza da AF değeri 50 iken, AF değeri < 50 veya > 50 olması havzanın çarpıldığını gösterir.

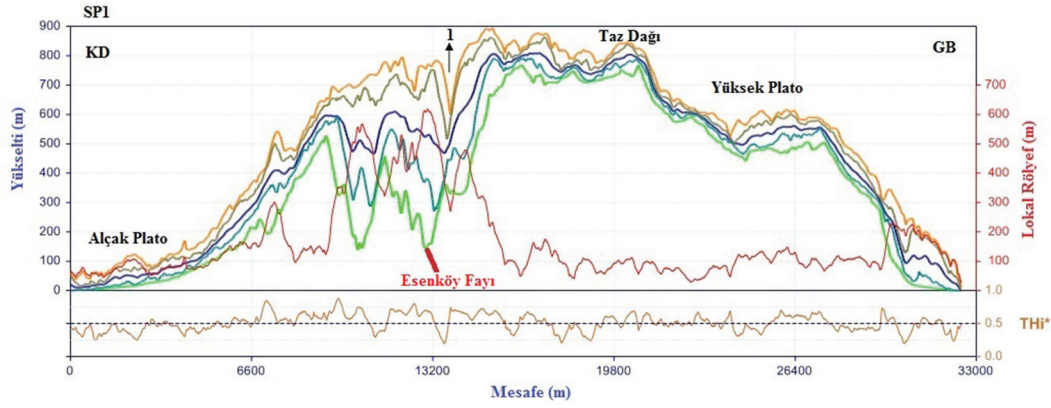
### 3.2. Bulgular

Samanlı Dağları'nda D-B yönlü swath profili incelendiğinde, yüksek lokal rölyef değerlerinin batı ve doğu bölümünde, en düşük değerlerin ise orta bölümde (alçak plato sahası) yer aldığı görülür (Şekil 1). Genel olarak durağan alanlar, az ile orta düzeyde yarılmış platolar lokal rölyef için düşük değerler verir ve tüm çizgiler bu sahalarda birleşir (Perez-Pena vd., 2016). Swath profilinde yüksek lokal rölyef değerleri genel olarak dağlık bölgeler ile uyumludur. Yüksek lokal rölyef ve swath profilinde görülen geniş farklılıklar dağ sıraları ve yüksek şekilde parçalanmış, yüksek yarılmalara veya yükselmeye maruz kalmış arazilere karşılık gelmektedir (Perez-Pena vd., 2016).

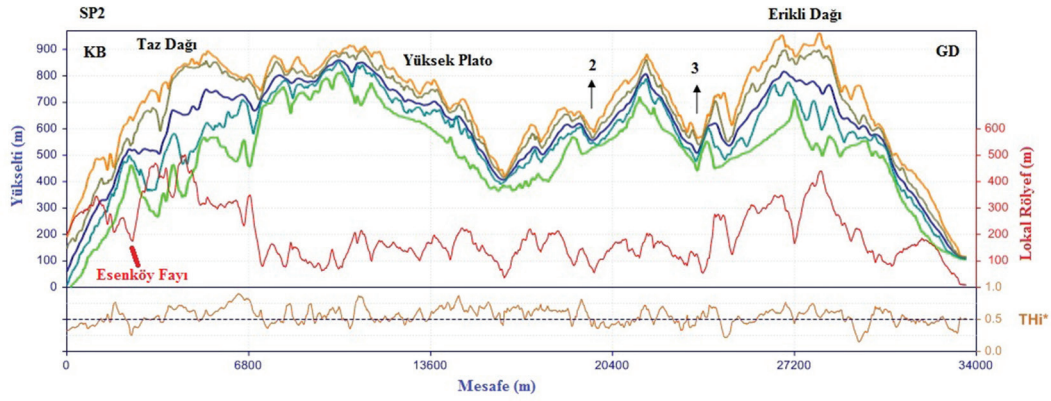
Samanlı Dağları'nın batı bölümünde SP1 (swath profil) profilinde, özellikle KD tarafında alçak platoluk sahadan hemen sonra, ortalama yükseltinin maksimum yükseltiye daha yakın olduğu ve Taz Dağları zirvesinden sonra, ortalama yükseltinin minimum yükseltiye yaklaştığı görülür. Yine aynı şekilde SP2 profilinde, genel itibarıyla kuzeye dönük (KB yönü) yamaçlarda ortalama yükseltinin maksimum yükseltiye daha yakın olduğu, yüksek platoyu aştıktan sonra ortalama yükseltinin minimum yükseltiye yaklaştığı ve ayrıca düşük lokal rölyef değerlerinin de bu hat boyunca uzandığı dikkati çeker (Şekil 4 ve 5). Eğer ortalama yükselti maksimum yükseltiye yaklaşırsa, bu yukarı yaklaşma daha yüksek arazinin, yükselme durumuna geçişinin göstergesi olabilir (Keller & Pinter, 2002). Bu sapmalar hipsometrik integral (HI) değerleriyle de incelenebilmektedir. HI değerleri 1'e yaklaştıkça, ortalama yükselti maksimum yükseltiye yakın ve genç geçiş arazisi olarak tanımlanır. Aksine HI değerleri 0'a yakın ise olgun bir araziye işaret eder ve ortalama yükselti minimum yükseltiye yakındır (Perez-Pena vd., 2016). Bu değerler transverse hipsometrik integral (THi\*) olarak hesaplanmıştır. Taz Dağı ile yüksek plato arasında, THi\* değerleri 0,5'in üzerinde uzanış gösterir. Bu değerler, SP1 profilinde alçak platodan sonra Taz Dağının yükselmeye maruz kaldığını, yine SP2 profilinde de özellikle Esenköy Fayından GD'ya doğru maksimum THi\* değerleri görülürken, Taz Dağı ile yüksek plato arasında lokal olarak yükseltilerin olduğu yorumunu güçlendirmektedir. Profiller boyunca yükselimin bir diğer işareti ise Erikli Dağı'nda görülmektedir (Şekil 5). SP3 ve SP4'de, THi\* değerleri Samanlı Dağları'nın orta bölümünde bazı lokal yükselmeler haricinde 0'a daha yakındır (Şekil 6 ve 7). Bu durum orta bölümün yakın bir zaman da yükselme geçirmediğinin göstergesi olarak yorumlanabilir. SP5'de ise Samanlı Dağları'nın zirvesine karşılık gelen Kartepe'de (yüksek plato) THi\* değerlerinin 1'e yaklaştığı dikkati çeker (Şekil 8).

SP6'da tüm çizgilerin birleştiği kısım, Serindere'ye karşılık gelir (Şekil 9). Yüksek bir plato özelliği gösteren Kartepe ve Gebegöynük Dağı arasında yükselen bu sahaya, akarsu gömülmüş ve kanyon oluşturmıştır (Fotoğraf 1).

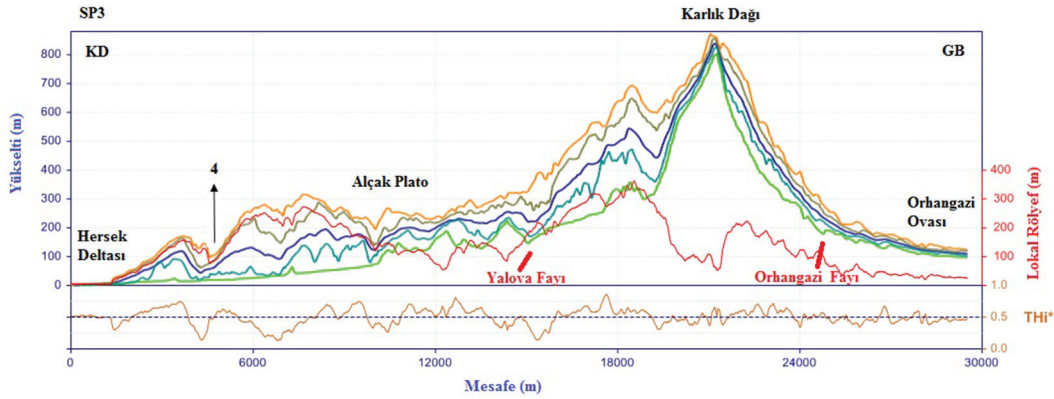




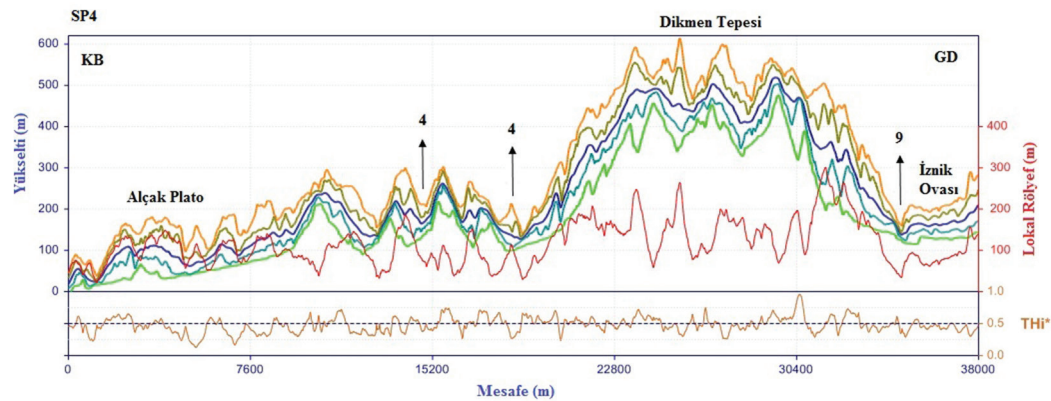
Şekil 4. Samanlı Dağları'nın batı bölümündeki SP1 swath profilinin maksimum, minimum, ortalama, lokal rölyef ve THI\*'ye ait topografik eğilimi.  
Figure 4. Topographic trend of the SP1 swath profile in the western part of Samanlı Mountains for maximum, minimum, mean, local relief and THI\*.



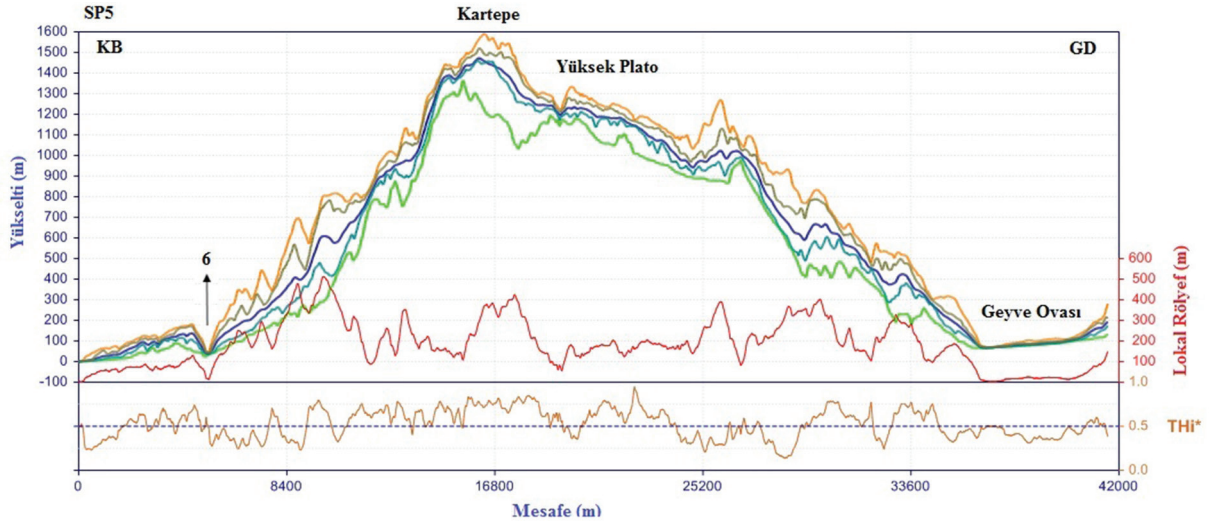
Şekil 5. Samanlı Dağları'nın batı bölümündeki SP2 swath profilinin maksimum, minimum, ortalama, lokal rölyef ve THI\*'ye ait topografik eğilimi.  
Figure 5. Topographic trend of the SP2 swath profile in the western part of Samanlı Mountains for maximum, minimum, mean, local relief and THI\*.



Şekil 6. Samanlı Dağları'nın orta bölümündeki SP3 swath profilinin maksimum, minimum, ortalama, lokal rölyef ve THI\*'ye ait topografik eğilimi.  
Figure 6. Topographic trend of the SP3 swath profile in the central part of Samanlı Mountains for maximum, minimum, mean, local relief and THI\*.

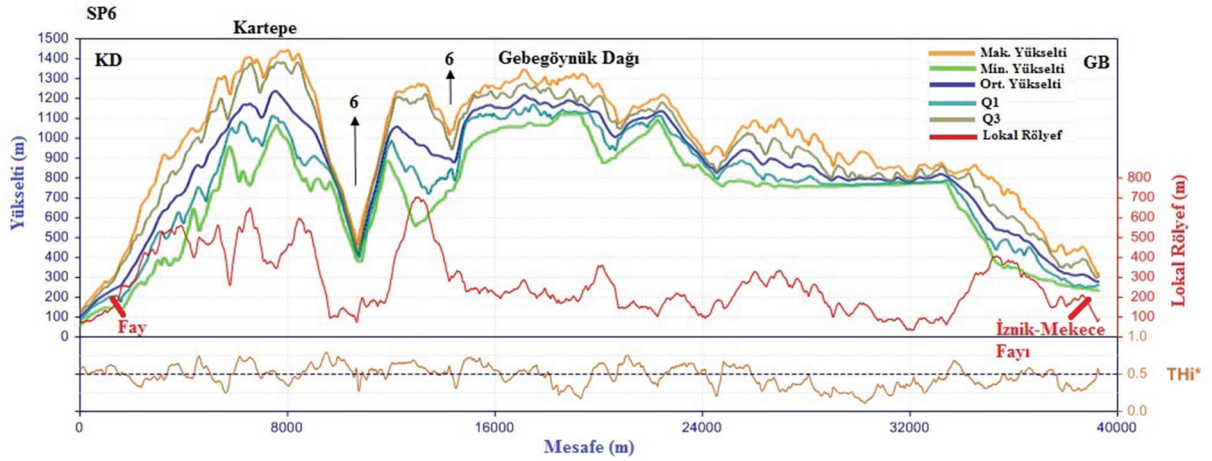


Şekil 7. Samanlı Dağları'nın orta bölümündeki SP4 swath profilinin maksimum, minimum, ortalama, lokal rölyef ve THI\*'ye ait topografik eğilimi.  
Figure 7. Topographic trend of the SP4 swath profile in the central part of Samanlı Mountains for maximum, minimum, mean, local relief and THI\*.



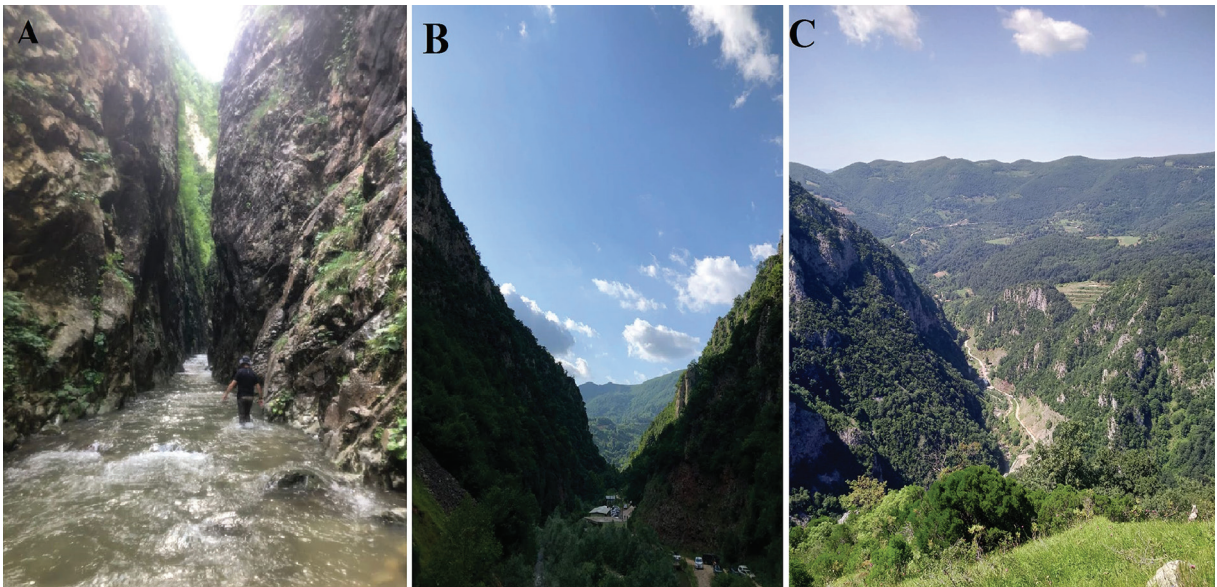
**Şekil 8.** Samanlı Dağları'nın doğu bölümündeki SP5 swath profilinin, maksimum, minimum, ortalama, lokal rölyef ve Thi\*'ye ait topografik eğilimi (6 numara ile gösterilen akarsu, Serindere'nin aşağı kesimindeki Kırzdere'yi temsil eder).

**Figure 8.** Topographic trend of the SP5 swath profile in the east part of Samanlı Mountains for maximum, minimum, mean, local relief and Thi\* (The stream indicated with the number 6 represents Kırzdere in the lower part of Serindere).



**Şekil 9.** Samanlı Dağları'nın doğu bölümündeki SP6 swath profilinin, maksimum, minimum, ortalama, lokal rölyef ve Thi\*'ye ait topografik eğilimi.

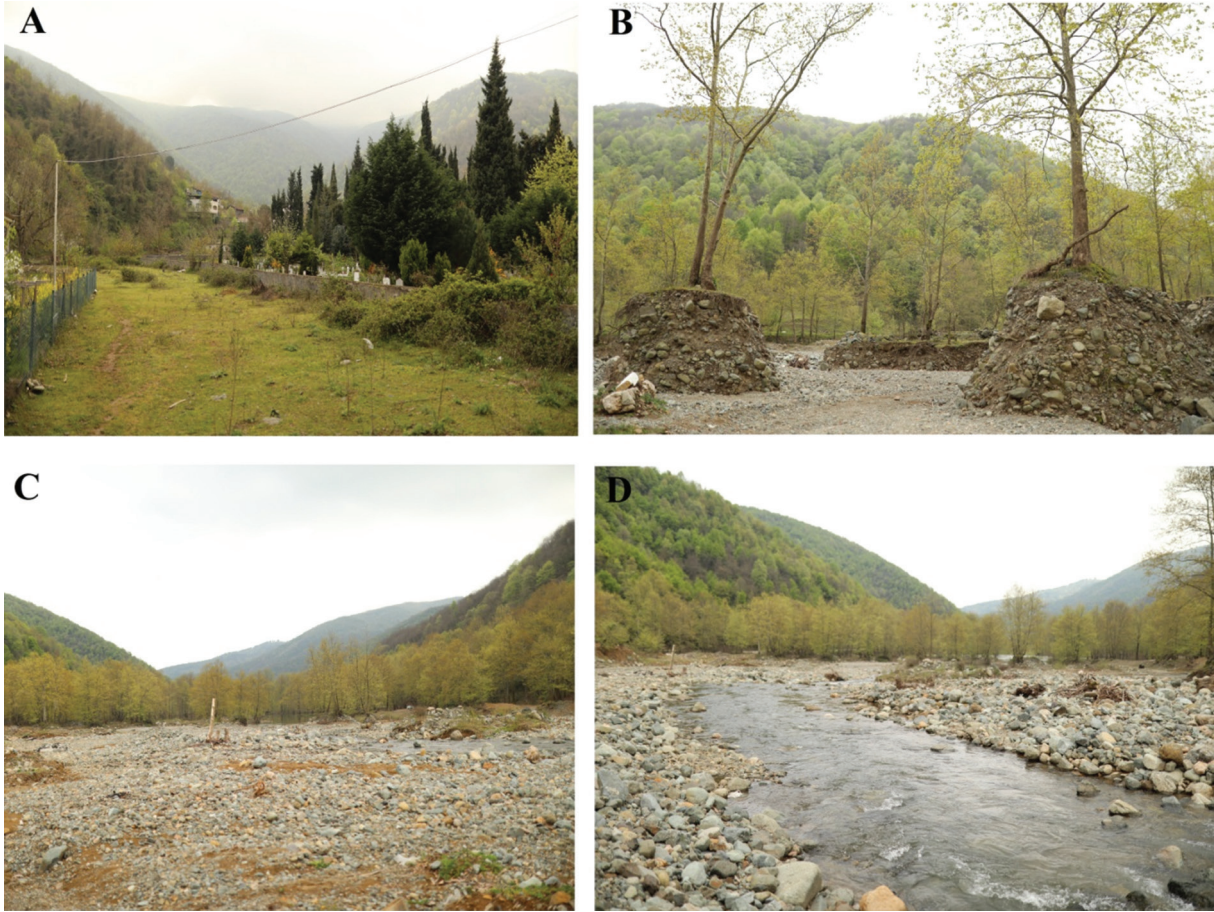
**Figure 9.** Topographic trend of the SP6 swath profile in the east part of Samanlı Mountains for maximum, minimum, mean, local relief and Thi\*.



**Fotoğraf 1.** (A) Serindere kanyon girişi, (B) V şekilli vadi içerisinde akış gösteren Serindere ve derin bir şekilde yarılmış topografya, (C) Kızılesinden Serindere vadisine bakış.

**Photo 1.** (A) Serindere canyon entrance, (B) Serindere flowing in a V-shaped valley and deeply incised topography and (C) View of Serindere valley.





**Fotoğraf 2.** (A) Karpuzdere vadisine bakış, (B) Esenköy Fayından sonra eğimin azalmasına bağlı olarak kötü boylanmış depolar, (C) vadi tabanının genişlediği kesimlerde belirli bir derecelenme göstermeyen akarsu çökelleri, (D) Kuzey yönde, Marmara Denizi'ne doğru akan Karpuzdere.

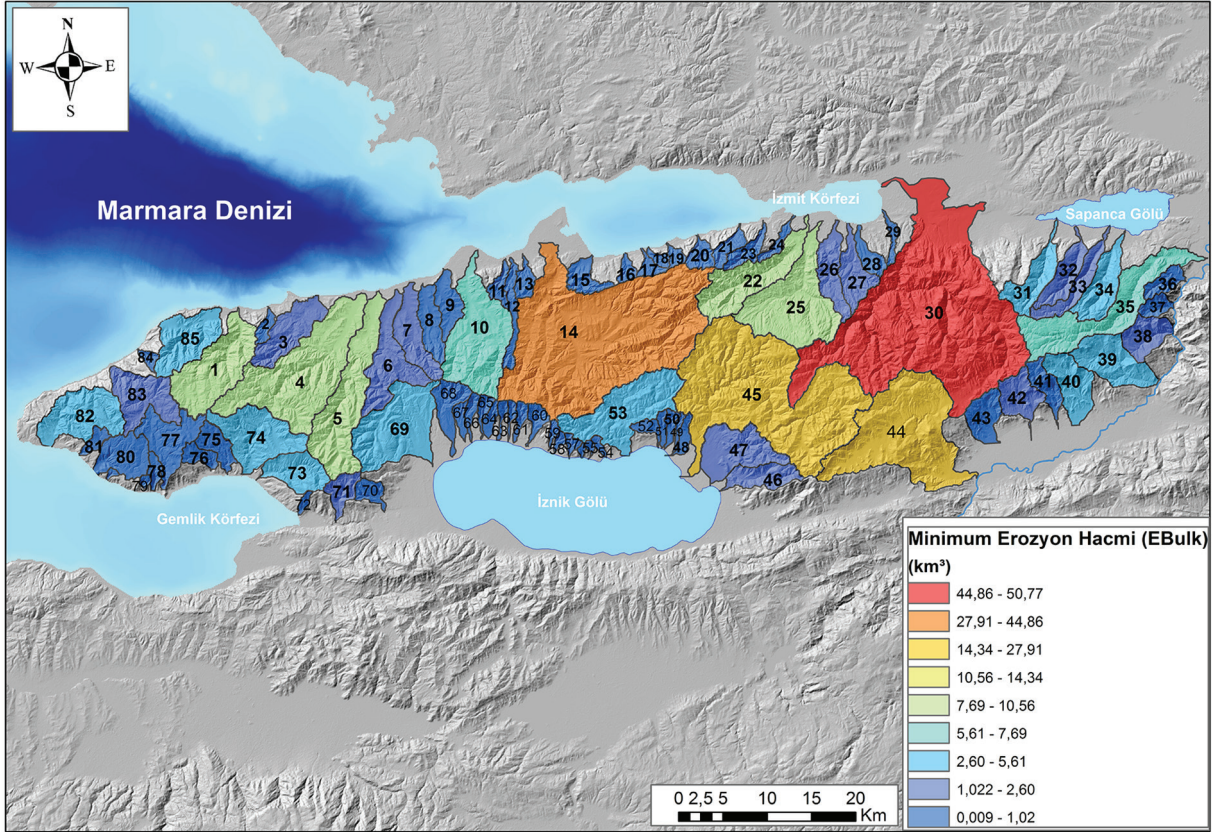
**Photo 2.** (A) View of the Karpuzdere valley, (B) poorly sorted deposits due to the decrease in slope after the Esenköy Fault, (C) poorly graded fluvial deposits in the widened sections of the valley floor, (D) Flow towards the Marmara Sea in the north direction.

Uzun dönemli erozyon oranları bakımından normalize edilmiş minimum erozyon hacmi (Ebulk)  $7830000000/10^9$  ile  $\text{km}^3$  olarak hesaplanmıştır (Tablo 1 ve şekil 10). Buradaki ilk değer  $\text{m}^3$  olarak elde edilen değer olup bu değer  $\text{km}^3$  olarak dönüştürülmüştür. Uzun dönemli erozyon oranları genelde D-B ve KD-GB uzanımlı normal fay, ters fay ve doğrultu atımlı faylar gibi kritik zonlarda ve de tektonik olarak SP profillerinde yükselmenin delilleri olan havzalarda, kuzey yamaçlarda bulunmaktadır (Halis, 2020). Bu duruma, yüksek oranda erozyon değerleriyle 1 numaralı ve 30 numaralı havzalar örnek oluşturur (Fotoğraf 1 ve 2). Uzun dönemli erozyon oranlarının bu şekilde dağılım göstermesi, García-Delgado vd. (2020) ve Azañón vd. (2015) gibi araştırmacıların farklı aktif tektonik sahalarda yapmış oldukları çalışmalar ile benzerdir.  $\text{THi}^*$  değerlerinin işaret ettiği gibi, SP6 profilinde Serindere'de maksimum, ortalama, minimum, Q1 ve Q3 değerleri bir hat boyunca birleşmiş, bunlara ek olarak, Serindere (6 numara ile gösterilen akarsu, bu akarsu kollarıyla birlikte SP5 ve SP6'da gösterilmiştir) çevresinde  $\text{THi}^*$  değerleri 1'e yaklaşmıştır. Yükselme ve gömülmelere işaret eden bu değerler, Samanlı Dağları'nda 30 numaralı havza ile en yüksek erozyon oranına sahiptir (Fotoğraf 1). Esenköy Fayının güneydoğusunda, SP2'de görülen yükselme delilleri ve ayrıca fayın havzada oluşturduğu kısa mesafede değişen eğim değerleri, 1 numaralı havzada da yüksek oranda erozyona yol açmıştır (Fotoğraf 2 ve 3). Genelde uzun dönemli erozyon oranlarının düşük olduğu sahalarda ise Armutlu Yarımadası'nın güneyinde kalan metamorfik birimlerin ve derinlik kayalarının yer aldığı havzalara karşılık gelir.

Uzun dönemli erozyon oranlarını kontrol eden faylar ve yükselmelere tepki veren akarsular, arazide yüksek engebelilik oranları oluşturmuştur. Swath profilinde lokal rölyefin düşük değerler gösterdiği sahalarda (SP1 profilinde 1 numaralı akarsu, SP2 profilinde yer alan 2 ve 3 numaralı akarsular, Karlık Dağı ve SP6'da yer alan 6 numaralı akarsu) ki bu alanlar lokal gömülmelere karşılık gelip engebelilik değerler haritasında, yüksek engebelilik oranları ile temsil edilir. Armutlu Yarımadası'nın kuzey yamaçlarında ve Karamürsel'den Geyve Boğazı'na kadar olan bölümde engebelilik oranları 1, 4, 5, 14, 22, 25, 30, 31, 34 ve 35 numaralı havzalar da yüksektir ve bu durum uzun dönemli erozyon oranları ile de uyumludur (Şekil 11). Batı ve doğu bölümlerinde not edilen bu yüksek engebelilik değerleri, Samanlı Dağları'nda D-B uzanımlı, Esenköy (EF), Yalova (YF), Orhangazi Fayları (OF), Yalakdere Fayı (YDF) ve doğu bölümünde de devam eden faylar ve de yükselmelere bağlı olarak buradaki akarsuların etkinliği doğrultusunda şekillenmiştir (Halis, 2020). Bu dinamik koşullar, drenaj havzalarında eğim kırıklıkları da oluşturmuştur (Şekil 13). Buna karşılık, düz alanlarda ve litolojik olarak direnç gösteren sahalarda (Kartepe ve Taz Dağları) düşük engebelilik değerleri görülür. Yüzeysel engebelilikteki minimum değerler, düşük lokal gömülmelere karşılık gelir (Andreani vd., 2014).

Hipsometrik integral de en düşük değerler, genelde drenajın en iyi geliştiği sahalarda ile uyumludur ve bu sahalarda yüksek oranda gömülmeleri içerir. Serindere, Akçay Nehri, Karpuzdere, Yalakdere Fayıyla uyumlu olarak uzanan Beyoğlu Deresi ve Sakarya Nehri'nin açtığı Geyve Boğazı bunlara örnek verilebilir. Genel



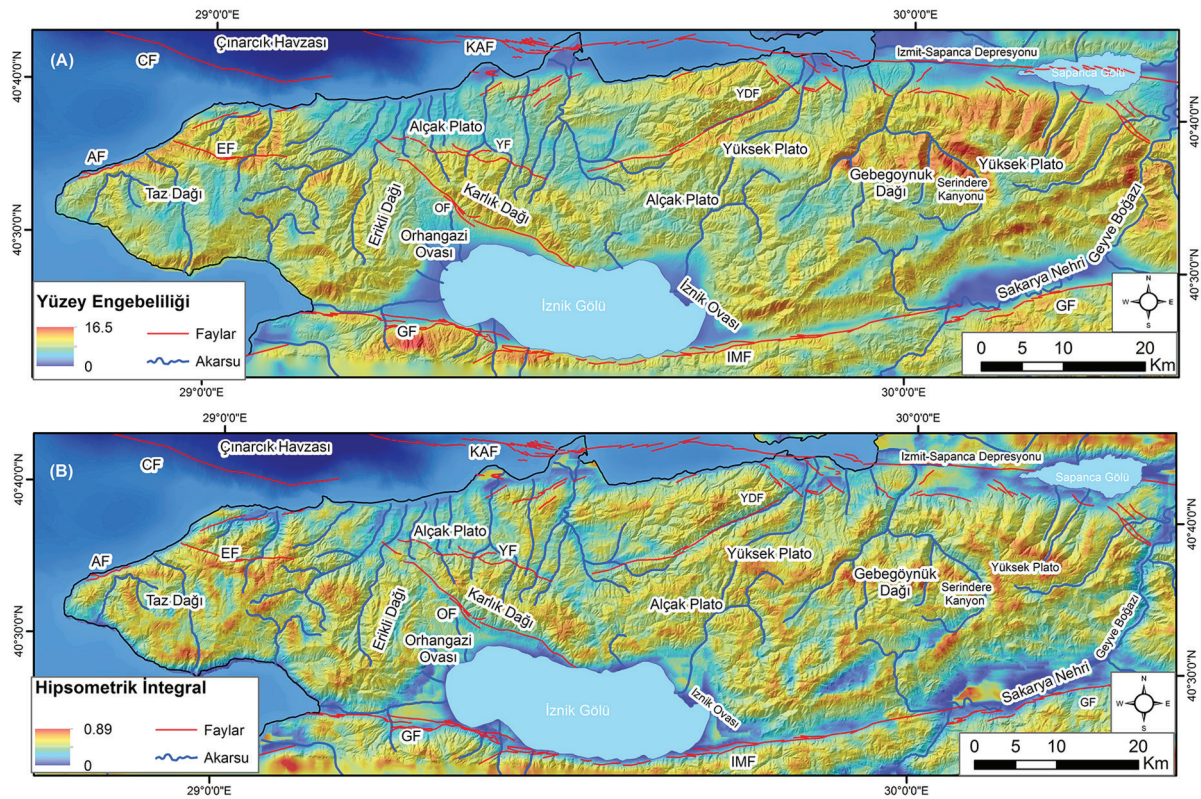


Şekil 10. Samanlı Dağları Kütleli'sinde erozyon oranları hesaplanan havzalar ve uzun dönemli erozyon oranları.

Figure 10. Long-term erosion rates in the Samanlı Mountains Mass and the basins whose erosion rates were calculated.

olarak yükselmiş yüzeyler ve platolar, lokal olarak aşınımına karşı direnç gösteren yüzeyler, yüksek hipsometrik integral değerlerine sahiptir. Kartepe zirvelerinde yer alan, Üst Jura-Alt Kretase Mermerleri, Taz Dağları'nda yer alan metamorfik birlikler, Gebegöynük Dağı, Karlık Dağı ve Taz Dağları'nda yüksek hipsomet-

rik integral değerleri görülür (Halis, 2020). Özellikle bu dağlar ve platoların yamaçlarına karşılık gelen yüksek değerler, topografik diklikler ile ilişkilidir (Şekil 11). Yüzey indeksinde negatif olarak temsil edilen, yüksek gömülme dereceleri sözü edilen faylar ve yükselmelere bağlı olarak yayılış gösterir (Şekil 12).

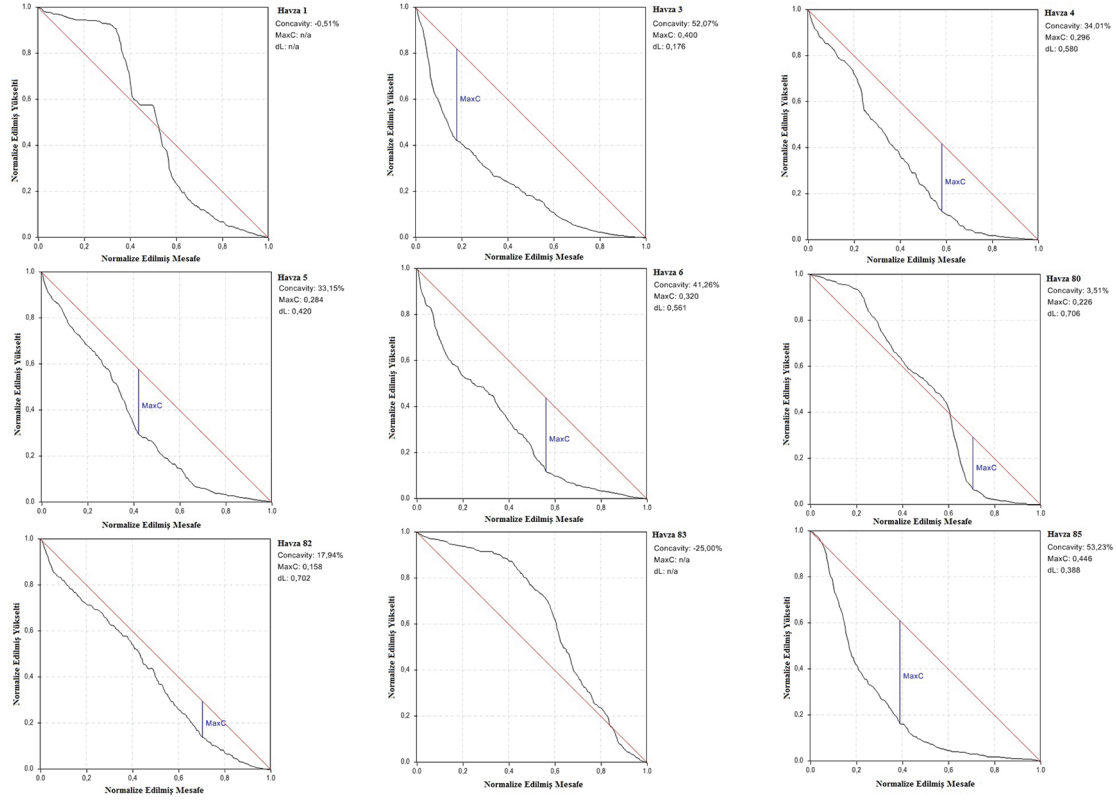


Şekil 11. (A) Çalışma sahasına ait yüzey engelibelliği, (B) hipsometrik integral değerlerinin dağılış özellikleri.

Figure 11. (A) Distribution properties of surface roughness, (B) hypsometric integral values of the study area.





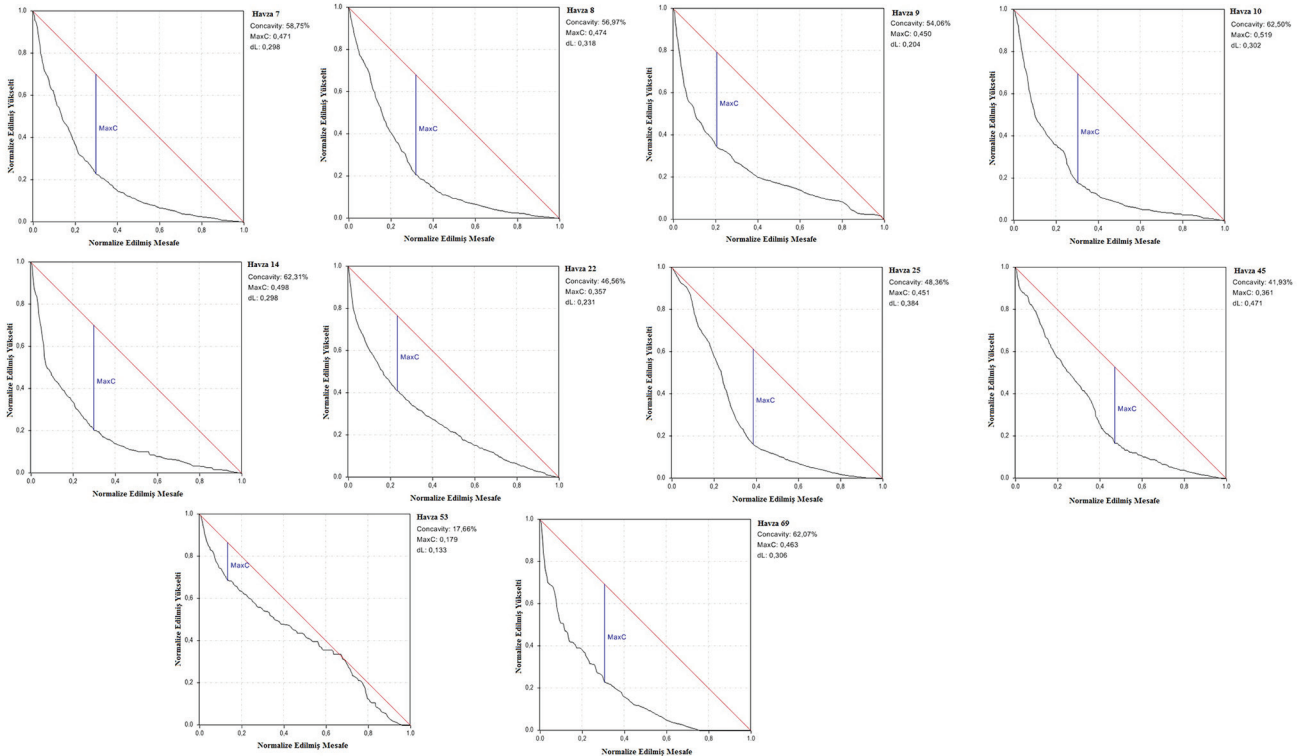


Şekil 14. Batı bölümüne ait normalize edilmiş nehir profilleri.  
Figure 14. Normalized river profiles of the western section.

edilmiştir (Halis, 2020). Havzadan D-B uzanımlı geçen normal fay karakterli Esenköy Fayı, iki farklı litolojik birimin dokanak noktasında eğim kırığı oluşturarak, iki basamak halinde su düşüşlerini meydana getirmiştir (Halis, 2020) (fotoğraf 3).

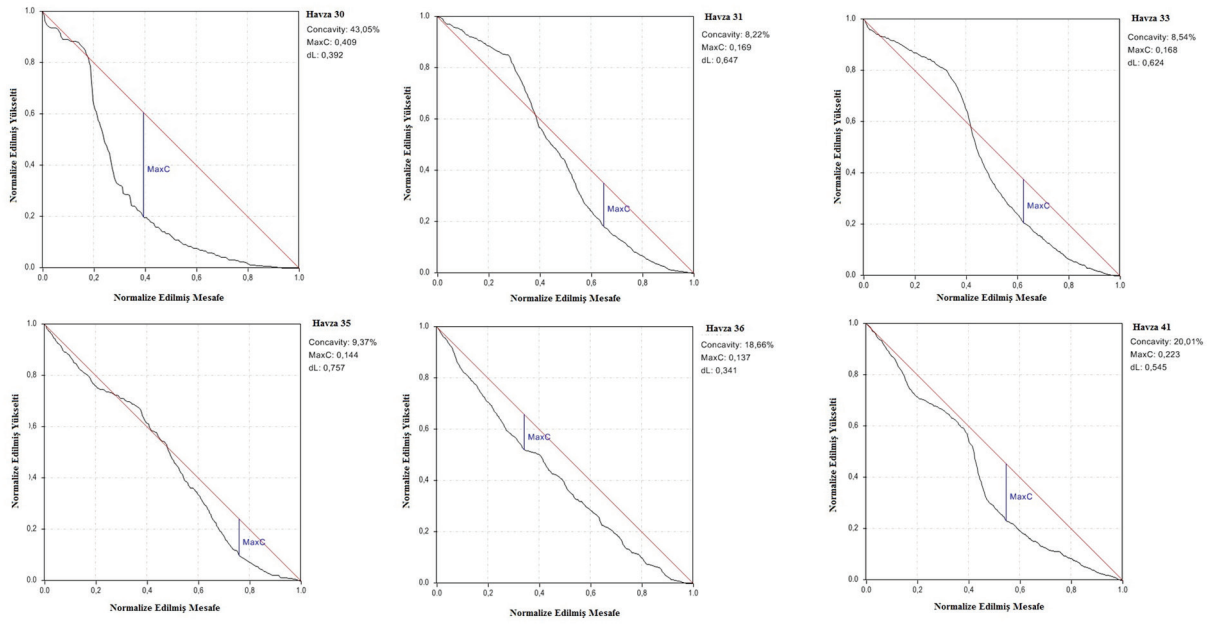
Hipsometrik eğriler incelendiğinde, batı ve doğu bölümünde yer alan havzaların, özellikle Armutlu Yarımadası'nda yer alan yük-

sek düz kütledeki akarsu havzalarının (82, 80, 77 ve 1 numaralı havzalar), dışbükey eğri karakteri gösterip, gençlik aşamasına daha yakın olduğu görülmektedir. Genel itibariyle orta bölümde yer alan eğrilerin 47, 53, 46 ve 25 numaralı havzalar dışında genelde içbükey eğriler oluşturduğu görülür. Buna ek olarak, orta bölümde yer alan havzaların eğrileri kaynak kısımlarından ağır kısımlarına kadar içbükey bir karakter gösterir (Şekil 17).



Şekil 15. Orta bölüme ait normalize edilmiş nehir profilleri.  
Figure 15. Normalized river profiles of the central section.





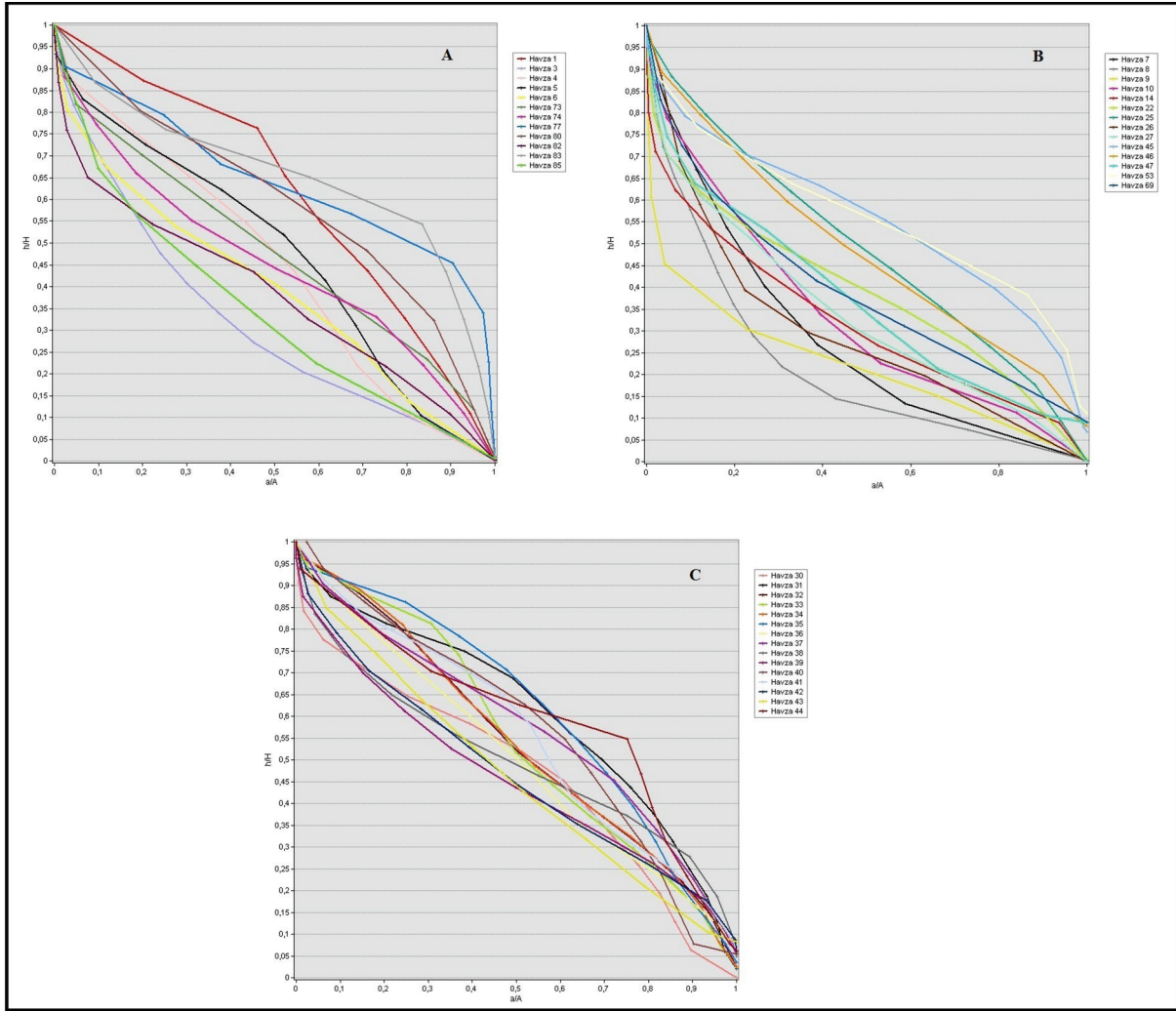
Şekil 16. Doğu bölümüne ait normalize edilmiş nehir profilleri.  
Figure 16. Normalized river profiles of the eastern section.



Fotoğraf 3. 1 numaralı havzada yer alan, Eriklı Çifte şelaleler.  
Photo 3. Eriklı Çifte waterfalls located in the number 1 basin.

Havzalara ait asimetri değerleri incelendiğinde, en yüksek değerler havza 77, 69, 14 ve 30 numaralı havzalarda bulunmuştur. 1, 5, 10, 14, 30 ve 44 numaralı havzalarda yüksek olan sola çarpılma değerleri, yüksek erozyon oranları bakımından anlamlıdır. 45 ve 53 numaralı havzalarda ise sağa çarpılma kuvvetlidir. Metot, havzadaki litolojik farklılıklara da duyarlıdır. Örneğin 1 numaralı havzanın solunda amfibolit ve granitoid birimleri yer alırken, sağ tarafında ise daha çok piroklastik maddeler yer alır. Dolayısıyla havzanın sağ kesiminde daha fazla akaçlama alanı söz konusudur. 14 numaralı havza da, Yalakdere Fayı havzanın sağında kalan alanda uzanış göstermektedir. Bu fayın oluşturduğu deformasyon ile uyumlu uzanan yan kol, Yalakde-

re'nin en uzun kollarından birisini oluştur ve havza sola doğru güçlü bir şekilde çarpılmıştır. Bu havzanın KD'sunda yer alan, 22 numaralı havza da tamamen Yalakdere fayından etkilenmiş olan Beyoğlu Deresi, fay ile uyumlu bir şekilde uzanarak 50,60 ile tam bir simetrik özellik göstermektedir. Genel olarak AF değerleri üzerinde KAF'ın etkisiyle birlikte, lokal faylarında büyük bir etkisi vardır. Normal fay karakterinde olan Armutlu Fayı, tamamen aynı birim içerisinde akış gösteren akarsuyun sağa yani faya doğru çarpılmasına neden olmuştur. Batı bölümünün en batı ucunda kalan bu yüksek düz kütlede 82 numaralı havzanın erozyon oranları çarpılmadan etkilenmiş olmalıdır.



Şekil 17. (A) Batı bölümünde yer alan havzaların hipsometrik eğrisi, (B) Orta bölümde yer alan havzaların hipsometrik eğrisi, (C) Doğu bölümde yer alan havzaların hipsometrik eğrisi.

Figure 17. (A) The hypsometric curve of the basins in the western section, (B) the hypsometric curve of the basins in the middle section, (C) the hypsometric curve of the basins in the eastern section.

#### 4. Tartışma

Akarsu erozyonu, yükselme ve iklim arasındaki rekabet tarafından yönlendirilir (Burbank, 1992). Bu yönlendirme taban seviyesine kadar devam eder. Bölgenin genel taban seviyesini ise Marmara Denizi oluşturur. Pliyo-Pleistosen'de evrimi başlayan Marmara Denizi seviyesi birçok kez değişmiştir (Eriş & Çağatay, 2011). Bu seviye küresel ölçekte yapılan modellere göre, GÖ 175 bin yılında -80 m, GÖ 150 bin yılında -100 m seviyesine düşmüştür. MIS 3 (3. deniz izotop dönemi) sürecince ve MIS 2'nin büyük bölümünde yani GÖ 60-15 bin yılları arasında Marmara Denizi tatlı bir su gölüne dönüşmüş ve özellikle son buzul maksimumunda -120 m. günümüzden alçalmıştır (Masalli & Trincardi, 2013; Eriş & Çağatay, 2011). Çalışma sahasında yer alan havzaların büyük bir bölümü için Marmara Denizi taban seviyesi görevi görüp ayrıca Sakarya Nehrine ulaşan akarsular ise Karadeniz taban seviyesi tarafından kontrol edilirken, küresel ölçekte deniz seviyesi değişiklikleri dikkate alındığında, uzun dönemli erozyon oranlarında farklılıkların oluşması tektonik hareketler ile ilişkili olmalıdır. Samanlı Dağları'nın kuzeyinde Karadeniz'den gelen nemli hava, Kocaeli Platosunu geçerken, büyük bir engelle takılmadan Samanlı Dağları'na ulaşır ve aniden yükselime zorlanır. Genel sirkülasyonu dik kesen dağlar, gezici depresyonlar ve cephe sis-

temlerini yükselime zorlayarak orografik yağışlara neden olur (Gönençgil, 2009). Samanlı Dağları'nın kuzeyinde yükselime zorlanan hava kütlesi, güney bölüme daha kurak bir şekilde ulaşır. Samanlı Dağları'nın kuzey yamaçları güney yamaçlarına göre daha nemlidir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün verilerine göre, Çınarcık Meteoroloji istasyonunun da 882 mm olan yıllık yağış miktarı, güney yamaçta Gemlik de 604 mm'ye düşer. Yine aynı şekilde doğu bölümünde Sapanca da yıllık yağış miktarı 852 mm iken doğu bölümünün güney yamaçlarında Geyve'de 635 mm'dir. Kuzey yamaçların daha nemli olması da jeomorfolojik gelişim ve erozyon oranlarını etkilemiş olmalıdır ancak kuzey yamaçlardaki havzalarında birbirinden farklı erozyon değerleriyle temsil edilmesi, tektonik etkiyi öne çıkarmaktadır. KAF'ın Pliosen'de bölgeye sokulmasıyla başlayan toptan yükselme ve lokal faylar uzun dönemli erozyonu yönlendiren temel süreçleri oluşturmuş olmalıdır.

Kaya ya da örtü yüzeylerde; aşınma ve aşınım ürünü olan malzemelerin taşınmasıyla gerçekleşen, malzeme kayıpları ve bu yolla meydana gelen fiziksel değişim, erozyon olarak tanımlanır (Turoğlu, 2018). Aktif tektonik bölgelerde, yüzey süreçlerinin rolü artar ve akarsular orojenik sistemlerden kabuksal materyali çıkararak, malzeme kaybı sağlar (Zeitler vd., 2001). Lokal yükselme, akarsuların yataklarını kazma, derin vadiler ve



**Tablo 1.** Samanlı Dağları'nda yer alan havzaların morfometrik indekslerin sayısal değerleri**Table 1.** Numerical values of morphometric indexes of the Samanlı Mountain catchments.

Akarsu Havza No	Alan Km <sup>2</sup>	Ebulk km <sup>3</sup> (m <sup>3</sup> /10 <sup>9</sup> )	HI	İçbükey (%) Concavity	Cmax	Lmax	AF
1	59,22	7,83	0,62	-0,51			59,32
3	30,87	1,85	0,30	52,07	0,400	0,176	48,59
4	111,24	7,96	0,44	34,01	0,296	0,58	45,84
5	72,09	8,55	0,46	33,15	0,284	0,42	58,33
6	40,30	2,13	0,38	41,26	0,320	0,561	47,14
7	26,36	1,28	0,26	58,75	0,471	0,298	38,46
8	17,93	0,70	0,20	56,97	0,474	0,318	50,19
9	15,38	0,71	0,21	54,06	0,450	0,204	58,51
10	75,49	5,70	0,32	62,5	0,519	0,302	61,84
14	275,15	44,21	0,31	62,31	0,498	0,298	64,72
22	49,34	9,88	0,38	46,56	0,357	0,231	50,60
25	76,64	8,94	0,48	48,36	0,451	0,384	46,75
30	329,74	55,77	0,46	43,05	0,409	0,392	66,87
31	24,36	3,07	0,60	8,22	0,169	0,647	39,03
32	19,32	2,46	0,53	23,57	0,249	0,459	39,28
33	18,48	1,48	0,54	8,54	0,168	0,624	45,99
34	27,39	3,30	0,53	31,76	0,307	0,467	54,98
35	69,50	7,18	0,54	9,37	0,144	0,757	48,24
36	9,37	0,63	0,47	18,66	0,137	0,341	53,75
37	7,09	0,89	0,54	28,69	0,216	0,663	36,81
38	19,39	2,55	0,47	21,23	0,215	0,271	30,34
39	35,54	4,78	0,42	47,74	0,417	0,255	48,25
40	27,14	2,88	0,37	38,18	0,326	0,396	52,78
41	12,93	0,72	0,52	20,01	0,223	0,545	34,80
42	19,78	1,97	0,36	20,45	0,236	0,561	50,60
43	17,92	0,71	0,40	32,78	0,259	0,573	62,83
44	125	14,44	0,57	28,04	0,275	0,659	55,67
45	221,64	27,44	0,52	41,93	0,361	0,471	33,00
46	38,87	2,02	0,43	37,79	0,321	0,278	55,81
47	38,87	2,28	0,30	39,97	0,269	0,468	46,89
53	62,02	3,17	0,50	17,66	0,179	0,133	32,07
69	66	3,73	0,32	62,07	0,463	0,306	65,09
71	11,53	1,08	0,52	32,73	0,293	0,396	52,03
73	24,45	3,40	0,47	30,62	0,215	0,482	54,16
74	46,93	3,92	0,44	35,56	0,379	0,514	48,86
77	31,82	1,02	0,64	-33,47			22,01
80	24,64	0,71	0,59	3,51	0,226	0,706	32,46
82	43,82	3,09	0,37	17,94	0,158	0,702	41,86
83	35,19	2,57	0,65	-25			42,85
85	37,31	4,44	0,33	53,23	0,446	0,388	56,25

boğazlar oluşturmasında ve dolayısıyla malzeme kayıplarında etkilidir (Zeitler vd., 2001). Bu bakış açısıyla yükselim delillerini sağlayabilecek ve minimum malzeme kayıplarını hesaplamaya yönelik analizler uygulanmıştır. Böylece jeomorfolojik gelişim ve uzun dönemli erozyon oranlarına yaklaşım sağlanmaya çalışılmıştır. Swath profillerinde, örneğin SP1'de alçak platodan sonra 0,5 üzerine çıkan  $THi^*$  değerleri, yüksek lokal rölyef, SP2 de Taz Dağı-yüksek plato arasındaki kesimde 0,5 üzerindeki  $THi^*$  değerleri Samanlı Dağları'nın batı bölümünün yükseldiğini ve genç geçiş arazisi olduğuna işaret etmektedir. Özellikle 1, 4 ve 5 numaralı havzaların yukarı kesimleri bu yükselmelerden etkilenmiş ve kütle üzerindeki erozyon oranlarında da bu havzalar, yüksek erozyon değerleriyle öne çıkmıştır (Şekil 10). Normalize nehir profillerinde görüldüğü üzere, profiller dışbükey eğri çizdikten sonra içbükey eğriye geçiş göstermektedir (Şekil 14). Bunlara ek olarak, geçiş durumu yansıtan bu sahalarda yüksek derecede gömülme değerleri dikkat çekmektedir (Şekil 12). Dolu vd. (2007) Armutlu Yarımadası'nın yükselmesine bağlı olarak, yaklaşık 200 bin yıldan itibaren Hersek Deltası'nın gelişiminin hızlandığını belirtmektedir. Azañón vd. (2015) swath profillerinde, ortalama yükseltinin maksimum yükseltilere çıktığı sahalarda, hesaplanmış oldukları EBulk yönteminde (minimum erozyon oranlarında) Sierra Nevada için maksimum değerler bulmuşlardır. Yükselme ve nehir profillerinde görülen dışbükeylik havza 83'de (-25,00) dikkat çekicidir. Çalidere Havzası olarak adlandırılan 83 numaralı havza, Güney (2018) tarafından incelenmiş ve belirgin bir şekilde dışbükey bir eğriye ve tektonik deformasyonlara maruz kalarak, asimetrik bir yapıya sahip olduğu belirtilmiştir. Bu havzada uzun dönemli erozyon oranlarının düşük olması, litolojik birimle ilişkili olmalıdır. Genel olarak Armutlu Yarımadası'nın batı bölümünde uzun dönemli erozyon oranları ve engebelilik oranları düşüktür. SP1 profilinde yükselme deliline rastlanmasa da havza 80'de (3,51) dışbükey nehir profili sergilemektedir (Şekil 14). Bu havzalarda erozyon oranlarının düşük olması, litoloji ve lokal faylardan etkilenmemiş olmasıyla ilişkili olmalıdır. SP3 ve SP4 profilinde de Hersek Deltası'ndan Karlık Dağı eteklerine kadar bazı lokal yükselmeler haricinde yükselime işaret eden deliller güçlü değildir. Ancak 14 numaralı havzanın doğu bölümünde Ayvaşa Dağı'nda yer alan yükselim delilleri, AF oranlarındaki sol'a doğru çarpılma delilleri, 14 numaralı havzanın yüksek erozyon oranlarını etkilemiş olmalıdır. Orta bölümde yer alan, kuzey yamaçtaki havzaların normalize edilmiş nehir profilleri ve hipsometrik eğrileri neredeyse tamamı içbükey bir eğriye sahiptir. Tarı ve Tüysüz (2008) tarafından, Samanlı Dağları'nın orta bölümüne karşılık gelen kısımlarda incelemeye konu olan Yalakdere (14 numaralı havza) ve Kazıklı Havzalarının (22 numaralı havza) içbükey eğrilere sahip olduğu, litolojinin dayanaksız olmasından dolayı olgun bir jeomorfolojik gelişim aşamasında olduğu belirtilmiştir.

Doğu bölümünde 30 numaralı havzada uzun dönemli erozyon oranının yüksek olması SP5 ve SP6 profilinde  $THi^*$  değerlerinin de işaret ettiği üzere sahanın yükselimine ait deliller ve Samanlı Dağları'nın zirvelerinden kaynağını alması etkili olmuştur (Şekil 10). Ayrıca 30 numaralı havzaya ait nehir profilinde yükselime işaret eden dışbükey eğri (havzanın yukarı kesiminde) ani içbükey eğri olarak değişiklik göstermektedir. Gürbüz ve Güner (2008) Sapanca Gölü güneyindeki kütleli yükselim hızının gölün kuzeyine göre daha fazla olduğunu belirtmesi bu yüksek erozyon oranlarını destekler niteliktedir. Kartepe ve Gebegöynük Dağı arasında kalan bu kesim de akarsu yükselim

hızına ayak uydurarak sahaya gömülmüş ve kanyon vadi gelişimini sağlamıştır. Tarı ve Tüysüz (2008) Sapanca Gölü'nün güneyinde yer alan havzaların hipsometrik eğrilerinin daha genç özelliklere işaret etmesini, akarsuların anakaya üzerinde akması ve tektonik yükselmeyle ilişkili olmasıyla açıklamaktadır. Ayrıca lokal olarak tektonik hareketler havza asimetrisini etkileyerek çarpımlara yol açmış ve havzaların akaçlama alanını değiştirerek erozyon oranlarını etkilemiş olmalıdır. Böylece kütle üzerinde en yüksek erozyon oranı 30 numaralı havzada tespit edilmiştir (Fotoğraf 1 ve Şekil 10). Doğu bölümünde yer alan akarsuların, yukarı kısımlarının genelde dışbükey eğri ile başlaması swath profillerindeki yükselimin işaret ettiği alanlara karşılık gelmektedir. Özellikle dışbükey eğrinin, içbükey eğriye dönüştüğü geçiş kısımlarında, yüzey indeksi değerler haritasında yüksek gömülme dereceleri mevcuttur (Şekil 12). Sapanca ve Sakarya Nehrine akaçlanan dar ve küçük havzaların kütle üzerinde yer alan diğer havzalardan erozyon bakımından farklılık göstermesi yükselim ile ilişkili olmalıdır (Şekil 10).

## 5. Sonuç

Samanlı Dağları sınırları içerisinde gerçekleştirilmiş olan bu çalışma da uzun dönemli erozyon oranları, malzeme kayıplarını yönlendiren süreçler ve süreçlerin drenaj havzalarıyla etkileşimi ve bu etkileşimin jeomorfolojik delilleri araştırılmıştır. Arazi çalışmaları, morfometrik analizler ve yüzey analizlerine bağlı olarak elde edilen aktif tektonik deliller, havzaların geçiş aşamasını yansıtan jeomorfolojik evreleri, yatağını derinleştiren akarsuların yüksek gömülme dereceleri, eğim kırıkları, normalize edilmiş akarsu boyuna profillerinde görülen anomaliler, maksimum içbükeylik ( $C_{max}$ ) değerleri, drenaj havzalarında yer alan çarpımlar bu etkileşimlerin jeomorfolojik delillerini temsil etmektedir. Arazi çalışmaları ve bilgisayar ortamında gerçekleştiren analizler, havzaların kaybettiği malzeme miktarlarını tanımlarken, güçlü deliller de ortaya koymaktadır. Samanlı Dağları'nın kuzey yamaçlarında D-B uzanan faylar morfometrik analiz ve yüzey analizinde çok belirgin deformasyonlar oluşturmuş ve bu deformasyonlar uzun dönemli erozyon oranlarıyla uyumluluk göstermiştir. Samanlı Dağları'nın batı ucundan itibaren D-B uzanış gösteren Esenköy Fayı, Yalova Fayı ve İzmit Körfezi'nin güneyinde yer alan normal faylar, Marmara Denizi'ne doğru olan kesmin alçalan blok şeklinde çalışmasına ve arazide eğim koşullarını değiştirmesine neden olarak erozyon oranlarını etkilemiştir. Swath profilleri, normalize edilmiş nehir profilleri, HI ve engebelilik değerler haritasının işaret ettiği gibi batı ve doğu bölümleri yükselme veya daha genç olma delilleri gösterirken, orta bölüm özellikle kuzey yamaçları geniş tabanlı vadiler, olgun bir drenaj ağı ve alçak bir plato özelliği göstermektedir.



## Kaynakça

- Andreani, L., Stanek, K. P., Gloaguen, R., Krentz, O., & Domínguez-González, L. (2014). DEM-based analysis of interactions between tectonics and landscapes in the Ore Mountains and Eger Rift (East Germany and NW Czech Republic). *Remote Sensing*, 6(9), 7971-8001. <https://doi.org/10.3390/rs6097971>
- Azañón, J. M., Galve, J. P., Pérez-Peña, J. V., Giaconia, F., Carvajal, R., Booth-Rea, G., A. Jabaloy, M. Vázquez, A. Azor, & Roldán, F. J. (2015). Relief and drainage evolution during the exhumation of the Sierra Nevada (SE Spain): Is denudation keeping pace with uplift? *Tectonophysics*, 663, 19-32. <https://10.0.3.248/j.tecto.2015.06.015>
- Ardel, A., & İnanlık, H. (1957). Marmara Denizi'nin teşekkül ve tekamülü. *Türk Coğrafya Dergisi*, (17), 1-19.
- Bilgin, T. (1967). *Samanlı Dağları: Coğrafi etüd*. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayını
- Bayrakdar, C. (2013). *Akdağ Kütlesi'nin (Batı Toroslar) Jeomorfolojik Evrimine Morfometrik Yaklaşım*. [Sempozyum] TÜCAUM VII. Coğrafya Sempozyumu, 48-56. Ankara, Türkiye. <http://tucaum.ankara.edu.tr/tucaum-vii-coğrafya-sempozyumu/>
- Burbank, D. W. (1992). Causes of recent Himalayan uplift deduced from deposited patterns in the Ganges basin. *Nature*, 357(6380), 680-683. <https://doi.org/10.1038/357680a0>
- Champagnac, J. D., Molnar, P., Sue, C., & Herman, F. (2012). Tectonics, climate, and mountain topography. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 117(B2). <https://doi.org/10.1029/2011JB008348>
- Champagnac, J. D., Schlunegger, F., Norton, K., Von Blanckenburg, F., Abbühl, L. M., & Schwab, M. (2009). Erosion-driven uplift of the modern Central Alps. *Tectonophysics*, 474(1-2), 236-249. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2009.02.024>
- Cürebal, İ., & Erginal, A. E. (2007). Mihlı Çayı Havzası'nın jeomorfolojik özelliklerinin jeomorfik indislerle analizi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(19), 126-135. <https://dergipark.org.tr/en/pub/esosder/issue/6133/82245>
- Clift, P. D., Hodges, K. V., Heslop, D., Hannigan, R., Van Long, H., & Calves, G. (2008). Correlation of Himalayan exhumation rates and Asian monsoon intensity. *Nature geoscience*, 1(12), 875-880. <https://doi.org/10.1038/ngeo351>
- Dolu, E., Gökaşan, E., Meriç, E., Ergin, M., Görüm, T., Tur, H., Ecevitöğlü, B., Avşar, N., Görmüş, M., Batuk, F., Tok, B., & Çetin, O. (2007). Quaternary evolution of the Gulf of İzmit (NW Turkey): a sedimentary basin under control of the North Anatolian Fault Zone. *Geo-Marine Letters*, 27(6), 355-381. <https://doi.org/10.1007/s00367-007-0057-3>
- Eriş, K. K., & Çağatay, M. N. (25 - 29 Nisan 2011). *Marmara Denizi'nde geç pleystosen holosen su geçişleri ve su seviyesi değişimleri sığ sismik ve karot çalışmalarından ipuçları* [Bildiri özeti]. 64. Türkiye Jeoloji Kurultayı (ss.57). Ankara, Türkiye.
- Erturaç, M. (2018). Sakarya'nın jeolojik özellikleri. İçinde İkiel, C. (Ed), *Sakarya'nın fiziki, beşeri ve iktisadi coğrafya özellikleri*, (ss.99-125). Sakarya Üniversitesi.
- Ertek, T. A., Yıldırım, C., Güneysu, A. C., Yaltrak, C., (2000). *Marmara Denizi kıyı taraçaları korelasyonu*. [Bildiri özetleri kitapçığı] 1. Ulusal Deniz Bilimleri Konferansı, (ss. 108-109) Kültür ve Kongre Merkezi ODTÜ, Ankara.
- Grujic, D., Coutand, I., Bookhagen, B., Bonnet, S., Blythe, A., & Duncan, C. (2006). Climatic forcing of erosion, landscape, and tectonics in the Bhutan Himalayas. *Geology*, 34(10), 801-804. <https://doi.org/10.1130/G22648.1>
- García-Delgado, H., Machuca, S., Velandia, F., & Audemard, F. (2020). Along-strike variations in recent tectonic activity in the Santander Massif: New insights on landscape evolution in the Northern Andes. *Journal of South American Earth Sciences*, 98, 102472. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2019.102472>
- Göncüoğlu, M. C., Erendil, M., Tekeli, O., Aksay, A., Kuscu, İ., & Ürgün, B. (1987). Geology of the Armutlu peninsula. IGCP project, 5, 12-18.
- Gönençgil, B. (2009). *Küresel degradasyon sürecinde dağlar ve dağ alanları yönetimi*. Çantay Yayınları
- Güney, Y. (2018). Çalidere Havzası'nın (Armutlu Yarımadası, Yalova) morfolojisinin jeomorfometrik analizlerle değerlendirilmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 16(2), 259-271. [https://doi.org/10.1501/Cogbil\\_0000000201](https://doi.org/10.1501/Cogbil_0000000201)
- Gürbüz, A., & Gürer, Ö. F. (2008). Tectonic geomorphology of the north anatolian fault zone in the Lake Sapanca basin (eastern Marmara Region, Turkey). *Geosciences Journal*, 12(3), 215-225. <https://doi.org/10.1007/s12303-008-0022-9>
- Halis, O. (2020). *Samanlı Dağları Kütlesi'nde uzun dönemli erozyonu kontrol eden faktörlerin havza tabanlı değerlendirilmesi*. (Yayın no: 644853) [Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi] Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı, Tez Merkezi.
- Hayakawa, Y. S., & Oguchi, T. (2009). GIS analysis of fluvial knickzone distribution in Japanese mountain watersheds. *Geomorphology*, 111(1-2), 27-37. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2007.11.016>
- Keller, E. A., & Pinter, N. (2002). Active tectonics: *Earthquakes, uplift, and landscape*. Prentice Hall.
- Kendir, O. (2010). *Yalova il merkezinde alüvyon çökellerinin mühendislik özellikleri* (Yayın no: 282675) [Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi] Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı, Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Ketin, İ. (1969). Kuzey Anadolu fayı hakkında. *MTA Dergisi*, 72, 1-27. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/599633>
- Koral, H. (2007). Modes, rates and geomorphological consequences of active tectonics in the Marmara Region, NW Turkey—a critical overview based on seismotectonic field observations. *Quaternary International*, 167, 149-161. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2007.02.023>
- Maden Tetik Arama Genel Müdürlüğü (2021). Yerbilimleri harita görünümleri. <http://yerbilimleri.mta.gov.tr/>
- Maselli, V., & Trincardi, F. (2013). Large-scale single incised valley from a small catchment basin on the western Adriatic margin (central Mediterranean Sea). *Global and Planetary Change*, 100, 245-262. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2012.10.008>
- McHugh, C. M., Gurung, D., Giosan, L., Ryan, W. B., Mart, Y., Sancar, U., Burckle, L., & Çağatay, M. N. (2008). The last reconnection of the Marmara Sea (Turkey) to the World Ocean: A paleoceanographic and paleoclimatic perspective. *Marine Geology*, 255(1-2), 64-82. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2008.07.005>
- Menéndez, I., Silva, P. G., Martín-Betancor, M., Pérez-Torrado, F. J., Guillou, H., & Scaillet, S. (2008). Fluvial dissection, isostatic uplift, and geomorphological evolution of volcanic islands (Gran Canaria, Canary Islands, Spain). *Geomorphology*, 102(1), 189-203. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2007.06.022>
- Meriç, E., Nazik, A., Avşar, N., Alpar B., Ünlü, S., & Gökaşan, E. (2012). Kuvaterner'de olası Marmara Denizi-İznik Gölü bağlantısının delilleri: İznik Gölü (Bursa-KB Türkiye) güncel sedimanlarındaki ostrakod ve foraminiferlerin değerlendirilmesi. *İstanbul Yerbilimleri Dergisi*, 22(1), 1-19. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/173659>

- Erol, O., & Şencan, A. (1996). Çınarcık ve çevresinin jeomorfolojik etüdü. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (1), 57-62.
- Okay, A. I., Zattin, M., Özcan, E., & Sunal, G. (2020). Uplift of Anatolia. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 29(5). <https://doi.org/10.3906/yer-2003-10>
- Okay, I. A., Mater, B., Artüz, O. B., Gürseler, G., Artüz, M. L., & Okay, N. (2007). Bilimsel açıdan Marmara Denizi. *Türkiye Barolar Birliği Yayınları*, 119.
- Olen, S. M., Bookhagen, B., & Strecker, M. R. (2016). Role of climate and vegetation density in modulating denudation rates in the Himalaya. *Earth and Planetary Science Letters*, 445, 57-67. <http://dx.doi.org/10.1016/j.epsl.2016.03.047>
- Özdemir, H. (2011). *Havza morfometrisi ve taşkınlar*. Fiziki Coğrafya Araştırmaları; Sistematik ve Bölgesel, Türk Coğrafya Kurumu yayınları, No 5, 457-474.
- Pérez-Peña, J. V., Al-Awabdeh, M., Azañón, J. M., Galve, J. P., Booth-Rea, G., & Notti, D. (2017). SwathProfiler and NProfiler: Two new ArcGIS Add-ins for the automatic extraction of swath and normalized river profiles. *Computers & Geosciences*, 104, 135-150. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2016.08.008>
- Pike, R. J., & Wilson, S. E. (1971). Elevation-relief ratio, hypsometric integral, and geomorphic area-altitude analysis. *Geological Society of America Bulletin*, 82(4), 1079-1084. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1971\)82\[1079:ERHIAG\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1971)82[1079:ERHIAG]2.0.CO;2)
- Rosenkrantz, R., Spiegel, C., Schildgen, T., & Wittmann, H. (2018). Coupling denudation rate and topography in the rainiest place on Earth: Reconstructing the Shillong Plateau uplift history with in-situ cosmogenic <sup>10</sup>Be. *Earth and Planetary Science Letters*, 483, 39-51.
- Schaller, M., Ehlers, T. A., Lang, K. A., Schmid, M., & Fuentes-Espoz, J. P. (2018). Addressing the contribution of climate and vegetation cover on hillslope denudation, Chilean Coastal Cordillera (26–38 S). *Earth and Planetary Science Letters*, 489, 111-122.
- Strahler, A. N. (1952). Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. *Geological society of America bulletin*, 63(11), 1117-1142. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1952\)63\[1117:-HAAOET\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1952)63[1117:-HAAOET]2.0.CO;2)
- Sengör, A. M. C. (1979). The North Anatolian transform fault: its age, offset and tectonic significance. *Journal of the Geological Society*, 136(3), 269-282. <https://doi.org/10.1144/gsjgs.136.3.0269>
- Şengör, A. M. C., Tüysüz, O., Imren, C., Sakıncı, M., Eyidoğan, H., Görür, N., Pichon, L.P., & Rangin, C. (2005). The North Anatolian fault: A new look. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, 33, 37-112. <https://doi.org/10.1146/annurev.earth.32.101802.120415>
- Şaroğlu, F., & Güler, B. (2020). Batı Anadolu tektonik kaması'nın güncel deformasyonu: Batıya doğru kaçıştan kaynaklanan blok hareketleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 63(2), 161-194. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1024176>
- Tarı, U., & Tüysüz, O. (2008). İzmit Körfezi ve çevresinin morfotektoniği. *İTÜ Dergisi/d,1(7)*, 17-28. [http://itudergi.itu.edu.tr/index.php/itudergisi\\_d/article/viewFile/383/329](http://itudergi.itu.edu.tr/index.php/itudergisi_d/article/viewFile/383/329)
- Turoğlu, H. (2018). Kaya yüzeyi sertliği ile ayrışma ve kaya erozyonunun tahmin edilmesi: avşa adası granit formasyonları üzerine bir örnek çalışma. *Jeomorfolojik araştırmalar dergisi*, (1), 1-12. <https://dergipark.org.tr/en/pub/jader/issue/43138/523009>
- Uzun, M. (2014). Lale Dere (Yalova) Havzası'nın jeomorfolojik özelliklerinin jeomorfometrik analizlerle incelenmesi. *Route Educational and Social Science Journal*, 1(3), 72-88.
- Whipple, K. X., & Tucker, G. E. (1999). Dynamics of the stream-power river incision model: Implications for height limits of mountain ranges, landscape response timescales, and research needs. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 104(B8), 17661-17674. <https://doi.org/10.1029/1999JB900120>
- Whittaker, A. C., Cowie, P. A., Attal, M., Tucker, G. E., & Roberts, G. P. (2007). Contrasting transient and steady-state rivers crossing active normal faults: New field observations from the Central Apennines, Italy. *Basin Research*, 19(4), 529-556. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2117.2007.00337.x>
- Yaltrak, C. (2015). Marmara Denizi ve çevresinde tarihsel depremlerin yerleri ve anlamı. *İTÜ Vakfı Dergisi*, 67, 56-62.
- Zattin, M., Cavazza, W., Okay, A. I., Federici, I., Fellin, M. G., Pignalosa, A., & Reiners, P. (2010). A precursor of the North Anatolian Fault in the Marmara Sea region. *Journal of Asian Earth Sciences*, 39(3), 97-108. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2010.02.014>
- Zeitler, P. K., Meltzer, A. S., Koons, P. O., Craw, D., Hallet, B., Chamberlain, C. P., Kidd, W.S.F., Park, S.K., Seeber, L., Bishop, M., & Shroder, J. (2001). Erosion, Himalayan geodynamics, and the geomorphology of metamorphism. *Gsa Today*, 11(1), 4-9. <https://www.geosociety.org/gsatoday/archive/11/1/pdf/i1052-5173-11-1-4.pdf>





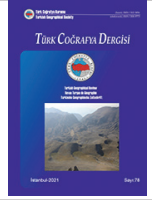
Basılı ISSN 1302-5856

Türk Coğrafya Dergisi

Turkish Geographical Review

www.tcd.org.tr

Elektronik ISSN 1308-9773



## Şanlıurfa ili'nde kurulu GES'lerin topoğrafik özellikler (yüksekti, eğim, bakı) açısından uygunluk analizi<sup>1</sup>

*Compliance analysis of SPPs installed in Şanlıurfa province in terms of topographical features (elevation, slope, aspect)<sup>2</sup>*

Mehmet Özcanlı <sup>a\*</sup>  Abdulkadir Güzel <sup>b</sup>  Bekir Akgün <sup>c</sup> 

<sup>a</sup> Harran Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye.

<sup>b</sup> Harran Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye.

<sup>c</sup> Harran Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Ana Bilim Dalı, Şanlıurfa, Türkiye.

ORCID: M.Ö. 0000-0003-2228-8298; A.G. 0000-0002-4168-4803; B.A. 0000-0004-0457-2358

### BİLGİ / INFO

Geliş/Received: 18.09.2021

Kabul/Accepted: 30.11.2021

#### Anahtar Kelimeler:

Güneş enerji santrali (GES)  
Şanlıurfa ili  
Yenilenebilir enerji

#### Keywords:

Solar power plant(SPP)  
Sanliurfa province  
Renewable energy

#### \*Sorumlu yazar/Corresponding author:

(M. Özcanlı)  
mehmetozcanli@harran.edu.tr

DOI: 10.17211/tcd.997146



#### Atf/Citation:

Özcanlı, M., Güzel, A., & Akgün, B. (2021). Şanlıurfa ili'nde kurulu GES'lerin topoğrafik özellikler (yüksekti, eğim, bakı) açısından uygunluk analizi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (78), 127-144.  
<https://doi.org/10.17211/tcd.997146>

### ÖZ / ABSTRACT

Güneş Enerji Santrallerinin (GES) araziye olan etkisi doğal örtüye müdahalesi sonucu oluşan doğal yeryüzü örtüsü değişimi GES'ler ile doğa arasındaki ilişkiyi irdelememizi gerektirir. Bu ilişkiyi detaylı bir şekilde araştırıp uygun arazi kullanımları için alanlar önermek gerektiğinde öne çıkan yöntemlerden biri de "uygunluk analizi" dir. Diğer enerji kaynaklarına göre potansiyeli yüksek olan güneş enerjisinin çevreci olması, kontrol ve kullanım kolaylığı, yatırım maliyetinin düşük ve sürdürülebilir olması gibi özelliklerinden dolayı yaygınlaşması daha hızlıdır. Günümüzde ülkeler var olan enerji açıklarını kapatmada ve toplam enerji üretiminde yenilenebilir enerjinin oranını arttırmada en önemli kaynak olarak GES'leri görmektedir. GES'lerin kurulum yerleri de enerji verimliliği açısından bir o kadar elzemdir. Bu çalışmada Şanlıurfa ilinde kurulu GES'lerin topoğrafik özelliklerine (Yüksekti, Eğim, Bakı) göre uygunluk analizi yapılmıştır. Bu analizde Şanlıurfa ilinde kurulu GES'lerin sırasıyla yüksekli, eğim ve bakı ya göre dağılımları yapılmıştır. Daha sonra GES'lerin yüksekliye, eğime ve bakıya göre ayrı ayrı normalizasyon analizi, yakınlık sınıflandırması ve ikili karşılaştırma matrisi alınarak GES'lerin tutarlılık oranları belirlenmiştir. Bu sınıflama Şanlıurfa ilinde Kurulu olan 30 GES üzerinde yapılmıştır. GES'lerin saptanması ve fiziki özelliklerinin belirlenmesi uzaktan algılama teknikleri ile yapılmıştır. Analizler sonunda elde edilen sonuçlar haritalanarak GES'lerin durumu görsel olarak netleştirilmiştir. Sonuç olarak il genelinde kurulu olan GES'lerin yüksekliye göre yapılan uygunluk analizi sonucunda 7, 26, 27, 29, 30 nolu santrallerin; bakıya göre yapılan uygunluk analizi sonucunda 4, 26, 27, 28, 29 nolu santrallerin ; eğime göre yapılan uygunluk analizi sonucunda 4, 8, 9, 26, 28, nolu santrallerin uygun olamadığı saptamıştır.

*The effect of SPP on the terrain the natural change in the earth's cover caused by the intervention of SPP in the natural cover requires us to dec the relationship between SPP and nature. One of the prominent methods when it is necessary to investigate this relationship in detail and propose areas for appropriate land uses is the "suitability analysis". These properties add value to it as a commercial product. In this study, the suitability analysis was performed according to the topographical characteristics (Elevation, Slope Aspect) of the SPPs established in Şanlıurfa. In this analysis, the distributions of the SPP installed in Şanlıurfa province according to elevation, slope and aspect, respectively, were made. Then, the consistency ratios of the SPP were determined by taking the normalization analysis, proximity classification and binary comparison matrix of the SPP according to elevation, slope and aspect separately. This classification was made on 30 SPP, which are located in the province of Şanlıurfa. The detection of SPP and the determination of its physical properties were carried out using remote sensing techniques. The results obtained at the end of the analyzes were mapped and the state of the SPP was clarified visually. As a result, as a result of the suitability analysis of the SPP installed throughout the province according to the altitude, the power plants numbered 7, 26, 27, 29, 30; As a result of the suitability analysis made according to the aspect, the power plants numbered 4, 26, 27, 28, 29; as a result of the suitability analysis made according to the slope, it was determined that the power plants numbered 4, 8, 9, 26, 28 were not suitable.*

<sup>1</sup> Bu çalışma Bekir AĞGÜN'ün "Şanlıurfa İli'nde Kurulu Olan Güneş Enerji Santrallerinin (GES) Coğrafi Açından Uygunluk Analizi" başlıklı Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

<sup>2</sup> This study was produced from Bekir AĞGÜN's Master's thesis titled "Geographical Compatibility Analysis of Solar Power Plants (GES) Installed in Şanlıurfa Province".

## Extended Abstract

### Introduction

It has been mentioned in many sources that the slope of the land in solar power plants also affects its efficiency. In order for the efficiency to be high in power plants, the optimal declivity ratings should be between 1% -3%. It is also accepted that productivity will decrease according to the slope in areas where it is more than 3% (Hang et al., 2008; Quoted by: Saner, 2015). But if all the factors are appropriate in choosing the appropriate place, it is considered appropriate to do up to 5% only if the slope is not suitable (Broesamle et al., 2000; Quoted by: Saner, 2015). If the slope is in the areas of 0%; the installation of a power plant is not preferred. This is due to the accumulation of water and the fact that it is difficult to evacuate it (USA, Environmental Protection Agency, 2006).

Many criteria are used when choosing a location in solar energy systems. If these criteria are fully evaluated and the choice of location is made, the yield will be very high. Because of this, there will be little harm to the ecological balance. But if the choice of location is made taking into account only a few of these criteria, then the damage it causes will be greater. Because the purpose of conversion to edible energy is preferred because it is a cleaner, more natural energy source. That is why the choice of a place should not be made taking into account only the costs. Both the costs and the environment were considered in the multiple criteria analysis.

One of the most important conditions for sustainable and sustainable use of SPP (Solar Power Plant), which converts energy from the sun into electrical energy, is the determination of the establishment sites of SPP. In addition to physical factors such as solar energy potential, elevation, maintenance, slope, precipitation, humidity, cloudiness, land use, transportation, energy transmission line, security, etc. in determining the installation sites of SPP the conditions are also effective. Geographical Information Systems provide an important advantage for determining the location selection of solar power plants, where many factors are effective. The purpose of this study is to determine whether the 30 SPP installed in Şanlıurfa province are suitable according to elevation, slope and maintenance by performing suitability analyses according to their location and to determine whether they are suitable according to the installed SPP.

### Purpose

This research is also aimed at studying the geographical distribution of solar power plants located in the province of Şanlıurfa, located in the Middle Fırat division of the Southeastern Anatolia Region, and to determine the suitability of these power plants. It aims to contribute to the increasing knowledge of SPP by analyzing and comparing the spatial characteristics of the area where Solar Power Plants (SPP) built in the province of Şanlıurfa are installed and to contribute to the increasing knowledge about SPP. Due to the novelty of the topic, an analytical framework based on literature review has been developed for the case study. This framework, which focuses on the suitability and transience of SPP according to elevation, slope and aspect, can also enrich environmental impact assessments and multi-criteria decision analyses of SPP response to obvious social concerns.

## Discussion and conclusion

Compared to other energy sources, solar energy, which has a high potential, is more environmentally friendly, easy to control and use, low cost of investment and sustainable because of its characteristics, it is faster to spread. These properties add value to it as a commercial product. Nowadays, countries see SPP as the most important resource in closing existing energy deficits and increasing the proportion of renewable energy in total energy production. The installation sites of SPP are also so important in terms of energy efficiency. In this study, the suitability analysis was performed according to the topographical characteristics (Elevation, Slope, Aspect) of the SPPs established in Şanlıurfa. In this analysis, the distributions of the SPP installed in Şanlıurfa province according to elevation, slope and aspect, respectively, were made. Then, the consistency ratios of the SPP were determined by taking the normalization analysis, proximity classification and binary comparison matrix of the SPP according to elevation, slope and angle separately. This classification was made on 30 SPP, which are located in the province of Şanlıurfa. The detection of SPP and the determination of its physical properties were carried out using remote sensing techniques. The results obtained at the end of the analyzes were mapped and the state of the SPP was clarified visually. As a result, the wife of the suitability analysis of the SPPs installed throughout the province aspect to the elevation, the power plants numbered 7, 26, 27, 29, 30; As a result of the suitability analysis made to the aspects, the power plants numbered 4, 26, 27, 28, 29; As a result of the suitability analysis made according to the slope, it was determined that the power plants numbered 4, 8, 9, 26, 28 were not suitable.

In our research, the state of solar energy, which is independent because it is unlimited and accessible almost everywhere, is also the most preferred form of energy production due to the renewable and non-damaging property of SPP, has been mentioned. SPP has been contributed to meeting the energy needs of our country in revealing the potential of Şanlıurfa province. Despite the fact that Şanlıurfa has the highest potential in terms of solar energy, this situation is not an adequate criterion and is affected by many physical, human and economic factors.

Despite the fact that Şanlıurfa has the highest potential in terms of solar energy, this situation is not an adequate criterion and is affected by many physical, human and economic factors. The effect of topographic features in the study ((Elevation, Slope, Aspect) which are an important factor affecting the efficiency of SPP, on SPP was mentioned and GIS-based conformity analysis was performed with three different analysis methods of SPP based in Şanlıurfa province. In Şanlıurfa province, which is one of the provinces with a high rate of sunlight utilization, the analysis was carried out according to the criteria important for SPP investment and the appropriate areas were determined. The fact that the consistency ratio in the applied AHP method is also less than 0.10 indicates that the analysis is consistent. By applying this method, the most suitable areas and the least suitable areas were found in the selection of the 30 SPP location established in the province of Şanlıurfa and the least suitable areas were revealed. As a result of the analyzes made aspect to the



elevation steps, 40% of the SPPs installed in the province of Şanlıurfa were installed in the least suitable areas, as a result of the analyzes made according to the aspect, only 20% of the SPPs installed in the province were installed in the most suitable areas, as a result of the analyzes made according to the slope. It was determined that only 11% of the installed SPPs were installed in the most suitable areas.

The fact that the SPP locations established in Şanlıurfa and the suitable areas for the SPP determined in this study are largely incompatible, shows that some geographical criteria were not taken into account when establishing the SPPs. Suitability SPP suitability maps obtained in the study can be used as a base for SPP investors. While determining the location of the SPP, investment areas will be determined much more precisely with the diversification of the criteria used in the analysis. For this reason, the results of this study should be used in site selection for the more profitable operation of SPPs to be established in Şanlıurfa.

## 1. Giriş

Güneş, dünyanın en önemli enerji kaynaklarından biridir ve çevre açısından temiz bir enerji kaynağı özelliği taşıdığı için, fosil yakıtlara alternatif olabilmektedir. Güneş enerjisi, yer ve atmosferdeki fiziksel oluşumları etkileyen bir kaynaktır (Varınca, 2006; Külekçi, 2009).

Türkiye’de ve Dünya’da elektrik enerjisine olan ihtiyaç sürekli artmaktadır. Bu ihtiyacı karşılamada kullanılan elektrik enerjisi temininde; büyük çoğunlukla kömür, petrol ve doğalgaz gibi yakıtlar kullanılmaktadır. Özellikle bu yakıtların yakın gelecekte tükenme olasılığı ve sanayileşmenin belirli bölgelerde yoğunlaşmasından dolayı fosil yakıtların kullanımdan çevre kirliliği artmaktadır. Fosil yakıtların kullanımı sonucu karbondioksit (CO<sub>2</sub>), azot dioksit (NO<sub>2</sub>) ve kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>) değerleri, önemli sonuçlara ulaşmıştır (Ütanır, 1996).

Elektrik enerjisi elde edilen sistemlerin çevreye verdikleri zararların her geçen gün artması sonucunda yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üreten sistemler önemli bir hal almıştır. Doğaya ve zararlara zarar vermeyecek bir şekilde elektrik enerjisi ihtiyacının karşılanması, yenilenebilir enerji kaynakları sayesinde mümkündür. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile bir taraftan elektrik ihtiyacı karşılanırken bir taraftan da küresel anlamda iklim değişikliğinin önlenmesine katkı sağlayacaktır. Bu anlamda güneş enerjisi; yüksek potansiyeli, kullanım kolaylığı ve çevre dostu olması nedenleriyle kullanımı büyük önem arz etmektedir (Taktak, & İli, 2018).

Geleceğin enerjisi olarak resmedilen güneş enerjisi 1970’li yıllarda gelişmeye başlamıştır. Özellikle diğer enerji kaynaklarına göre potansiyelinin yüksek olması, çevreci olması, kontrol ve kullanımın kolaylığı, yatırım maliyetinin düşük olması ve sürdürülebilirliği gibi avantajlarından dolayı yaygınlaşması daha fazladır. Fakat güneş enerjisi santrallerinin kurulum maliyetinin yüksek olması, düşük kapasite faktörü, enerjinin depolanmasındaki zorlukların aşılması gerekmektedir. Günümüzde gelişen teknoloji ile yaygınlaşması giderek hız kazanmaya başlamıştır ve teknik alt yapısı birçok ülkede oluşmaya devam etmektedir. Türkiye de bu ülkelerden biridir (Güçlüer, 2010; Ayday, Yaman, Sabah & Höke, 2016; Obut, 2016; Kum, Sönmez

& Karabaş, 2019; Yalçın & Yüce, 2020).

Dünya’da özellikle gelişmiş ülkeler bu işin ciddi boyutlarını bildikleri için bu enerjiye daha fazla önem vermişlerdir. Bu yüzden de ilk sıraları gelişmiş ülkeler almıştır. Bu ülkelerden ilk sırada Çin Devleti bulunmaktadır. Çin Devleti güneş enerjisine öyle bir önem vermiştir ki ikinci sırada bulunan Japonya’ya bile neredeyse 3.5 kat fark atmıştır. Japonya küçük bir ülke olmasına rağmen elindeki enerjiyi en verimli şekilde kullanmak için çok fazla çaba harcamaktadırlar. Teknolojilerinin gelişmiş olması bu durumu daha da kolay hale getiriyor. Japonya’dan sonra önemli bir diğer ülke ise; ABD’dir. Bu ülke hemen hemen Japonya’yla aynı seviyededir. Bu ülkelerden sonra da Almanya ve Hindistan gelmektedir. Isıl güneş enerjisinde ise İspanya ilk sırayı almaktadır. İspanya’dan sonra ise Japonya yer alır.

Türkiye, Güneş enerji potansiyeli bakımından birçok ülkeye göre çok avantajlı durumdadır. Özellikle Avrupa ülkelerinde İspanya ve Türkiye’nin potansiyeli oldukça fazladır. Bu iki ülkenin coğrafi konumlarına bakıldığında ise; güney ve güneydoğu kesimlerinde güneş ışınımının düşme potansiyeli oldukça yüksektir. Bu duruma göre sadece güneş ışıklarının fazla düşmesi ve potansiyelinin fazla olması güneş enerjisinden tam verim sağlayacak olması anlamına gelmemektedir. Işınımın fazla olduğu alanlar bölgesel ve yerel olarak çoklu kriter faktörlerine göre uygunluğu belirlenmelidir (Gürbüz, M., Obut, Z. 2015 s.705).

Türkiye’nin yıllık ortalama güneşlenme süresi 2640 saattir. Bu ölçümlere göre günlük güneşlenme süresi ise 7.2 saat olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama ışınım şiddeti ise 1.311 kwk/m<sup>2</sup>, günlük 3,6 kwk/m<sup>2</sup> olarak tespit edilmiştir. Türkiye Orta Kuşak’ta yer almasına bağlı olarak güneşlenme süresi 110 gündür. Bu derece önemli bir güneş enerjisi potansiyeline sahip olan ülkemizde gerekli altyapı ve üstyapı yatırımlarından sonra yüksek oranda verim alınacaktır. Bu verim tahmini 1.1100 kwk’lik güneş enerjisidir (Varınca, K. B., Gönüllü, M. T. 2006 s. 272).

Günümüzde ise Enerji Bakanlığının yaptığı araştırmalara göre (Emeksiz, & Fındık, s.159);

- ✓ Ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi = 2741,07 saat/yıl
- ✓ Ortalama günlük toplam güneşlenme süresi = 7,50 saat/gün
- ✓ Ortalama yıllık toplam ışınım şiddeti = 1527,46 kwh/m<sup>2</sup>-yıl
- ✓ Ortalama günlük toplam ışınım şiddeti = 4,18 kwh/m<sup>2</sup>-gün

Türkiye’de güneş enerji santrallerinin kurulması için üretici firmalar o alanlarda yıllık 1200 kWh/m<sup>2</sup> güneşlenmenin olması gerektiğini bu şartı sağlayan her yere güneş enerji santrali kurulabileceğini belirtmişlerdir (Çankaya, S., 2013, s:25-28)

Türkiye’nin yıllık güneş enerji potansiyel verilerine göre, ortalamasının oldukça üstündedir. En az verilere sahip olan Karadeniz Bölgesi’nde bile bu veriler 1.200 ile 1.450 kWh/m<sup>2</sup>’yıldır. Güneşlenme potansiyeli en yüksek bölgeler ise; Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz Bölgesi’dir. Bu veriler Türkiye’nin güneşlenme potansiyelinin çok fazla olduğunu göstermektedir ( Koç, E. Kaya, K. 2015 s.42).

Kuzey Yarım Küre’de güneş enerji santrallerinde uygun yer seçiminde düzlük ve güney bakı yönleri seçilmektedir. Bu yönlerin tercih edilmesinin asıl nedeni buraların diğer yönlere oranla güneşlenme bakımından oldukça fazla olmasıdır. Topoğrafyası engebeli ve dalgalı olan alanlar ise; maliyet ve gölgelenmeden dolayı az tercih edilmektedir.

Güneş santrallerinde arazinin eğimli olmasının da verimliliğini etkilediğini birçok kaynakta yer verilmiştir. Santrallerde verimliliğin fazla olması için en uygun eğim değerlerinin %1-%3 arasında olması gerekmektedir. %3’den fazla olduğu alanlarda ise verimliliğin eğime göre düşeceği kabul edilmektedir (Hang vd., 2008; Aktaran: Saner, 2015). Eğim %0 alanlarda ise; santral kurulması tercih edilmemektedir. Bunun sebebi ise; su birikmesi ve bunun tahliyesinin zor olmasından dolayıdır (ABD, Çevre Koruma Ajansı, 2006).

Güneş enerji sistemlerinde yer seçimi yapılırken bir çok kriter ve ölçüt kullanılmaktadır. Bu ölçütler tam anlamıyla değerlendirilerek yer seçimi yapılırsa verim çok fazla olacaktır. Bundan dolayı da ekolojik dengeye zararı çok az olacaktır. Fakat bu ölçütlerden sadece bir kaç dikkate alınarak yer seçimi yapılırsa o zaman verdiği zarar daha fazla olacaktır. Zira yenilenebilir enerjiye dönüşüm amacı daha temiz, daha doğacı bir enerji kaynağı olduğu için tercih edilmektedir. Bu yüzden sadece maliyetler düşünülerek yer seçimi yapılmamalıdır. Çoklu kriter analizlerine hem maliyetler hem de çevre düşünülmüştür.

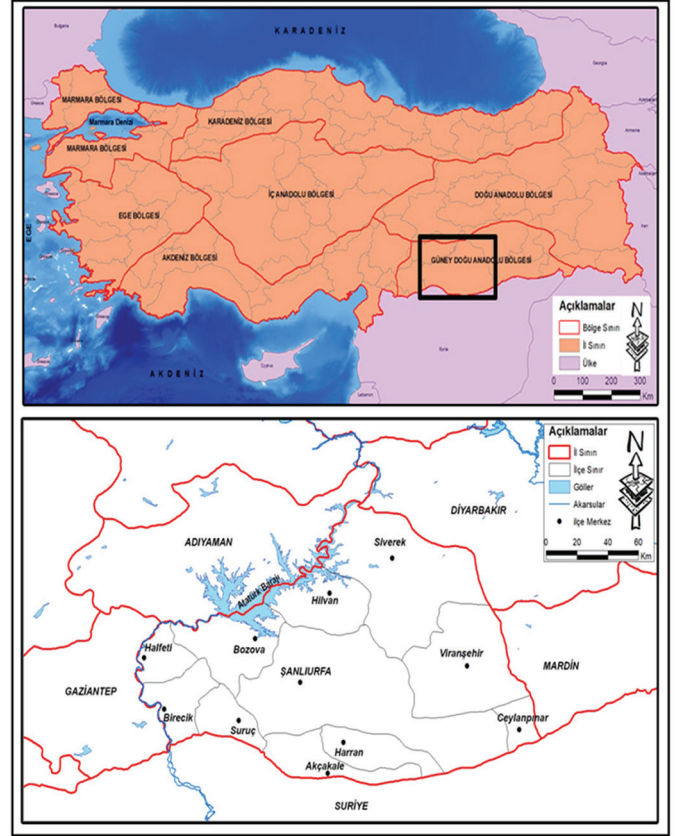
Güneşten gelen enerjiyi elektrik enerjisine çeviren GES’lerden sürdürülebilir ve rantabil olarak faydalanmanın en önemli koşullarından biri GES’lerin kuruluş sahalarının saptanmasıdır. GES’lerin kurulum sahalarının saptanmasında; güneş enerji potansiyeli, yükselti, bakı, eğim, yağış, nem, bulutluluk, arazi kullanımı gibi fiziki faktörler yanında ulaşım, enerji nakil hattı, güvenlik vb. şartlar da etkili olmaktadır. Birçok faktörün etkili olduğu güneş enerjisi santrallerinin yer seçimini belirlemek için Coğrafi Bilgi Sistemleri önemli bir avantaj sağlamaktadır. Bu çalışmanın amacı, Şanlıurfa ilinde kurulu olan 30 GES’in topoğrafik özelliklerine göre uygunluk analizlerinin yapılarak kurulu GES’leri yükselti, eğim ve bakıya göre uygun olup olmadıklarını ortaya koymaktır.

### 1.1. Araştırmanın Yeri ve Sınırları

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Orta Fırat Bölümü’nün önemli şehirlerinden biri olan Şanlıurfa, kuzey-güney uzanışlı Harran grabeninin kuzeyindeki Balıklıgöl doğal su kaynakları başında kurulmuştur. Harran Ovası ile Eosen-Miyosen dönemlerde oluşan Çaykuyu Platosu’nun geçiş kuşağında (zonunda) tatlı su, korunma imkânları ve geniş bir ekonomik faaliyet sahasının varlığına bağlı olarak kurulan şehir günümüzde kuzeye doğru hızla büyümektedir (Özcanlı, & Güzel, 2015 s.738). Şehir bulunduğu bölgenin sahip olduğu zenginlikleri yanında kuruluş yeri olarak da yerleşmeye ve gelişmeye uygun bir topoğrafyaya sahiptir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde; Orta Fırat Bölümü’nde bulunan ve doğusunda Mardin, batıda Gaziantep, kuzeybatıda Adıyaman, kuzeydoğuda Diyarbakır ile çevrilidir. İlin güneyinde Türkiye - Suriye sınırı uzanır (Şekil 1). Yüzölçümü 19.336 km<sup>2</sup> olup genelde bir ova görünümündeki il merkezinin rakımı 518 m’dir.

Şanlıurfa ili, genel olarak plato görünümünde olup başlıca ovaları; Harran, Suruç, Viranşehir, Hilvan, Ceylanpınar, Bozova ve Siverek ovalarıdır. Şanlıurfa karasal iklimi özelliği gösterir. Yazları çok kurak ve sıcak, kışları bol yağışlı, nispeten ılıman geçmektedir. Deniz etkisinden uzak bir bölgede bulunmaktadır. Bu özellik sıcaklık ve yağış bakımından kendisini göstermektedir (Yatırım Destek Ofisi, 2021).



Şekil 1. Çalışma sahası lokasyon haritası.

Figure 1. Location map of study area.

### 1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu çalışmada Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nin Orta Fırat Bölümü’nde yer alan Şanlıurfa ilinde bulunan güneş enerji santrallerinin coğrafi açıdan dağılımını incelemek ve bu enerji santrallerinin uygunluğunu ortaya koymak amaçlanmıştır. Şanlıurfa ilinde inşa edilmiş GES’lerin kuruldukları alanın mekansal özelliklerini analiz ederek ve karşılaştırarak GES’ler hakkında artan bilgi birikimine katkıda bulunmayı amaçlanmaktadır.

Konunun yeniliği nedeniyle, vaka çalışması için literatür taramasına dayalı analitik bir çerçeve geliştirilmiştir. GES’lerin, Yükselti, Eğim ve bakıya göre uygunluğu, geçiciliğine odaklanan bu çerçeve, belirgin toplumsal kaygılara yanıt olarak GES’in çevresel etki değerlendirmelerini ve çok kriterli karar analizlerini de zenginleştirebilir.

Bunun yanında Şanlıurfa gibi yılın her mevsimde güneş gören ilin potansiyelinin çok ölçütlü karar verme yöntemiyle ortaya çıkarmaktır. Bu amaçlar doğrultusunda alan ile alakalı literatür araştırması yapıldığında Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde yapılacak olan diğer çalışmalara öncülük edecektir. Bu amaçlar doğrultusunda çalışmanın alt amaçları da şunlardır;



- ✓ Şanlıurfa ilinin güneşlenme potansiyelini alan sınıflama, normalizasyon ve ikili matris analiz yöntemleri ile ortaya koymak,
- ✓ Şanlıurfa ilinde kurulu GES'lerin yükselti basamaklarına göre dağılışı ve uygunluğu,
- ✓ Şanlıurfa ilinde kurulu GES'lerin eğim gruplarına göre dağılışı ve uygunluğu,
- ✓ Şanlıurfa ilinde kurulu GES'lerin bakıya göre dağılışı ve uygunluğu,
- ✓ Kurulmuş olan güneş enerji santralleri doğru alanlarda kurulmuş mudur?

taya konulmuştur. Araştırma alanında bulunan bütün güneş enerji santrallerinin çok ölçütlü karar analizi ile değerlendirilmesi yapılmıştır. Bunun içinde gerekli olan yükselti, eğim ve bakı gibi parametreler belirlenip analizlere geçilmiştir. Güneş enerji santrallerin konumlarını ise; Landsat Uydu görüntüsünü, kontrollü sınıflandırarak elde edilmiştir. Analizlerde kullanılan GES'lerin adları, KW'e güçleri ve kapladıkları alan tablo birde verilmiş olup harita üzerindeki dağılışı da gösterilmektedir (Tablo 1 ve Şekil 2-3).

Bu çalışmadaki analizler için Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi (AHS) kullanılmıştır. AHS'de 5 aşamalı bir yol izlenmiştir. Haritalar bu analizler sonucu çıkan verilere göre hazırlanmıştır (Tablo 2).

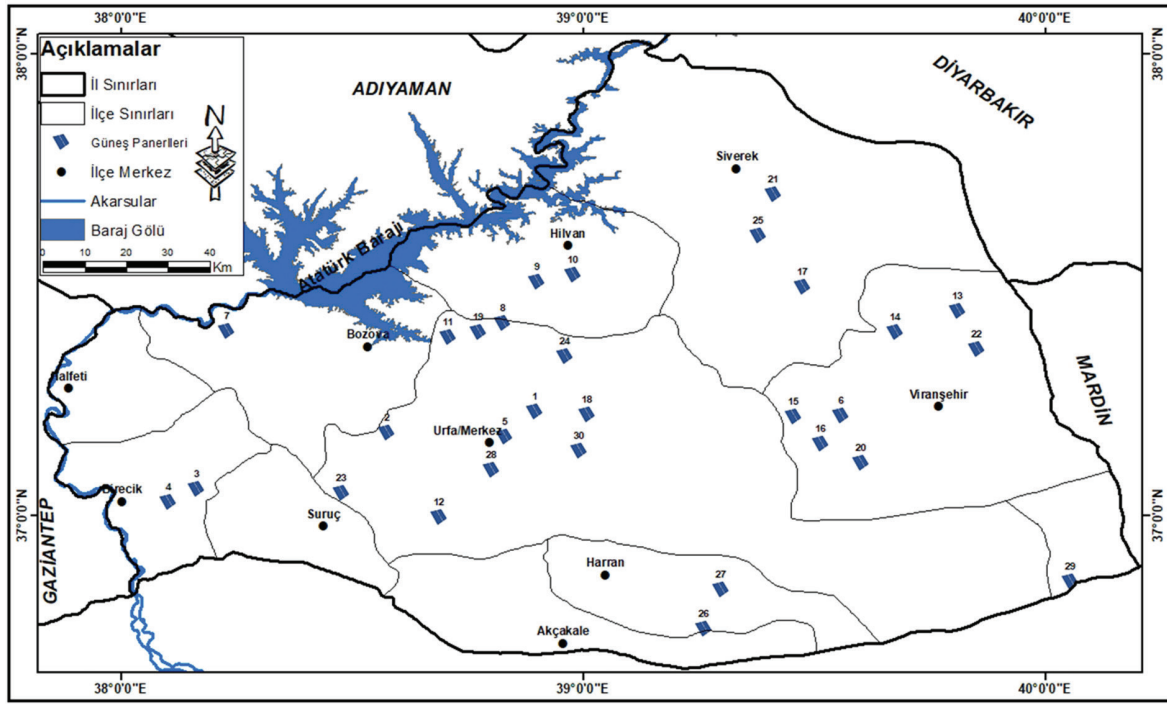
### 1.3 Araştırmada Kullanılan Materyal ve Metot

Coğrafi Bilgi Sistemlerini kullanarak gerekli parametreler or-

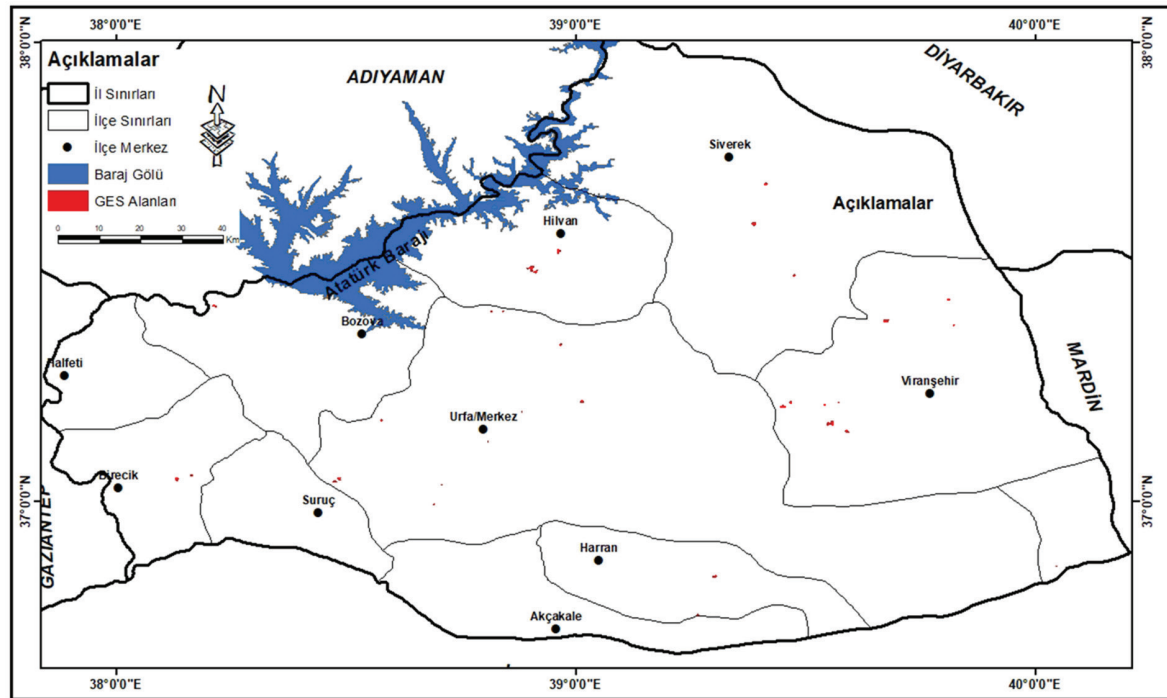
**Tablo 1.** Şanlıurfa ilinde kurulu güneş enerji santrallerinin listesi.

**Table 1.** List of solar power plants installed in province of Şanlıurfa.

S	Santralin Adresi	İlçe	Gücü (kWe)	Kapladığı Alan (m <sup>2</sup> )
1	Nokta Köyü Civarı	Haliliye	250	20.000
2	Kızılburç Köyü Dağ Mevki	Karaköprü	1.000	6,2200
3	Kocaali Köyü	Birecik	1.000	20000
4	Almaşar Köyü Arat Dağı	Birecik	1.000	19000
5	Paşabağı Mahallesi Adalet Caddesi	Haliliye	1.00	18900
6	Kırlık Köyü	Viranşehir	990	60000
7	Işınlı Köyü Norçin Mevki	Bozova	1.000	20,900
8	Bölücek Köyü	Karaköprü	999	20000
9	Kırbaşı Köyü Mevki	Hilvan	990	63000
10	Alpı Köyü Mevki	Hilvan	980	230000
11	Büyükördek Köyü	Karaköprü	380	40000
12	Yanıköğür Köyü	Eyyubiye	50	22300
13	Karınca Köyü	Viranşehir	990	73000
14	Eyüpnebi Mahallesi	Viranşehir	1.000	390000
15	Defterdar köyü	Viranşehir	1.000	31,700
16	Göğeri Köyü	Viranşehir	1.000	56,3000
17	Keş Mahallesi	Siverek	990	7,2300
18	Çiçektepesi Köyü	Karaköprü	1.000	208000
19	Bölücek Köyü	Karaköprü	990	62000
20	Alakonak Mahallesi	Viranşehir	1.000	129000
21	Yoğunca Köyü	Siverek	1.000	251000
22	Demirci Köyü	Viranşehir	995	90000
23	Karataş Mahallesi	Karaköprü	1.000	396000
24	Diphisar Mahallesi	Haliliye	993	87000
25	Şekerli Köyü	Siverek	1.000	383000
26	Yenidoğan Köyü	Harran	990	68000
27	Göktaş Mahallesi	Harran	1.000	132000
28	Akçakale Yolu Üzeri 1. Km TMO Karşısı Hyundai Harman İş Plaza Çatısı	Akçakale	120	9800
29	Gümüşsuyu İşletmesi	Ceylanpınar	100	160000
30	Harran Üniversitesi	Merkez	120	65000



Şekil 2. Şanlıurfa'da bulunan güneş enerji santrallerinin dağılışı haritası.  
Figure 2. Map of the distribution of solar power plants located in Şanlıurfa.



Şekil 3. Şanlıurfa'da bulunan güneş enerji santrallerinin kapladığı gerçek alanların haritası.  
Figure 3. Map of the actual areas covered by solar power plants located in Şanlıurfa.

Tablo 2. AHS' de kullanılan standart tercih tablosu (Saaty, 1994).  
Table 2. The standard preference table used in PAHS (Saaty, 1994).

Standart tercih tablosu	
Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Eşit Önemde
3	Biraz Daha Önemli (Az Üstünlük)
5	Oldukça Önemli (Fazla Üstünlük)
7	Çok Önemli (Çok Üstünlük)
9	Son Derece Önemli (Kesin Üstünlük)
2,4,6,8	Ara Değerler (Uzlaşma Değerleri)

1. Problemin tanımlanarak, ölçüt ve alt ölçütlerin belirlenip hiyerarşinin oluşturulduğu aşamadır. Hiyerarşi oluşturulduktan sonra karar vericinin bilgi ve tecrübeleri standart tercih tablosunda yer alan 1-9 arasındaki ölçüğe göre değerlendirilmektedir (Tablo 2). İkili karşılaştırma matrisinde, ölçütler birbirleri ile karşılaştırıldığında önem derecesine göre değerlendirilerek üstünlük derecelerine göre terslik kuralı uygulanmaktadır. Yani A ölçütünün B ölçütüne göre üstünlüğü 3 ise B'nin A'ya olan üstünlüğü 1/3 oranındadır.
2. Normalizasyonun yapıldığı aşamadır. Öncelikle işlem kolaylığı sağlamak amacıyla matristeki kesirli ifadeler ondalık



sayıya çevrilir. Bu aşamada karşılaştırma matrisinin her bir elemanı, kendi sütün değerlerinin toplamına bölünerek normalize edilir. Elde edilen bu değerlerin sütun toplamları 1'e eşit olacaktır.

- Her bir ölçütün, ölçüt ağırlıklarının tespit edildiği aşamadır. İlgili ölçüte ait satır değerleri, ölçüt sayısına bölünerek her bir ölçütün ağırlığı ortaya konulur.
- Ağırlıklı toplam değerlerin hesaplandığı aşamadır. Bu aşamada 1. aşamada oluşturulan ikili karşılaştırma matrisindeki her bir ölçüte ait satırdaki değerler 3. aşamada oluşturulan ölçüt ağırlığı matrisi ile çarpılmaktadır.
- Tutarlılık oranının belirlendiği aşamadır. 3. aşamada elde edilen ölçüt ağırlıklarının tutarlılık oranı belirlenmektedir.

Bu oranın 0.10'dan küçük olması gerekmektedir. 0.10'dan büyük ise karar vericinin karşılaştırdığı ölçüt değerlerinin tutarsız olduğunu ya da hesaplama hatası yapmış olduğunu göstermektedir.

Şanlıurfa ilinde kurulan GES'lerin uygunluk haritası için belirlenen bütün katmanlar (yüksekti, bakı, eğim,) ölçüt kapsamında bir örneklem oluşturularak vektör olan veriler raster veriye dönüştürüldükten sonra öklid mesafesi belirlenmiştir. Daha sonra giriş raster katmanındaki her değer sınıfına, değerlendirme ölçeğine dayalı olarak yeni bir değer atanarak yeniden sınıflandırma yapılmıştır. Soyut olan bu veriler somutlaştırılarak haritalandırılmıştır.

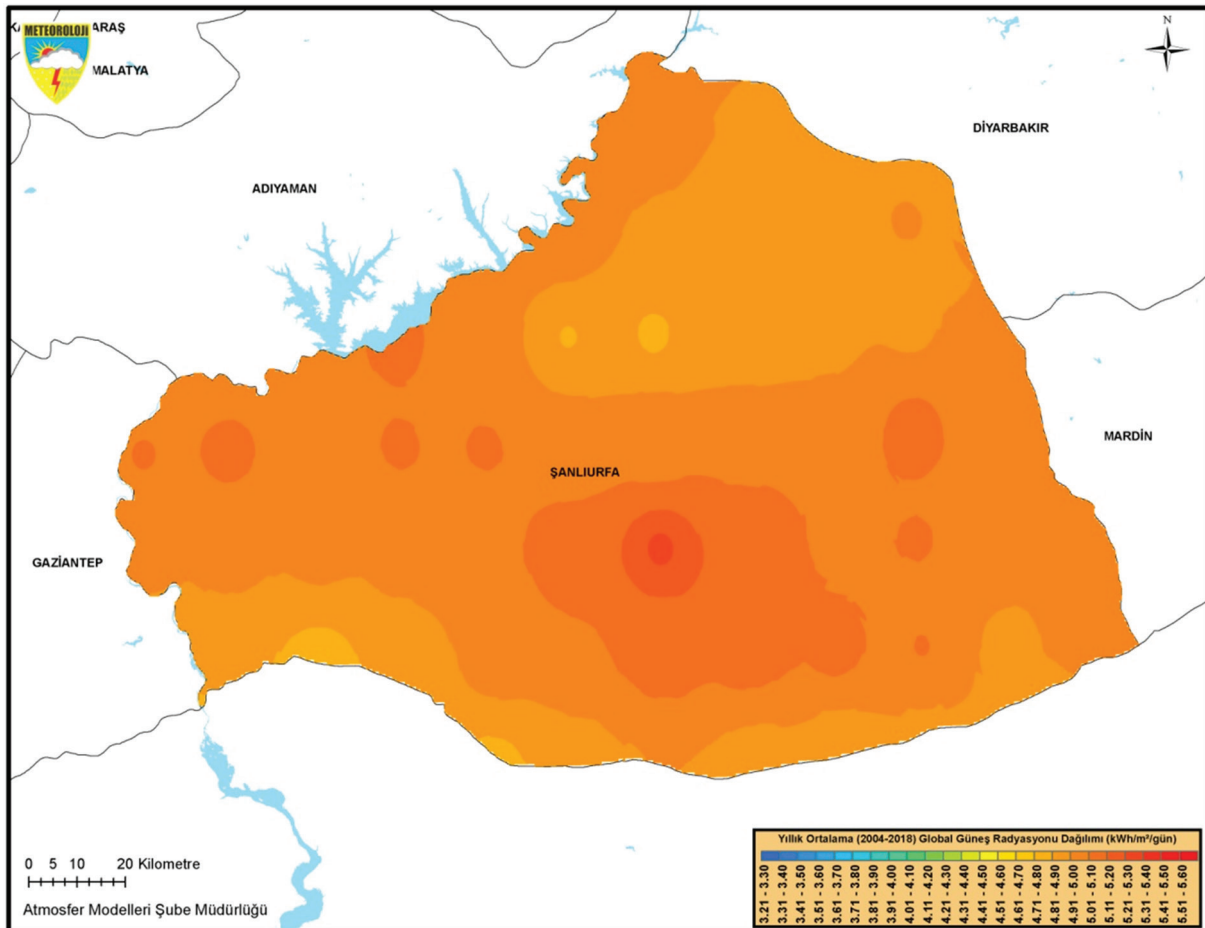
## 2. Şanlıurfa İlinde Güneş Enerjisi Potansiyeli

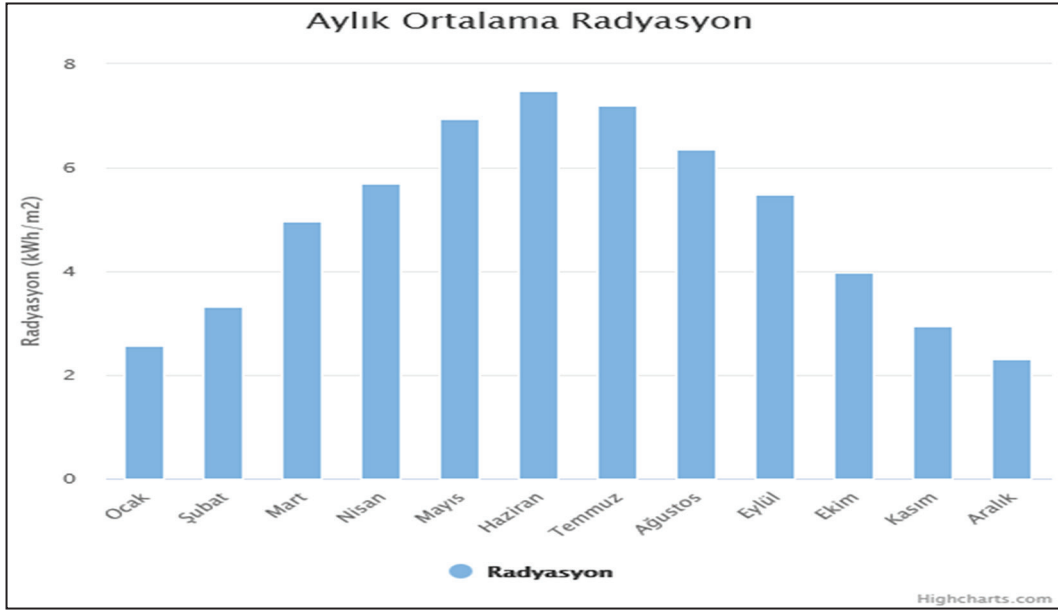
Türkiye'de bölgeler bazında da en fazla potansiyele sahip olan bölge Güneydoğu Anadolu Bölgesi'dir. Bunun temel sebebi bulunduğu enlemin etkisidir. Ayrıca diğer faktörlerde devreye girdiği zaman güneş enerji santrallerinden faydalanmanın en fazla olacağı iller arasında olması gerekmektedir (Harita 5).

Şanlıurfa iline genel olarak güneşlenme potansiyeli açısından bakıldığında en fazla güneşlenme Siverek ve Viranşehir ilçelerinin kuzeyinde olduğu görülmektedir. Özellikle bu alanlarda güneşlenme 1.700 KWh/m<sup>2</sup> yıldır (Şekil 3).

Kış aylarında Şanlıurfa'da radyasyon değerleri oldukça düşüktür. Nisan ayından sonra hızlı bir yükselişe geçmektedir. Bu haziran ayına kadar devam eder. Haziran ayında zirveyi gördükten sonra tekrar düşmeye başlamaktadır. Nisan 5.08 KWh/m<sup>2</sup>-gün görülürken haziran ayına gelindiğinde bu oran 6.83 KWh/m<sup>2</sup>-gün'dür. Haziran ayından sonra yaz aylarında düşüş devam etmektedir. Aralık ayında en düşük seviyesini yakalamaktadır. Aralıkta 1.80KWh/m<sup>2</sup>-gün olarak düşmektedir (Şekil 4).

Şanlıurfa'da güneşlenme sürelerine bakıldığında ise; oldukça fazladır. Türkiye geneli ortalama güneşlenme süresi 7,50 gün/saat iken bu Şanlıurfa'da 8,31 gün/saattir. Buda gösteriyor ki; Şanlıurfa'da güneşlenme potansiyeli oldukça fazladır. Bunun sonucunda günlük ışınım şiddeti de fazla olacağından dolayı güneş enerjisinden çok verimli bir şekilde faydalanılacaktır. Güneşlenme potansiyeliyle ışınım şiddeti doğru orantılıdır. Güneşlenme ne kadar fazla olursa ışınım şiddeti de o kadar





Şekil 4. Şanlıurfa ili yıllık ortalama güneş ışınım haritası ve aylık ortalama güneş ışınım grafiği (2004-2018) (MGM)

Figure 4. Annual average solar radiation map of şanlıurfa province, monthly average solar radiation values table and chart (2004-2018) (MGM)

fazla üretilmektedir. Mevsimlik güneşlenme sürelerine bakıldığında en az güneşlenme kış ve sonbahar mevsimlerindedir. Yaz ve ilkbahar mevsimlerinde güneşlenme süreleri artmaktadır. Özellikle sonbaharda yılın en az güneşlenme süreleri görülmektedir. Aralık ayında 4.4 gün/saat kadar düşmektedir. Bu aydan sonra düzenli bir şekilde arttığı görülmektedir. Ocak ayında 4.68, Şubat'ta 5,62 ve haziran da 12,24 çıkmaktadır. Bu aydan sonra en fazla güneşlenme süresi temmuz ayında görülmektedir. Temmuz ayında 12,42 gün/saat olmaktadır. Temmuz ayında zirveyi gördükten sonra aralık ayına kadar güneşleme süresi düşmeye devam etmektedir (Şekil 4).

Türkiye'deki bulunan en önemli güneş enerji santrallerine bakıldığında Şanlıurfa'dan bir tane bile santralin olmadığı görülmektedir. Bu durum gösteriyor ki; Şanlıurfa güneş enerji potansiyelini yeterince kullanamamaktadır.

### 3. GES'lerin Topografik Özelliklere Göre Uygunluk Analizi

#### 3.1.Yükselti Durumuna Göre Uygunluk Analizi

Yükselti santrallerin verimi ve maliyet açısından çok önemli bir etkidir. Çünkü, uygun bir yükseltide santrali kurmadığında yatırımcının aleyhine bir sonuç doğuracaktır. Araştırma alanının yükselti basamaklarına göre en düşük yükseltide olan kısımları ova alanına karşılık geldiğinden dolayı bu alanlar güneş enerji santralleri için uygun değildir. Bu alanlar aynı zamanda birinci sınıf tarım arazilerine de karşılık geldiğinden bu alanların tarımsal faaliyetler açısından kullanımı daha uygundur. Şanlıurfa ilinde genel itibari ile 600 metre ve altındaki yükseltiye sahip olan araziler ova olarak nitelenen verimli tarım arazilerine karşılık gelmektedir. Bu yükseltiden yüksek olan araziler ise genel itibari ile plato yamacı ve plato yüzeyine karşılık geldiğinden tarımsal aktivite açısından verimli olmayan bir arazi teşekkülünden oluştuğundan bu sahalarda tarım dışı faaliyetlerin yapılması uygun görülmektedir. Bu nedenle yapılan yükselti basamaklarına göre yeniden sınıflandırma ölçeğinde 500 ile 650 metre aralığındaki araziler az uygun olan 5 değeri ile ifade edilmiş olup, 650 metre ile 850 metreler arası 8 değeri

ile uygun araziler, 9 ise en uygun arazi sınıfını oluşturmaktadır (Şekil 5-6 ve Tablo 3).

Tablo 3. Yükselti basmağı için yeniden sınıflandırma sonrası verilen değerler  
Table 3. The values given after reclassification for the elevation step are

Aralık (m)	Değer
850+	9 (En uygun)
650-850	8
500-650	5
300-500	1 (En az uygun)

Santrallerin yükselti açısından uygunluğuna baktığımızda en az uygun yükselti aralığı 300-500 m, en uygun yükselti aralığıysa 850 metre ve üzeridir. Yani; yükselti değeri 300 m'den aşağı değeri pek uygun değilken, 850 metre ve üzeri uygun. Yükselti güneş ışınlarının verimini, santralin kurulumu içi harcanacak maddi imkanlarını, elde edilen enerjinin transferi vb. gibi bir çok etken üzerinde önemli rol oynar. O yüzden santral için uygun yer tespiti yaparken yükselti değerlerini de dikkate almamız gerekiyor (Şekil 5-6 ve Tablo 3).

Tablo 4. Yükselti basamakları için ikili karşılaştırma matrisi.

Table 4. The binary comparison matrix for the elevation digits is.

İkili Karşılaştırma Matrisi	850+	650-850	500-650	300-500
850+	1,00	5,00	8,00	9,00
650-850	0,20	1,00	5,00	7,00
500-650	0,13	0,20	1,00	5,00
300-500	0,11	0,14	0,20	1,00

Araştırma alanının yükselti basamaklarını gösteren haritası incelendiğinde Bozova ilçesinin batısı Hilvan ilçesinin güneyi hariç, Halfeti, Birecik ilçesinin batısı, Suruç, Urfa Merkez ilçesinin güneyi, Harran, Akçakale ile Viranşehir ilçesinin güneyi ortalama yükseltisi 300-500 m arasındadır. Geri kalan diğer ilçeler veya ilçelerin diğer yönlerin yükseltileri oldukça yüksektir. Kısacası; yükselti açısından genel olarak güney kesimi kuzeye oranla daha düşük seviyededir. Güneyden kuzeye doğru gidildikçe genel olarak yükselti artmaktadır. Araştırma alanının



**Tablo 5.** Yükselti basamakları için normalizasyon, ölçüt ağırlığı ve ağırlıklı toplam değerler.**Table 5.** Normalization, criterion weight and weighted total values for the elevation steps.

Normazilasyon	850+	650-850	500-650	300-500	Ölçüt Ağırlığı	Ağırlıklı Toplam Değerler
850+	0,6963	0,7883	0,5634	0,4091	0,6143	0,89
650-850	0,1393	0,1577	0,3521	0,3182	0,2418	1,40
500-650	0,0870	0,0315	0,0704	0,2273	0,1041	1,34
300-500	0,0774	0,0225	0,0141	0,0455	0,0399	0,71

güneyinde yükseltinin kuzeye oranla bu kadar düşük olmasının nedeni güneyde Suruç Ovası ile Harran Ovası'nın olmasıdır (Şekil 5 ve 6).

Yükselti basamaklarına göre uygunluk analizimiz %10'nun altında çıkmıştır. Bundan dolayı bu alanlar da güneş enerji santrali kurmak için uygun alanlar olarak görülür.

Yükselti basamaklarının tutarlık oranını (Consistency Ratio-CR) hesaplamak için Fiziki Katman İçin CI, RI ve CI/RI Değerleri Tablosunu incelediğimizde Consistency Index (CI) değeri 0,083, Rassel Indeks (Random Index-RI) değeri 1,45'tir. CI/RI 'ye bölümü sonucunda ortaya çıkan değer 0,0922'dir. CR değerinin %0,10'dan küçük çıkması sonucu karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğunu göstermektedir (Tablo 6).

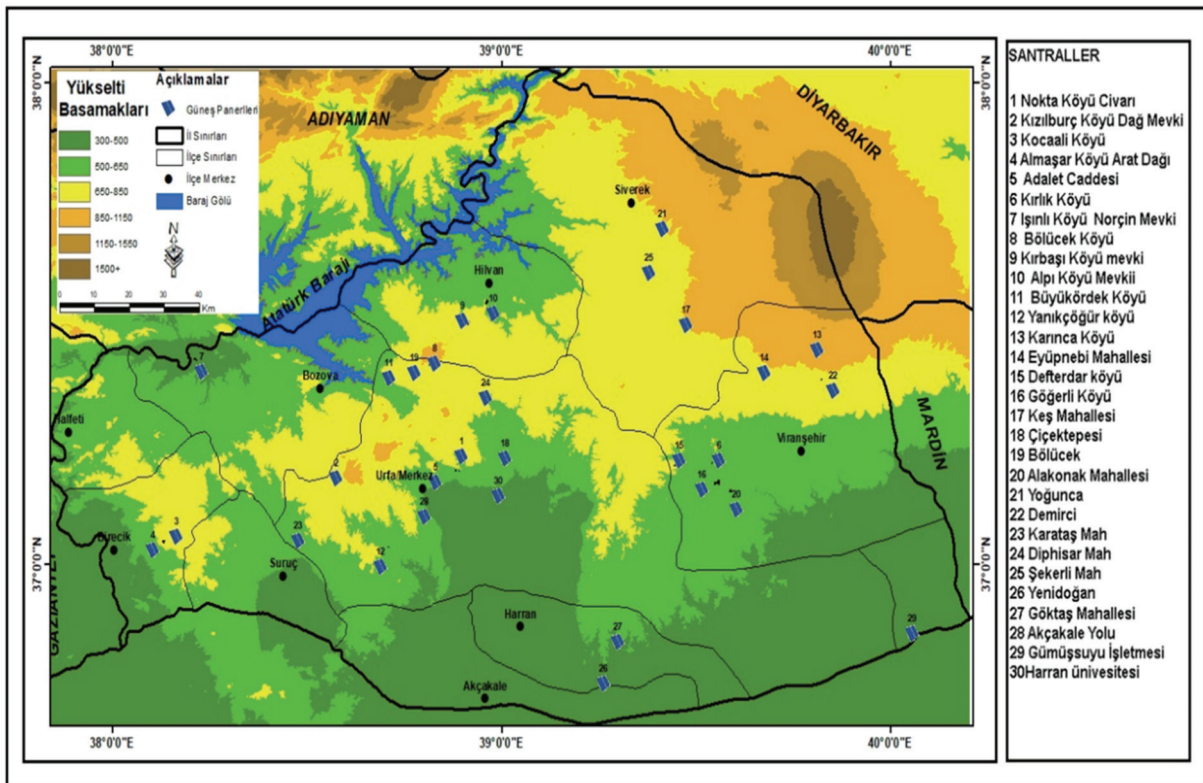
**Tablo 6.** Yükselti basamakları için CI, RI ve CI/RI değerleri.**Table 6.** The values of CI, RI and CI/RI for the elevation steps are.

CI	RI	CI/RI
0,083	1,45	0,0922

Yükselti değerleri düşük olan araştırma alanımızda bu alanlar ova alanlarına denk gelmektedir. Bu yüzden bu alanlarda tarım yapıldığı için uygun alanlar değildir.

Araştırma alanının yükselti basamaklarına göre uygunluk haritası ve mevcut santraller haritası sayesinde mevcut bulunan santraller ile uygunluk çakışımı yapıldığında Şanlıurfa'da uygun olmayan yükselti basamağında kurulmuş olan santraller şunlardır. Bozova ilçesinin batısındaki 7 nolu santral, Harran ilçesinin güneydoğusundaki 26 nolu santral ile doğusundaki 27 nolu santral, Viranşehir ilçesinin güneyindeki 29 nolu santral ile Urfa merkez ilçesinin doğusundaki 30 nolu santrallerdir. Bu santraller kesinlikle uygun değildir. Çünkü bu alanlar da tarım yapılmaktadır. İkinci basamak yer yer uygun olsa da genel anlamıyla yine uygunluk teşkil etmemektedir. Bu alanlar hem platoluk hem de düz alanlara denk gelmektedir. Bu yüzden bu alanlar da tarım yapılmaktadır. Bundan dolayı bu alanlar da uygun değildir (Şekil 5-6).

Uygun olmayan diğer güneş enerji santralleri; Urfa merkez ilçesinin kuzeydoğusundaki 1 nolu santral ile Birecik ilçesinin do-

**Şekil 5.** Şanlıurfa ili'nde kurulu ges'lerin yükselti basamaklarına göre dağılım haritası.**Figure 5.** Distribution map of spps installed in şanlıurfa province according to the elevation steps.

ğusundaki 4 nolu santrallerdir. Ayrıca Urfa merkez ilçesindeki 5 nolu santral, doğusundaki 18 nolu santral, güneybatısındaki 23 nolu santral ile güneyindeki 28 nolu santral, Viranşehir ilçesinin batısındaki 6,15 nolu santral ile güneybatısındaki 16,20 nolu santral, Hilvan ilçesinin güneyindeki 10 nolu santral, Urfa merkez ilçesinin güneyindeki 12 nolu santrallerdir (Şekil 5-6).

Asıl alanımıza yüksek ve morfolojik olarak uygun alanlar 3. ve 4. yükselti basamaklarımızdır. Bu yükselti basamaklarında kurulan enerji santralleri; Urfa Merkez ilçesinin batısındaki 2 ile kuzeydoğusundaki 24 nolu santral, Birecik İlçesi'nin doğusundaki 3 nolu santral, Hilvan ilçesinin güneyindeki 8,9 ile 19 nolu santral, Urfa merkez ilçesi'nin kuzeyindeki 11 nolu santral, Viranşehir ilçesinin kuzeyindeki 13,14 ile 22 nolu santraller, Siverek ilçesinin güneyindeki 17,21 ile 25 nolu santrallerdir. Uygun olarak belirlenen 3. ve 4. yükselti basamağında toplam 12 santral kurulmuştur. Bu santraller dışındaki santrallerin yükselti basamağı açısından uygun olmayan alanlarda kurulduğu tespit edilmiştir (Şekil 6).

### 3.2. Bakı Durumuna Göre GES'ler

Bakı birçok faktör üzerinde etkili olduğu gibi güneş enerji teknolojilerinde de bakı çok önemlidir. İlin konumu itibarı ile Kuzey Yarım Küre'de yer olması, ülkemizin en güneyinde bulunması bu faktör açısından üstün önem arz edecek etkiler göstermektedir. Özellikle güney ve düz alanlar da santral kurmak için en ideal alanlardır. Fakat burada gölge boyu göz ardı edilmemelidir.

Modülleri gölgeleyecek herhangi bir yüksek eğim ormanlık gibi faktörlerin olmaması gerekmektedir. Özellikle güney alanları çok fazla ışınım aldığından bu alanlarda çok fazla verimlilik sağlanmaktadır.

Düz alanlarda da verim fazladır fakat düz olduğu için sel riski ve su tahliyesi göz önünde bulundurulmalıdır. AHS ile hesaplanan alanların tekrar CBS ortamına atılarak çıktı alındığında 9 kriterli bir harita oluşmaktadır. Bu haritaya göre 9 en uygun 1 ise uygun olmayan alanları göstermektedir (Tablo 7 ve Şekil 7-8).

**Tablo 7.** Bakı katmanı için yeniden sınıflandırma sonrası verilen değerler ve il geneli kapladığı alan ve oranı.

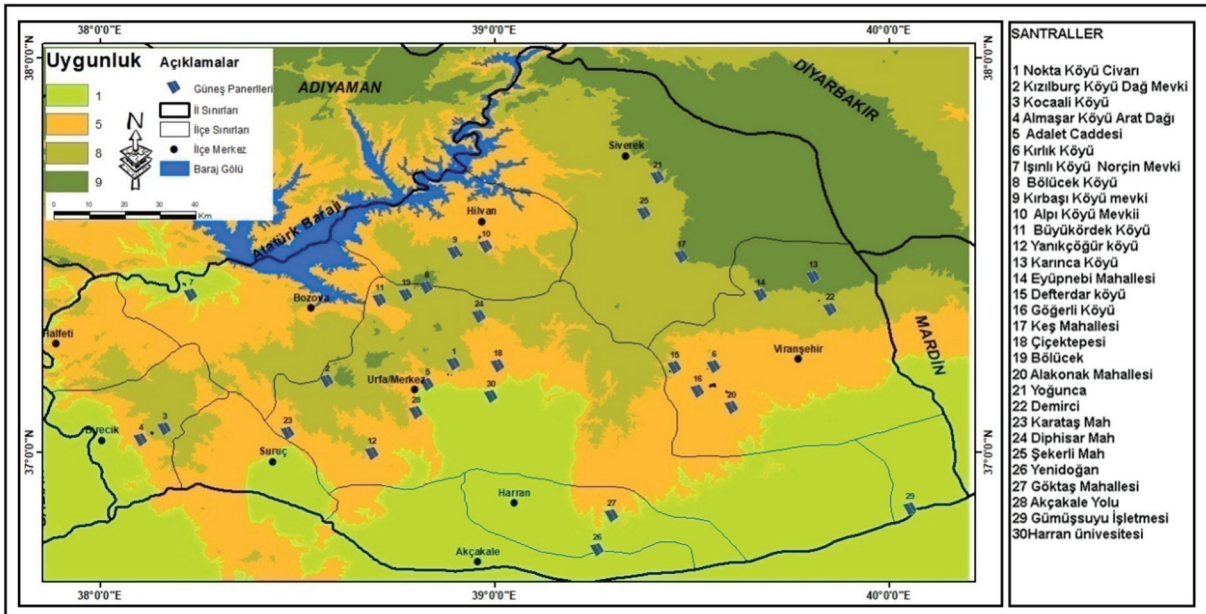
**Table 7.** The aspectlayer are values given after reclassification for the and the area its occupies throughout the province.

Bakı Yönü	Değer	Kapladığı Alan(km <sup>2</sup> )	%
Güney	9 (en uygun)	2088	10,74
Düz	8	1535	7,90
Güneybatı	7	1671	8,59
Güneydoğu	6	2304	11,85
Batı	5	3168	16,29
Kuzeybatı	4	2795	14,37
Doğu	3	2159	11,10
Kuzeydoğu	2	1779	9,66
Kuzey	1 (en az uygun)	1742	9,49
	<b>Toplam</b>	<b>19242</b>	<b>100</b>

Bakı katmanı için uygulanan AHS karar sürecinde tutarlılık oranı 0,0476 olarak belirlenmiştir (Tablo 10). Uygulanan işlem ve sonuçları aşağıdaki gibidir;

Bakı katmanı için yapılan ikili karşılaştırma analizinde tutarlılık oranı ile bakı alanı arasında uygunluk matrisinde 0,23 ile en uygun özellik güneye bakan yamaçlarda kendini göstermiştir (Tablo 9). Kuzey ise en az uygun olmayarak matriste ölçülmüştür. İl genelinde toplam 2.088 km<sup>2</sup> alan en uygun arazileri olduğu alan olarak belirlenmiştir. Bu alan ilin yaklaşık % 10,74'üne karşılık gelir (Tablo 7).

Bakı katmanı için yeniden sınıflandırma sonrası verilen değerler tablosunu incelediğimizde santraller için bakı açısından en az uygun yamaçlar kuzeye ve kuzeydoğuya bakan alanlar, en uygun alanlar ise; düz yerler ile güneye bakan yamaçlardır (Tablo 7). Kısacası santrallerin kurulum yeri belirlenirken özellikle düz yerler ile güneye bakan yamaçlar diğer yamaçlara oranla daha fazla güneş alacağından dolayı tercih edilmesi yatırımcının lehine olmaktadır.



**Şekil 6.** Araştırma alanının yükselti basamaklarına göre uygunluk haritası ve mevcut santraller haritası.

**Figure 6.** A Map of the suitability of the research area according to the elevation steps and a map of the existing power plants.



**Tablo 8.** Bakı katmanı için ikili karşılaştırma matrisi.**Table 8.** The layer is aspect comparison matrix for the balance.

İkili Karşılaştırma Matrisi	Güney	Düz	Güneybatı	Güneydoğu	Batı	Kuzeybatı	Doğu	Kuzeydoğu	Kuzey
Güney	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Düz	2	1	2	2	4	5	6	7	8
Güneybatı	1/3	1/2	1	2	3	4	5	6	7
Güneydoğu	¼	1/3	1/2	1	2	3	4	5	6
Batı	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	3	4	5
Kuzeybatı	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	3	4
Doğu	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	3
Kuzeydoğu	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2
Kuzey	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1

**Tablo 9.** Bakı katmanı için normalizasyon, ölçüt ağırlığı ve ağırlıklı toplam değerler.**Table 9.** Normalization, criterion weight and weighted total values for the aspect layer.

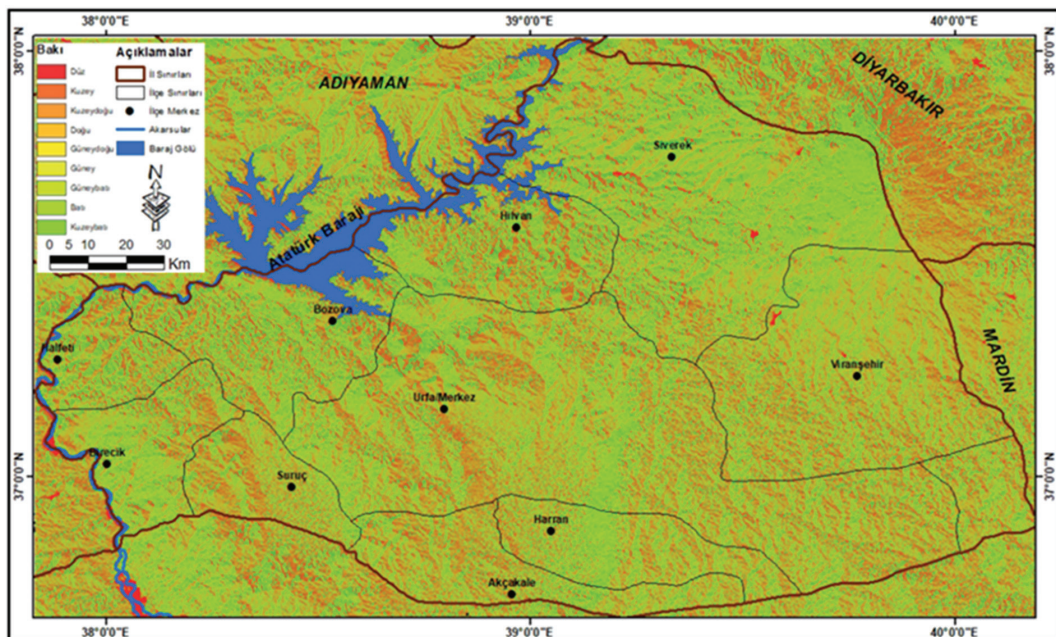
Normalizasyon	Güney	Düz	Güneybatı	Güneydoğu	Batı	Kuzeybatı	Doğu	Kuzeydoğu	Kuzey	Ölçüt Ağırlığı	Ağırlıklı Toplam Değerler
Güney	0,23	0,42	0,40	0,38	0,31	0,27	0,24	0,22	0,20	0,2971	0,9223
Düz	0,46	0,21	0,26	0,19	0,25	0,23	0,21	0,19	0,18	0,2421	0,9165
Güneybatı	0,08	0,11	0,13	0,19	0,18	0,18	0,17	0,16	0,16	0,1516	1,1108
Güneydoğu	0,06	0,07	0,07	0,10	0,12	0,14	0,14	0,14	0,13	0,1064	1,2101
Batı	0,05	0,05	0,04	0,05	0,06	0,09	0,10	0,11	0,11	0,0742	1,2311
Kuzeybatı	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,05	0,07	0,08	0,09	0,0514	1,1771
Doğu	0,03	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	0,07	0,0353	1,0779
Kuzeydoğu	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,0244	0,963
Kuzey	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,0176	0,8723

**Tablo 10.** Bakı katmanı için CI, RI ve CI/RI değerleri.**Table 10.** The values of CI, RI and CI/RI for the aspect layer are.

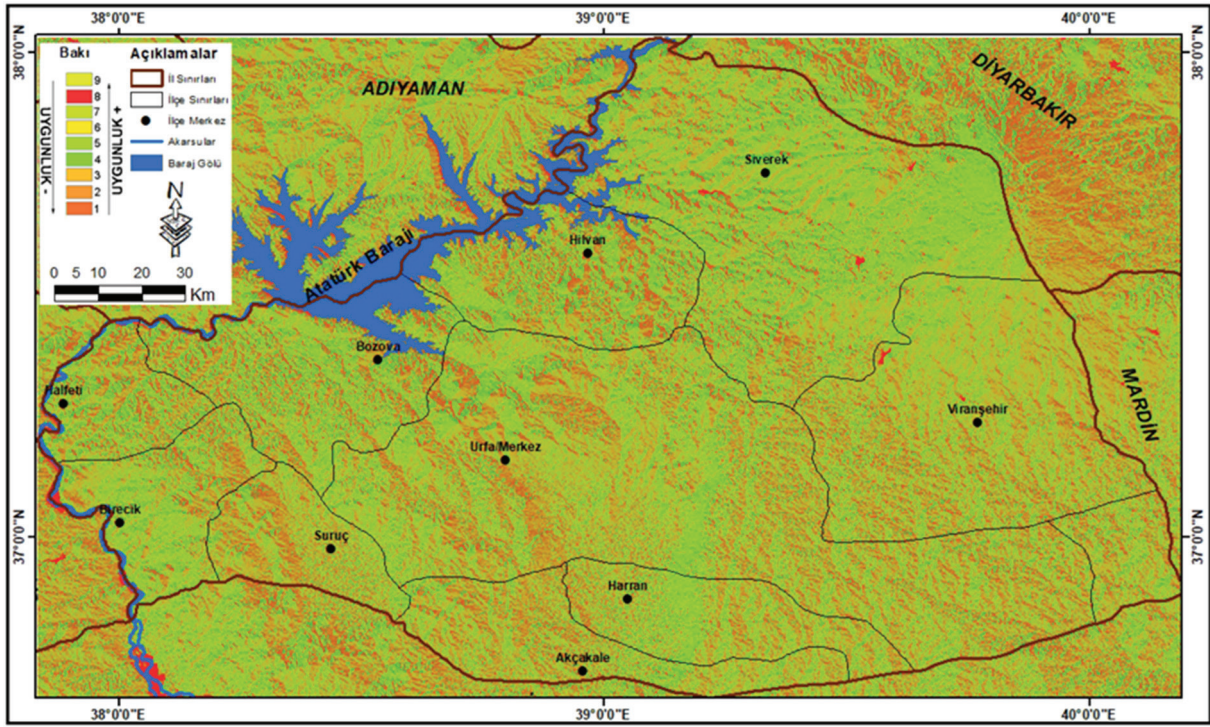
CI	RI	CI/RI
0,069	1,45	0,0476

Hesaplanan AHS 'ye göre tutarlılık indeksi %4 oranında çıkmıştır. Bu oran bakı yönünden arazide santral kurmak için uygun oldu-

ğunu göstermektedir. Bakı Katmanının tutarlık oranını (Consistency Ratio-CR) hesaplamak için Bakı Katmanı İçin CI, RI ve CI/RI Değerleri Tablosunu incelediğimizde Consistency Index (CI) değeri 0,069, Rastal İndeks (Random Index-RI) değeri 1,45'tir. CI/RI 'ye bölümü sonucunda ortaya çıkan değer 0,0476'dır. CR değerinin %0,10'dan küçük çıkması sonucu karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğunu göstermektedir (Tablo 10).

**Şekil 7.** Şanlıurfa ilinin bakı haritası.**Figure 7.** Aspect map of the province of Şanlıurfa.



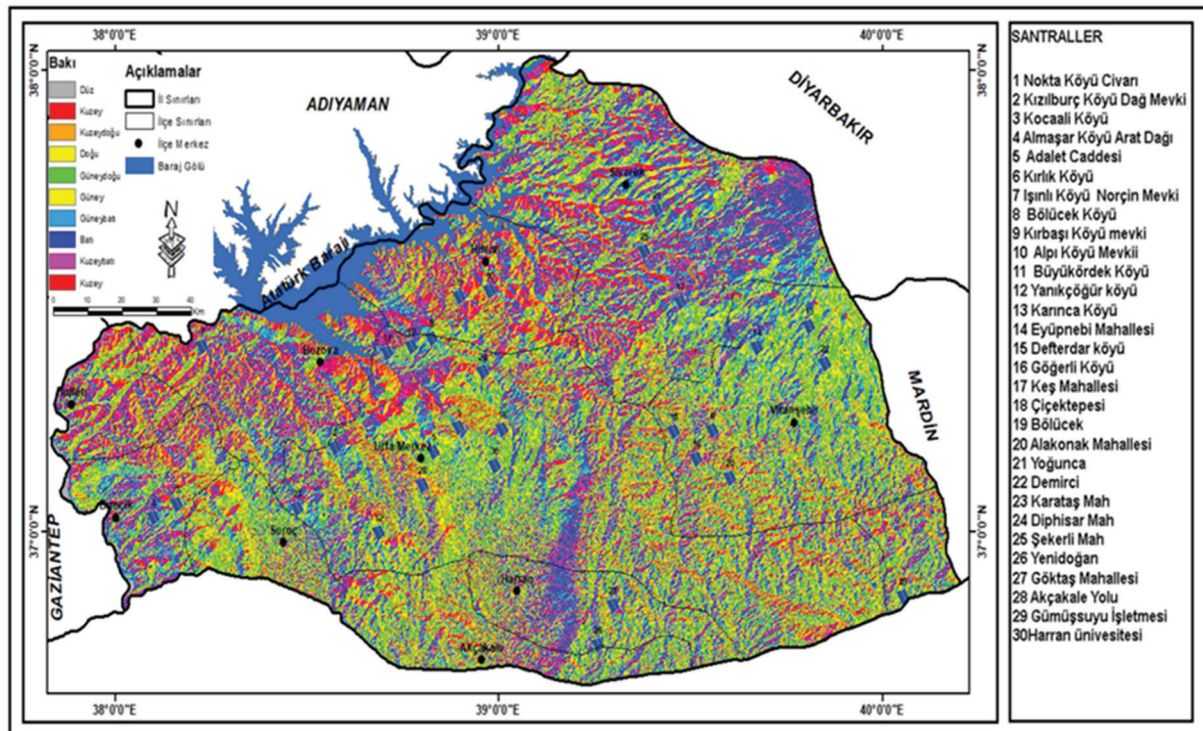


Şekil 8. Şanlıurfa ilinin baki uygunluk haritası.

Figure 8. Aspect conformity map of the province of şanlıurfa.

Baki katmanı için yeniden sınıflandırma sonrası verilen değerler doğrultusunda Şanlıurfa'nın baki uygunluk haritası incelendiğinde 9 değerini karşılayan sarı lejantta karşılık gelen yerler santrallerin kurulum yeri açısından en uygun yerlere karşılık gelmektedir. Baki katmanı için yeniden sınıflandırma sonrası verilen değerler doğrultusunda 9'dan 1 doğru karşılık gelen yerler ise pek uygun olmayan yerlere karşılık gelmektedir (Şekil 7).

AHS' ye göre uygun yer seçimi çıkarılırken tutum % 10'un altında bir değer çıkmıştır. Buna paralel olarak uygunluk haritası çıkarılırken bunlar göz önüne alınmıştır. Buna göre Şanlıurfa'da bakiya göre en uygun açı güney cepheleridir. Bu cephelerden sonra düz alanlar gelmektedir. Düz alanlardan sonra sırasıyla Güneybatı, Güneydoğu, Batı, Kuzeybatı, Kuzeydoğu ve Kuzey gelmektedir. Buna göre en uygunsuz yer seçimi kuzeye bakan alanlardır (Tablo 10).



Şekil 9. Santrallerin bakiya uygunluk haritası.

Figure 9. Conformity map of power plants according to aspect.



Şanlıurfa ilinin bakı durumuna göre arazilerinin alansal büyüklük tablosu incelendiğinde de en uygun olmayan yerler olan kuzey, kuzeydoğu ile kuzeybatı yamaçlarının kapsadığı alan % 34 oranla 6.520 km<sup>2</sup> alırken, en uygun yerler olan güney yamaçları ile düz alanların kapladığı alan ortalama olarak % 19 oranla toplam 4.623 km<sup>2</sup> alandır (Tablo 7).

Şanlıurfa'da en verimli olacak güney ve düz alanlardır. Bu alanların oranı yaklaşık %18 dir. Güneye bakan alanların oranı %10'dur (Tablo 7).

Güneş ışınlarının geliş açısı bakıya göre değişmektedir. Güneyde olan ve güneye bakan yamaç kısımları kuzeye bakan yamaçlara oranla daha fazla güneş alır. Düz alanda ise bakı durumu olmadığından dolayı yaklaşık olarak her yere aynı seviyede güneş ışınlarını düşer. Bundan dolayı düz alanlar ile güneye bakan yamaçlarda kurulan yerler kuzeye bakan yamaçla daha fazla güneş ışınlarını almaktadır. Bu nedenle santraller için en uygun alanlar araştırma alanımızın güneyinde yer alan yerler ile güney cepheleridir. Araştırma alanımızda bakı açısından en az uygun yerler Halfeti, Bozova, Hilvan, Siverek ve bu ilçelerin kuzey yamaçlarıdır. Yukarıda belirttiğimiz ilçelere göre biraz daha iyi olan yerler Urfa merkez, Viranşehir ve güney yamaçlarıdır.

En uygun yerler ise Birecik, Suruç, Harran, Akçakale ve bu ilçelerin güney yamaçları ile Siverek güneyi ile Viranşehir kuzeybatısındaki düz alanlardır.

Bakı açısından araştırma alanımızda en uygun santraller; Birecik ilçesinin doğusundaki 4 nolu santral, Urfa merkez ilçesinin güneyindeki 28 nolu santral, Harran ilçesinin doğusundaki 26,

27 nolu santraller ile Viranşehir ilçesinin en güneyindeki 29 nolu santrallerdir (Şekil 9).

### 3.3. Eğim Gruplarına Göre GES'ler

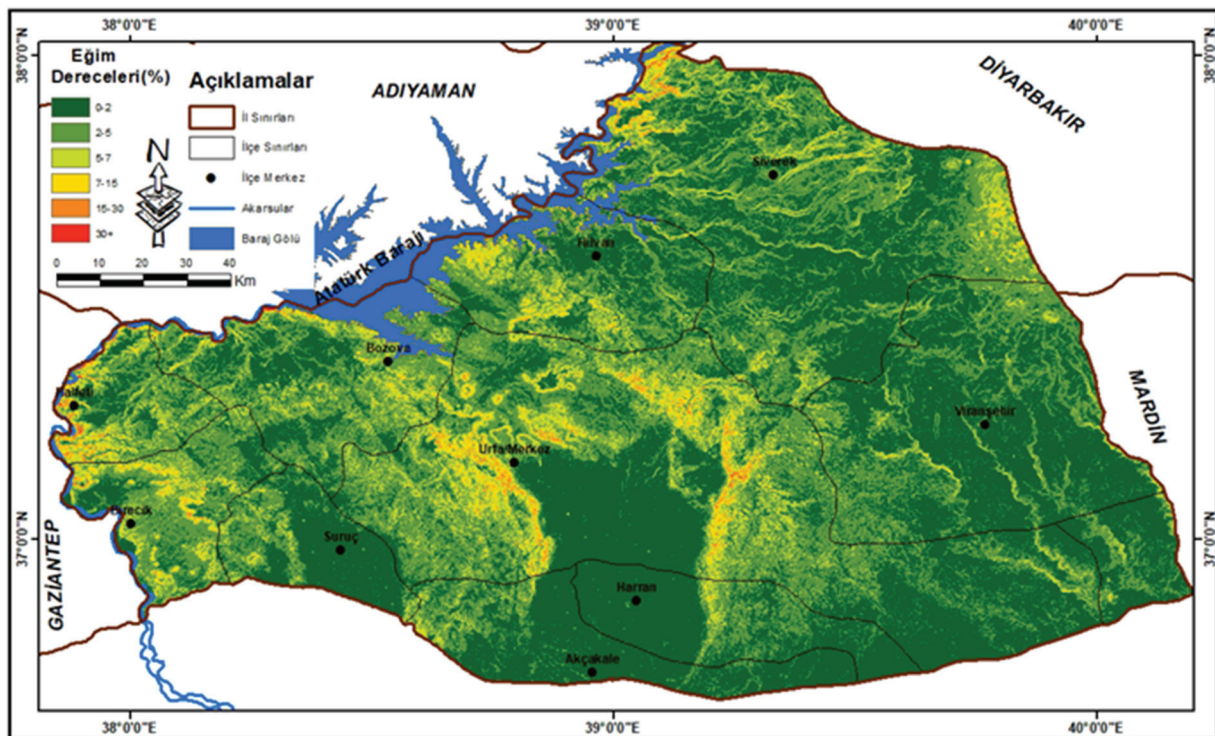
Güneş enerji santrallerinde yer seçimi yaparken uygulanan bir diğer ölçüt eğimdir. Eğim değerleri santrallerin kurulmasında çok önemlidir. En uygun yer seçiminde eğim değerlerinin yüzde 1 ile 3 arasında olması gerekmektedir. Yüzde 3'ün üzerinde eğim değerine sahip alanlarda güneş enerji santrallerinde verim düşmektedir. Eğer bu eğim değerleri için uygun yer seçiminde bulunmazsa %5 olarak ta alınabilir. % 0 eğim değerine sahip alanların da uygun yer olmadığını ABD çevre koruma ajansı belirtmiştir. Çünkü eğimin sıfır olduğu alanlar da su tahliyesinin zor olmasından dolayı bu alanlar uygun görülmemektedir (Obut, 2016).

DEM – SYM'den elde edilen eğim değerlerine göre en uygun yer seçimi belirlenmeye çalışılmıştır.

**Tablo 11.** Eğim için yeniden sınıflandırma sonrası verilen değerler.  
**Table 11.** The values given after reclassification for the slope are.

Eğim Aralık (%)	Değer
0-5	9 (En uygun)
5-10	5
10- 15	3
15+	1 (En az uygun)

Santraller için en uygun yerlerin sahip olması gereken eğim aralığı %0-5 değerleri arasında olan yerler olduğundan en az uygun yerlerin sahip oldukları eğim değeri %15+ ve üzeri değer sahip olan yerlerdir. Santrallerin kurulum yerinin uygunluk



Şekil 10. Şanlıurfa ilinin eğim haritası..

Figure 10. Slope map of the province of Şanlıurfa..

değeri %5 üzerine çıktığı vakit uygunluk açısından dezavantaj oluşturmaktadır (Tablo11).

Eğim karar sürecinde hesaplanan tutarlılık oranı 0,0922 olarak hesaplanmış ve uygun olduğu görülmüştür. Şanlıurfa ili doğal yapısı itibariyle engebeli ya da eğimli bir topoğrafyaya sahip değildir. Geniş Harran Ovası'nın çevresini saran platoluk alanlar vardır. Sadece bu platoluk alanların yamaçlarında eğim görülmektedir. O yüzden Şanlıurfa ilinin eğim kriterine göre uygunluk oranı %5 olarak saptanmıştır (Tablo 14).

Tablo 12. Eğim katmanı için ikili karşılaştırma matrisi.

Table 12. The binary comparison matrix for the slope layer is.

İkili Karşılaştırma Matrisi	0-3	3-5	5-10	10+
0-3	1	3	8	9
3-5	1/3	1	5	7
5-10	1/8	1/5	1	1
10+	1/9	1/7	1	1

Tablo 14. Eğim katmanı için CI, RI ve CI/RI değerleri.

Table 14. The for slope layer are values of CI, RI and CI/RI.

CI	RI	CI/RI
0,083	0,9	0,0922

Tablo 13. Eğim katmanı için normalizasyon, ölçüt ağırlığı ve ağırlıklı toplam değerler.

Table 13. Normalization, criterion weight and weighted total values for the slope layer.

Normalizasyon	1	2	3	4	Ölçüt Ağırlığı	Ağırlıklı Toplam
1	0,6372	0,6908	0,5634	0,4091	0,5751	0,91
2	0,2124	0,2303	0,3521	0,3182	0,2782	1,18
3	0,0796	0,0461	0,0704	0,2273	0,1058	1,40
4	0,0708	0,0329	0,0141	0,0455	0,0408	0,77

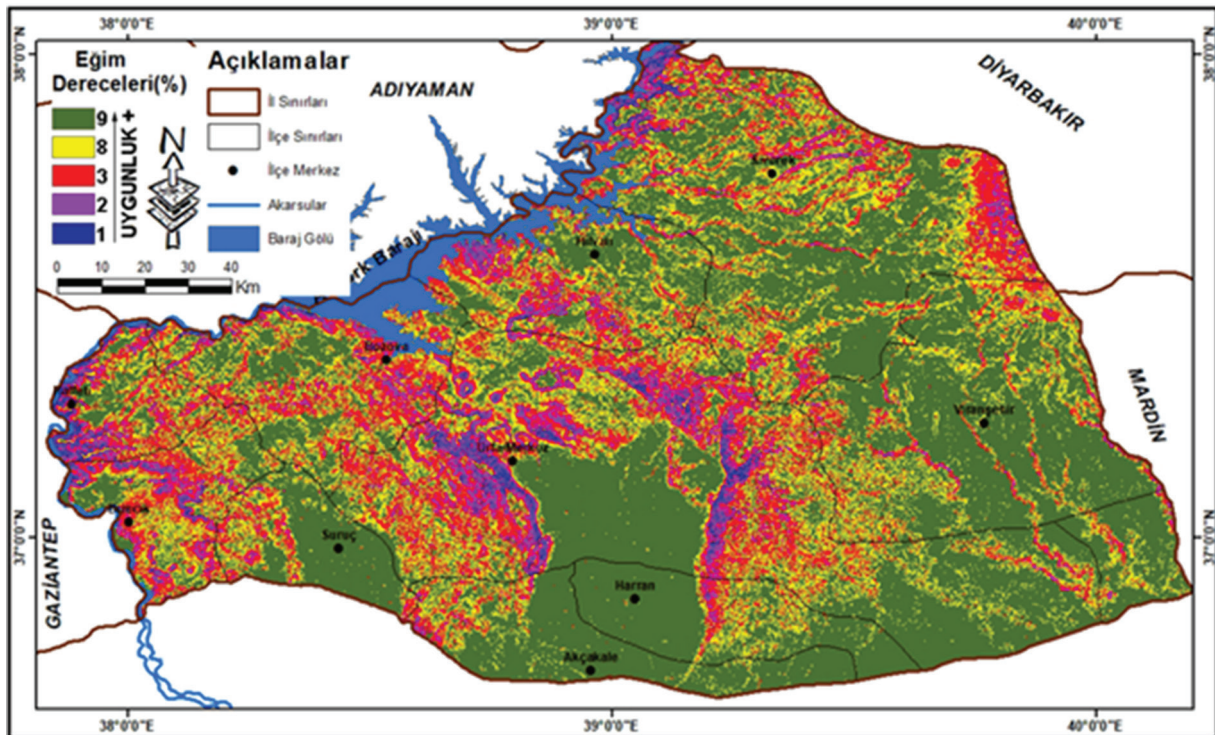
Eğim Katmanının tutarlık oranını (Consistency Ratio-CR) hesaplamak için Eğim Katmanı için CI, RI ve CI/RI Değerleri Tablosunu incelediğimizde Consistency Index (CI) değeri 0,083, Rassal İndeks (Random Index-RI) değeri 0,9'dur.CI/RI 'ye bölümü sonucunda ortaya çıkan değer 0,0922'dir. CR değerinin %0,10'dan küçük çıkması sonucu karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğunu göstermektedir (Tablo 14).

Tablo 15. Şanlıurfa ili'nin eğim gruplarına göre kapladığı alan.

Table 15. The area covered by province of sanliurfa according to the slope groups.

Eğim değeri (%)	%	Kapladığı Alan (km <sup>2</sup> )
0-3	56,20	10.932
3-5	19,25	3.745
5-10	15,67	3.048
10+	8,86	1.723

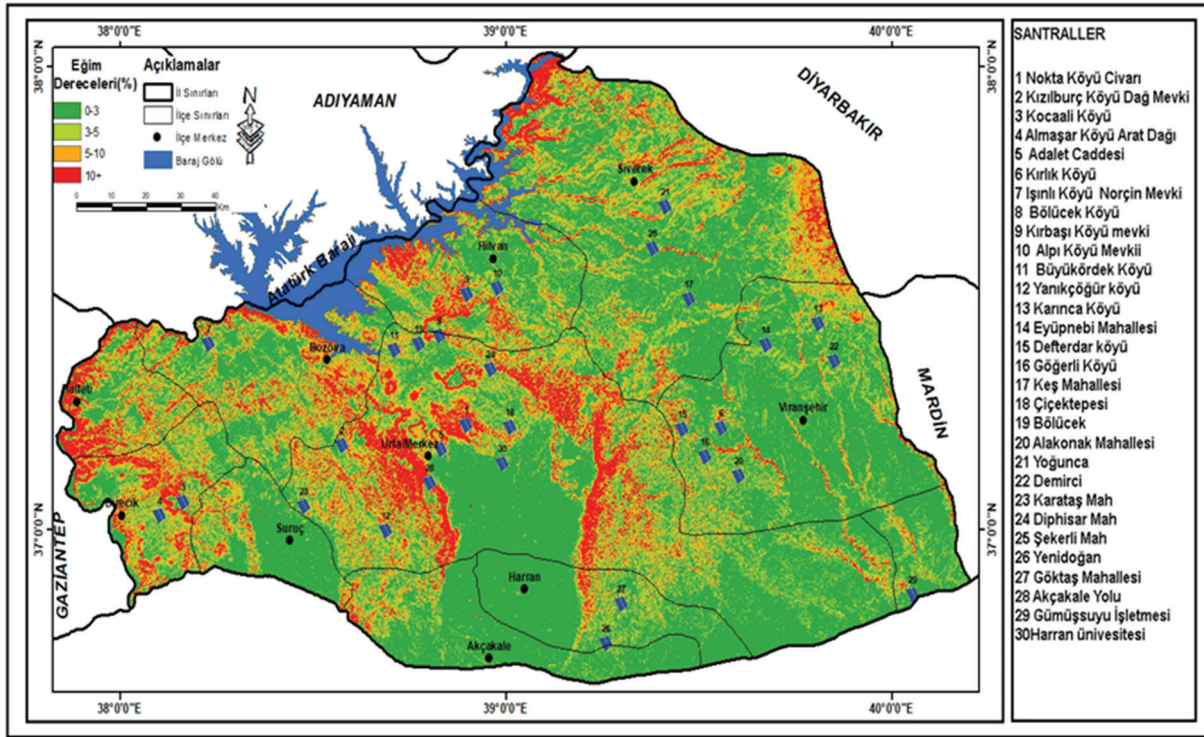
Eğim değeri % 0-3 arasında alanların kapladığı yer ortalama %56 oranla 10.932 km<sup>2</sup> alan,%3-5 eğim değeriyle %19 oranla 3.745 km<sup>2</sup> alandır. Santraller için en uygun yerlerin sahip olması gereken eğim değeri %0-5 arasında olan yerlerdir. Araştırma alanımızda bu eğim değerleri arasında kalan yerler %75 oranla 14.677 km<sup>2</sup> alandır. Kısacası santraller için uygun eğim değeri uygunluğu açısından uygun bir yerdir (Tablo 11 ve 15).



Şekil 11. Şanlıurfa ilinin eğim uygunluk haritası.

Figure 11. Slope compliance map province of Şanlıurfa.





Şekil 12. Şanlıurfa ili eğiminin mevcut santrallere uygunluk haritası.

Figure 12. A Map of the suitability of the slope of sanliurfa for existing power plants.

Şanlıurfa ili topoğrafya olarak oldukça düz bir alana sahiptir. Buna paralel olarak eğim değerleri de oldukça düşüktür. Çalışma alanının %70'den fazlası eğimin az olduğu alanları göstermektedir. Ayrıca santral kurulumu için en ideal eğimin %3'e kadar olduğu düşünülürse Şanlıurfa ilinin potansiyelinin yüksek olduğu görülebiliriz.

Araştırma alanımızın eğim haritası incelediğinde eğim değerleri yer yer sapmaya uğrasa da harran ovasını çevreleyen doğu, kuzey ve batısındaki arazilerde eğim değerleri artış göstermektedir. Aynı şekilde Birecik, Halfeti ve Bozova ilçelerinde de eğim değerleri genel olarak %5 üzerindedir. Genel olarak eğim değerinin % 0-3 arasındaki olan yerler; Urfa ilinin güney kısımlarını teşkil eden; Suruç, Akçakale, Harran ve Ceylanpınar ilçeleridir. Eğim değerinin buralarda olmasının nedeniyse buraların Suruç Ovası; Akçakale Ovası ile Harran Ovası gibi çok önemli ovalara sahip olmasıdır. Bu ilçelerden hariç Viranşehir ilçesinin önemli bir kısmı %0-2 ile %2-5 arasındadır. Halfeti ilçesinin doğusu %0-5 arası, batısı %7+, Bozova ilçesi %5-15 arası, Urfa merkez ilçesi'nin doğusu ile güneydoğusu %0-5 arasında diğer yönleri %5+ üzerinde, Hilvan ilçesinin merkezi %0-5 arasında diğer yönleri %5+ üzerinde, Viranşehir ilçesi genel olarak %0-5 arasındadır (Şekil 11 ve 12).

Araştırma alanımızda kurulan santralleri eğim açısından incelediğimizde en uygun yerler veya ilçeler Suruç, Harran, Akçakale ile Viranşehir ilçeleridir. Araştırma alanımızda eğim açısından uygun olmayan yani; eğim değeri %5+ üzerinde olan santraller şunlardır. Birecik ilçesinin doğusundaki 4 nolu santral, Urfa merkez ilçesinin güneyindeki 26 nolu santral ile doğusundaki 1,18 nolu santraller, Hilvan ilçesinin güneybatısındaki 8, 9 nolu santraller, Viranşehir ilçesinin batısındaki 6 nolu santral, Bozova ilçesinin doğusundaki 11 nolu santral, Siverek ilçesinin güneyindeki 21 nolu santral, Urfa merkez ilçesinin güneyindeki 28 nolu santrallerdir (Şekil 12).

Araştırma alanımızda eğim değerleri oldukça düşüktür. Bunun içinde güneş enerji santrali için potansiyel oldukça fazladır. En ideal eğim değerler %3'e kadardır. Fakat bu oran bulunmuyorsa %5'e kadar ideal olduğu öngörülmektedir. Bunun için araştırma alanımızda kurulan santrallere bakıldığında %5 eğimin altında 20 santral bulunmaktadır. Eğim değerlerinin fazla olduğu santraller sırasıyla 1, 4, 6, 8, 9, 11, 18, 21, 26, 28'dir. Diğer santrallerin ise eğim değerleri %5'in altındadır (Şekil 12).

#### 4. Ana Ölçütler için Analitik Hiyerarşi Süreci

Şanlıurfa ilinde güneş santralleri için en uygun yer seçimi için en önemli alt kriterler uygulanmıştır ve buna paralel olarak da ana kriterlere geçilmiştir. Bu 3 önemli parametre yardımıyla Şanlıurfa ilinde kurulan GES'lerin kuruldukları yerler itibarıyla uygunluğu ölçülmeye çalışılmıştır. Bunlara göre analiz yapılmış ve en uygun yer seçimi belirlenmeye çalışılmıştır.

Tablo 16. Ana ölçütler matrixi.

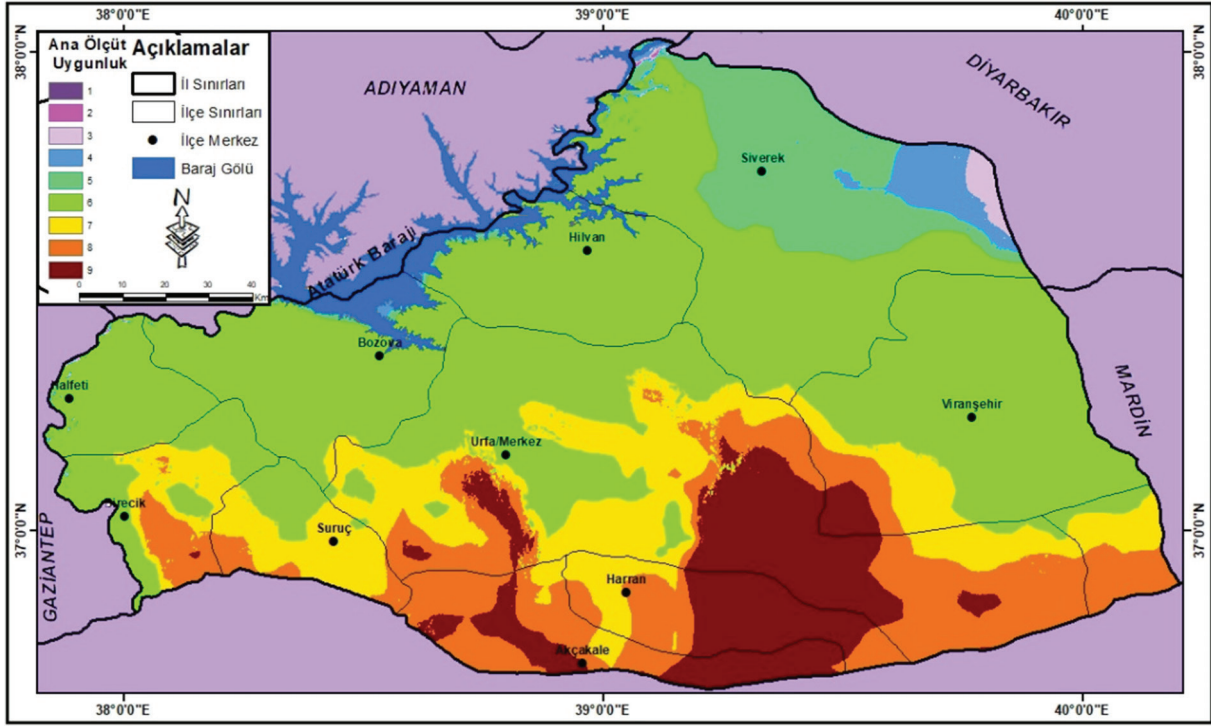
Table 16. Main criteria matrix.

Ana Ölçüt	Yükselti	Bakı	Eğim
Yükselti	1,00	1,00	2,00
Bakı	1,00	1,00	2,00
Eğim	2,00	0,50	1,00

Tablo 17. Ana ölçütler için normalizasyon, ölçüt ağırlığı ve ağırlıklı toplam değerler

Table 17. Normalization, criterion weight and weighted sums for main criteria

Ana Ölçüt	Yükselti	Bakı	Eğim
Yükselti	0,2381	0,1351	0,2923
Bakı	0,2703	0,2703	0,2923
Eğim	0,1351	0,1351	0,1461



Şekil 13. Ana ölçütler (Weight Overlay) haritası.

Figure 13. Weight overlay map for main measures.

Buna göre AHS kararlılık oranı çok düşük olup bu oran neredeyse %1 tutarlılık göstermektedir. Buna göre ana ölçüt hesapları Şanlıurfa ili için uygun olması anlamına gelmektedir (Tablo 18).

Tablo 18. Ana ölçütler için CI, RI ve CI/RI değerleri.

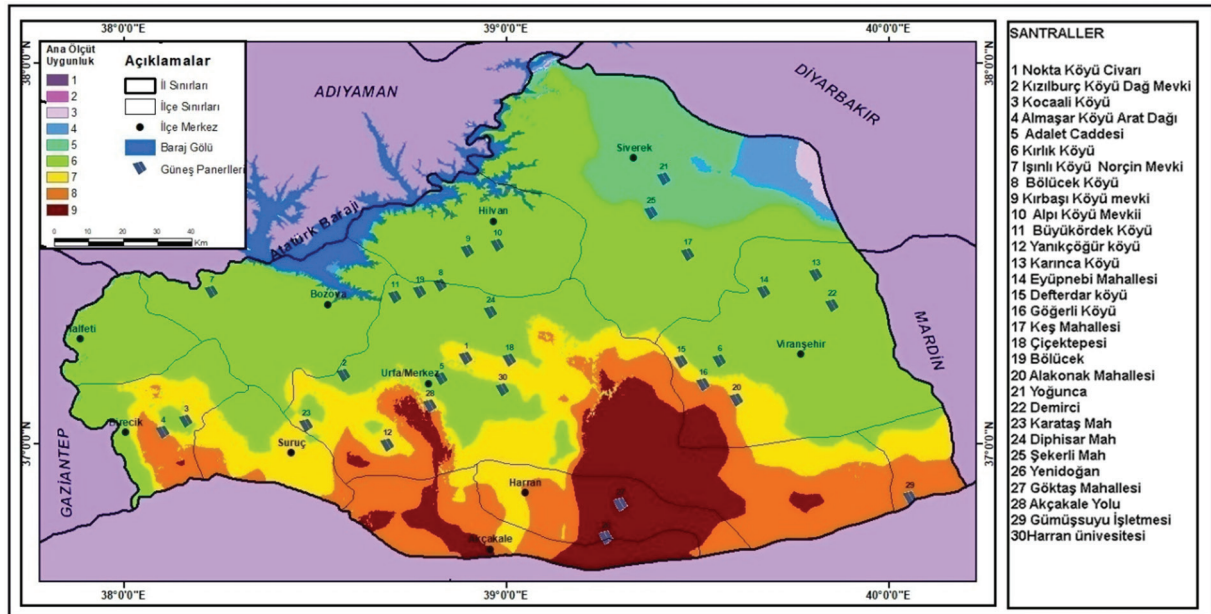
Table 18. CI, RI and CI/RI Values for main criteria.

CI	RI	CI/RI
0,0133	1,49	0,0089

Ana Ölçütler için CI, RI ve CI/RI değerleri tablosunu incelediğimizde CI/RI 'ye bölümü sonucunda ortaya çıkan değer

0,0089'dur. CR değerinin %0,10'dan küçük çıkması sonucu karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğunu göstermektedir (Tablo 18).

Ana ölçütlerin uygunluğu belirlendikten sonra hepsi yeniden reclassif yapılmış ve 1 ile 9 arasında yeniden sınıflandırılmıştır. 1 uygunsuz 9 en uygun olarak belirlenmiştir. Bütün ana kriterler bu şekilde yapıldıktan sonra çakışım (weighted overlay) haritaları çıkarılmıştır. Bu haritalarda tarım arazileri eklenmemiştir. Tarım arazileri eklendiğinde hiçbir yer uygun olarak çıkmamaktadır. Bu yüzden tarım alanları hariç çakışım haritaları oraya konulmuştur. Buna göre Şanlıurfa ilinin güney kısmı çoklu kriterlere göre en uygun yer olmuştur.



Şekil 14. Ana ölçütlerin mevcut santrallere uygunluk haritası

Figure 14. Conformity map of main criteria to existing power plants



**Tablo 19.** Ana ölçütlerin uygunluğu ve kapladığı alanlar.**Table 19.** Eligibility and coverage of main criteria.

Uygunluk	%	Kapladığı Alan(km)
1	0,00	0,63
2	0,04	7,88
3	2,54	494,20
4	9,19	1787,02
5	13,39	2603,96
6	24,72	4809,23
7	24,83	4829,40
8	24,52	4769,36
9	0,77	149,32

Ana ölçütlerin mevcut santrallere uygunluk haritası incelediğimizde Özellikle Harran Ova'sı en uygun yer statusündedir. Ceylanpınar'dan başlayarak Şanlıurfa ilinin merkezi güneyinde bırakacak şekilde Suruç ilçesine kadar uygunluk devam etmektedir. Arazi kullanım kriteri hariç diğer kriterler temel alındığında 1 ile 5 arası uygunluğun kapladığı alanlar az, 6,7 ve 8 uygunluğun kapladığı alanlar oldukça fazladır. Bu üç ölçüt yaklaşık % 75 alanı kaplamaktadır. Bu ölçütlerin haritasına bakıldığında ise 26 ve 27'inci santrallerin en uygun olduğu görülmektedir (Tablo 19, Şekil 14).

## 5. Sonuç

Araştırmamızda; sınırsız ve nerdeyse her yerde erişilebilir olduğu için bağımsız olan güneş enerjisinin, aynı zamanda yenilenebilir ve iklimimize zarar vermeyen özelliğinden dolayı giderek en çok tercih edilen bir enerji üretim şekli olan GES'lerin durumuna değinilmiştir. GES'lerin ülkemizin enerji ihtiyacını karşılamada Şanlıurfa ilinin potansiyelini ortaya koymada katkıda bulunulmuştur. Araştırmamız Şanlıurfa ilinin güneş enerji açısından en yüksek potansiyele sahip olmasına rağmen bu durumun yeterli bir ölçüt olmayıp, birçok fiziki, beşeri ve ekonomik faktör tarafından etkilendiği görülmüştür.

Çalışmada GES'lerin verimliliğini etkileyen önemli bir faktör olan topografik özelliklerin (Yükselti, eğim, bakı) GES'ler üzerine etkisine değinilerek, Şanlıurfa ilinde kurulu olan GES'lerin üç farklı analiz metodu ile CBS tabanlı uygunluk analizi yapılmıştır. Güneş ışığından faydalanma oranının yüksek olduğu illerden olan Şanlıurfa ilinde GES yatırımı için önemli olan kriterlere göre analiz yapılmış ve uygun alanlar belirlenmiştir.

Uygulanan AHS metodunda tutarlılık oranının da 0.10 değerinden küçük olması yapılan analizin tutarlı olduğunu göstermektedir. Bu yöntem uygulanarak Şanlıurfa ilinde kurulu olan 30 GES'in yer seçiminde en uygun alanlar ile en az uygun alanlar ortaya çıkarılmıştır. Yükselti basamaklarına göre yapılan analizler sonucunda Şanlıurfa ilinde kurulu olan GES'lerin % 40'nin en az uygun olan alanlara kurulduğu, bakıya göre yapılan analizler sonucunda kurulu olan GES'lerin yalnızca % 20'sinin en uygun olan alanlara kurulduğu, eğime göre yapılan analizler sonucunda kurulu olan GES'lerin yalnızca % 11'nin en uygun olan alanlara kurulduğu saptanmıştır.

Şanlıurfa ilinde kurulu GES konumları ile bu çalışmada belirlenen GES için uygun alanların büyük oranda uyumsuz olması, GES'lerin kurulurken bazı coğrafi kriterleri dikkate almadığını göstermektedir. Çalışmada elde edilen uygunluk GES uygunluk haritaları, GES yatırımcıları için temel altlık olarak kullanılabilir.

GES yeri saptanırken analizlerde kullanılan kriterlerin çeşitlenmesi ile yatırım alanlarının çok daha hassas bir şekilde belirlenecektir. Bu nedenle, Şanlıurfa ilinde kurulacak olan GES'lerin daha rantabil çalışması için yer seçiminde bu çalışmanın sonuçlarından yararlanılması gerekmektedir.

## Kaynakça

- U.S. Environmental Protection Agency. (2006). *Solar Power Analysis and Design Specifications*, SRA International. <http://www.epa.gov/brownfields>
- Ayday, C., Yaman, N., Sabah, L., & Höke O. (2016). Güneş enerji santrali yer seçiminde açık kaynak kodlu cbs kullanımı-Eskişehir il örneği. İçinde Maktav, D., & Berberoğlu, S. (Eds) 6. *Uzaktan Algılama-Cbs Sempozyumu (UZAL-CBS)*(ss.491-500). [http://uzalcbcs.org/wp-content/uploads/2016/11/2016\\_977.pdf](http://uzalcbcs.org/wp-content/uploads/2016/11/2016_977.pdf)
- Çankaya, S. (2013). Güneş enerjisi ile elektrik üretimi. 2. Antalya Güneş Enerji Sempozyumu. 25-28. Antalya.
- Güçlüer, D. (2010). *Güneş Enerjisi Santrali Kurulacak Alanların CBS-Çok Ölçütlü Karar Analizi Yöntemi ile Belirlenmesi*.(Yayın no: 296834) [Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi] Yök Tez Merkezi, <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=JEEa0lCITDv-vyR4kFoenA&no=262zTylIS6pAF-XYU4dLQ>
- Gürbüz, M., & Obut, Z. (2015). Göksun ilçesinde güneş enerjisi santrali kurulacak alanların cbs yöntemi ile belirlenmesi. *Coğrafyacılar Derneği Uluslararası Kongresi Bildiriler Kitabı*, 705-714.
- Hang, Q., Jun, Z., Xiao, Y., & Junkui, C. (2008). Prospect Of Concentrating Solar Power in China-The Sustainable Future. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12, 2505–2514.
- Kaya, K., & Koç, E. (2015). Enerji Üretim Santralleri Maliyet Analizi. *Mühendis ve Makine Dergisi*, 56 (660), 61-68.
- Külekçi, Ö. C. (2009). Yenilenebilir enerji kaynakları arasında jeotermal enerjinin yeri ve Türkiye açısından önemi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 1(2), 83-91.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2021). *Türkiye global güneş radyasyonu uzun yıllar ortalaması (2004-2018) heliosat model ürünleri*. T.C. Çevre, Şehircilik Ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü. [https://www.mgm.gov.tr/kurumci/radyasyon\\_iller.aspx?il=sanliurfa](https://www.mgm.gov.tr/kurumci/radyasyon_iller.aspx?il=sanliurfa)
- Obut, Z. (2016). *Göksun ilçesinde güneş enerjisi santrali kurulacak alanların cbs yöntemi ile belirlenmesi*.(Yayın no: 431444) [Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi] Yök Tez Merkezi, <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorgu-SonucYeni.jsp>
- Saaty, T. L. (1994). How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *Interfaces* 24, 19-43.

- Saner, H. (2015). *Türkiye’de güneş enerjisi santrallerinin yer seçimi ve çevresel etkileri: karapınar ve karaman enerji ihtisas endüstri bölgeleri örneklerinin değerlendirilmesi*. (Yayın no: 393387 ) [Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi]. Yök Tez Merkezi, <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Ültanır, M.Ö. (1996). 21. Yüzyılın Eşiğinde Güneş Enerjisi. *Bilim ve Teknik Dergisi*, 340 (3), 50-55.
- Varınca, K. B., & Gönüllü, M. T. (2006). Türkiye’de güneş enerjisi potansiyeli ve bu potansiyelin kullanım derecesi, yöntemi ve yaygınlığı üzerine bir araştırma. 1. *Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi*, 270-275, 21-23 Haziran, Eskişehir.
- Yalçın, C., & Yüce, M. (2020). Burdur’da güneş enerjisi santrali (ges) yatırımına uygun alanların cbs yöntemiyle tespiti. *Geomatik*, 5(1), 40-50. <https://doi.org/10.29128/geomatik.561962>
- Yatırım Destek Ofisi (2021). Coğrafi Durum. <https://www.investsanliurfa.com/sanliurfa/cografi-durum--409>
- Özcanlı, M., & Güzel, A. (2015). Şanlıurfa şehrinin alansal gelişiminin çevresindeki tarım arazilerine etkisi. *Turkish Studies* 10. 723-744 <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.7890>
- Taktak, F., & Ili, M. (2018). Güneş Enerji Santrali (GES) Geliştirme: Uşak Örneği . *Geomatik* , 3 (1) , 1-21 . DOI: 10.29128/geomatik.329561
- Kum, G., Sönmez, M. E., & Karabaş, M. (2019). Gaziantep İlinde güneş enerjisi potansiyelinin analitik hiyerarşi süreci yöntemi (ahs) ile belirlenmesi. *Coğrafya Dergisi*, 0 (39), 61-72. <https://doi.org/10.26650/JGEOG2019-0031>
- Emeksiz, C., & Fındık, M.M. (2021). Sürdürülebilir Kalkınma İçin Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ölçeğinde Değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (26), 155-164. <https://doi.org/10.31590/ejosat.948729>





## Kavramsal ve tarihsel açıdan askeri coğrafya: Coğrafya mı? Jeopolitik mi?

### Military geography in conceptual and historical terms: Geography or geopolitics?

Kaan Kapan <sup>a\*</sup> Ömer Emre Kuşçu <sup>b</sup>

<sup>a</sup> İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, İstanbul, Türkiye.

<sup>b</sup> İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Bölümü, İstanbul, Türkiye.

ORCID: K.K. 0000-0003-2979-5057; Ö.E.K. 0000-0001-9733-1612

#### BİLGİ / INFO

Geliş/Received: 08.10.2021

Kabul/Accepted: 07.12.2021

#### Anahtar Kelimeler:

Coğrafya  
Jeopolitik  
Askeri coğrafya  
Siyasi coğrafya  
Askeri strateji

#### Keywords:

Geography  
Geopolitics  
Military geography  
Political geography  
Military strategy

#### \*Sorumlu yazar/Corresponding author:

(K. Kapan) kaan.kapan@istanbul.edu.tr

DOI: 10.17211/tcd.1006406



#### Atf/Citation:

Kapan, K., & Kuşçu, Ö. E. (2021). Kavramsal ve tarihsel açıdan askeri coğrafya: Coğrafya mı? Jeopolitik mi? *Türk Coğrafya Dergisi*, (78), 145-154.

<https://doi.org/10.17211/tcd.1006406>

#### ÖZ / ABSTRACT

Geçmişten günümüze gerçekleşen tüm askeri faaliyetlerde saha ve masada güçlü olanın, dönem şartları gereği birçok ulusal ve uluslararası arenada başarılı çalışmalar yapabildiği görülmüştür. Ancak günümüz şartlarında askerî açıdan bir bölgenin fiziki coğrafyasına dayalı unsurların bilinmesinin yanında bölgenin beşerî özelliklerinin de detaylı bir şekilde analiz edilmesiyle başarılarla ulaşılabilmektedir. Kısacası olumlu askeri çıkarımlar elde etmek artık eskide olduğu gibi sadece fiziki şartların bilinmesine ya da harp ve masa gücüne bağlı olmadığı açıkça görülebilmektedir. Özellikle 1900'lü yıllardan sonra meydana gelen teknolojik gelişmeler ve küreselleşmenin hızlanmasıyla birlikte askeri planlamaların ve savaş türlerinin çeşitlilik kazandığı bilinmektedir. Çeşitlilik sonrasında bu alandaki çalışmaların sadece askerler tarafından değil sivil uzmanlarla birlikte çeşitli çalışmaların yürütüldüğü ve yürütülmesi gerekliliği anlaşılmıştır. Bu çalışmayla Türkiye'de coğrafyacılar tarafından uzun süre ihmal edilmiş olan askeri coğrafyanın tanımı, kapsamı, inceleme alanı, sınırlılıkları ve amacını ortaya koyup sonrasında geçmiş ile günümüz tutum farklılıklarının karşılaştırmasını yaparak alana temel nitelikte bir yayım ortaya çıkarmayı hedeflemiş bulunmaktayız. Askeri coğrafyanın bir inceleme alanı olarak bilimsel temellerinin atıldığı 19.yüzyıl Avrupa literatüründen başlanarak Osmanlı Dönemi ve Cumhuriyet yıllarından da çalışmalar incelenmiş ve günümüze kadar çeşitli görüşlerle irdelenen askeri coğrafya çalışmalarına yer verilmiştir. Tarihsel gelişim sürecine dayanarak izah edilmeye çalışılan askeri coğrafyanın geçmişi, bugünü ve geleceği hakkında bir perspektif sunulması amaçlanmıştır.

*Throughout history it has been observed that those who have got strength on the table and in the field have been successful in both national and international arena in accordance with the historical context. However, it is currently a must to know the human characteristics of a region along with various characteristics related to its physical geography in order to be successful in military sense. In short, it is now an already known or observed fact that drawing certain conclusions leading to military success is not possible only through the knowledge of physical conditions or strategic and military power in the field as it has been before. Types of war and military planning have increased with technological advance and globalization particularly after the 1900s. This variety revealed the necessity to conduct research in this field not only by soldiers but also in cooperation with civilian experts.*

*This study therefore aims to contribute to literature in this field by examining the definition, scope, research area, limitations and purpose of military geography; and thereby making a comparison between past and current approaches to it through a civilian lens.*

#### Extended Abstract

##### Introduction

This study starts with the revelation of the definition, scope and purpose of military geography and an analysis of its situation in both national and international literatures throughout history. Practical differences and changes in the field of military geography have been determined and it has been concluded that military geography is in fact a sub-discipline of

geography in general in the world. However, it has been revealed that it is necessary to conduct multidisciplinary studies in this field in order to prevent any deficiencies.

##### Data and method

Based on the related studies and examples, it is obvious that military geography has changed to a significant extent from past to the present. Especially in the periods when there were rapid

industrialization and urbanization, battles and conflicts diversified. The effects of globalization on all geographies since the early 20th century required a re-evaluation of military approaches and the concept of security in terms of military geography. A review of all positive and negative effects of both human and physical geographies on military activities in both times of war and peace within the scope of time and space has increasingly becoming significant. This historical development and change have made the definition of military geography, those who should deal with it, and the differences between past and present in these senses, debatable issues. The main reasons for the fact that there has not been a global consensus even about the definition of military geography, are lack of efficient studies conducted by civilian experts or joint studies conducted by military and civilian experts, and the instability in conditions. This also reveals that there is a strong need for comprehensive research on the geographical sub-discipline in question.

In today's world where military boundaries have disappeared and strategic areas and cities have become open targets, the significance of military geography as a sub-discipline will no doubt increase with the increasing use of technology in this field. As a result of all these developments, a need for a detailed examination and technological processing of human and physical characteristics of military geography for a specific area has emerged. Military geography first emerged in Europe in the 18th century as a field of study and its major purpose was to use geographical factors facilitating the military seizure of an area. Even though a number of states continued their studies in this field for varying purposes, the understanding that a country's expansion in terms of its boundaries emerged especially as a result of Germany's expansionist attitude during World War II is a natural course of development and the understanding of organic state have kept geopolitical and military geography in the background, even caused studies related to them to be forbidden. Whereas military geography had been neglected on the grounds that it provided a basis for countries' expansionist attitudes in the past, technological developments, update of global weapons and diversification of threats brought military geography to the foreground again.

## Results and discussion

Military activities today seem to require in-depth geographical information. Upon re-popularization of sovereignty based on geographical space and region, military geography as a more comprehensive and profound discipline has attracted attention. Former researches on military geography in national literature have been made by military experts for years. However, it was later determined that there was a need for civilian expertise since the said discipline lacked certain geographical fundamentals. In short, not only military leaders and experts but also civilian geographers should deal with "spatiality of militarism" as it has been abroad for a long time. It is almost impossible to observe and analyze technical factors which are of great significance in military discipline such as economy, industry, geographical information systems, air photography along with the social structure and culture of people residing in a certain region from a single and limited angle. Handled either geographically or geopolitically, it is a discipline which should be expanded for national benefits. As a consequence, military geography is a research area the significance of which

should not be underestimated in terms of increasing the country's strength and preserving its existing sources.

## 1. Giriş

Askerî harekâtların günümüzden ne kadar eskiye gidilirse gidilsin her dönemde bir mekân üzerinde veya bir mekân için (soğuk/sıcak savaş türlerinde) gerçekleştirildiği bilinmektedir. Uğrunda savaşılan ya da askeri faaliyetler yürütülen bu ortamlar kimi zaman askeri saha, kimi zaman askeri bölge olarak isimlendirilmiştir. Bu bölgeler her ne şekilde adlandırılırsa adlandırılırsa sonuçta birer coğrafi alan oldukları gerçeğini değiştirmez. Bu coğrafi alanları, askeri coğrafya açısından tüm olumlu ve olumsuz yönleriyle birlikte askerî ve politik açıdan incelemek her dönem önem arz etmiştir. Sadece coğrafi koşulların veri ya da monografya şeklinde ortaya koyulduğu dönemlerde görülen eksikler neticesinde iç ve dış politikadaki kullanılan ve kullanması hedeflenen jeo'ya dayalı politikalar geliştirmek amaçlı olarak jeopolitikten de yararlanılmıştır. İki terimden de bilineceği üzere aynı havuzdan (mekân) beslendikleri görülmektedir. Askerî açıdan coğrafya ile daha çok verilerle dayanan monografik çalışmalar ortaya koyulurken, jeopolitikte ise bu verilerden yola çıkılarak düşünce ve hareketin uygulanmasıyla ilgilenilmiştir. İki disiplinden faydalanılarak ortak şekilde düşünülebilir ve planlamalar yapılabilir. Küresel olarak askeri düşünce ve uygulama örnekleri incelendiğinde zaten stratejik gelişmelerden dolayı hem coğrafya hem de coğrafi mekânın politikası olan jeopolitiğin birlikte ele alınabildiği görülmektedir.

Gerek beşerî ve fiziki koşulları inceleyen askeri etüt çalışmaları gerekse askeri strateji neticesinde atılan adımlar her zaman bir mekân üzerinde olduğu için coğrafi bir nitelik taşımak zorundadır. Söz konusu lokasyon; topoğrafya, iklim, su, hava, toprak vb. bakımlardan farklı doğal özelliklere ve aynı zamanda hâkim sosyal ve kültürel sistemlere sahiptir. Bu özelliklerin bilinmesinin önemi, askeri coğrafyanın ortaya çıkmasına neden olmuş, bir coğrafya alt disiplini olarak; *"askeri hedeflerin takip edilmesine yardımcı olmak için (hem fiziksel hem de insan açısından) coğrafi araştırma araç ve tekniklerini uygulamaya"* odaklanmıştır (Rech vd., 2015). Askerî coğrafya sadece savaş durumunda coğrafyanın etkilerinden değil, barış zamanında da askeri coğrafyanın verdiği bakış açısıyla çalışmalar yaparak coğrafyanın insana sunduğu olumlu ve olumsuz yanları tespit etmeye çalışmaktadır. Savaşların ve çatışmaların özellikle sanayileşme ve şehirleşmenin çok hızlı arttığı 20. yüzyılın başından itibaren tüm coğrafyaları doğrudan etkilediği görülmektedir. Savaşlar artık Orta Çağ kalelerinde, iki sınır arası boş bölgelerde, yerleşim alanlarından uzak arazilerde değil, şehirlerin dahil olduğu, askerî açıdan kara ve denizden sonra hava unsurları ile üçüncü boyutun eklendiği, bunun sonucunda insan ve mekânın doğrudan etkilendiği ortamlarda gerçekleşmektedir. *Dolayısıyla gerek beşerî gerekse fiziki coğrafyanın, insan-mekân-zaman dahilinde savaş ve barış zamanında askerî faaliyetlere sunduğu olanakların incelenmesi gitgide önem kazanır hale gelmiştir.* Coğrafi faktörlerin sadece olası savaşlar için askeri hususiyetler üzerindeki etkisi değil, aynı zamanda fiziki coğrafya (iklim, jeomorfoloji, topoğrafya, haritacılık, hidroğrafya vd.) ile beşerî coğrafyayı (nüfus, ekonomi, siyasi coğrafya, kültürel coğrafya, yerleşme, şehir coğrafyası vd.) birlikte ele alıp, askerî faaliyetlerin coğrafi ortam üzerindeki etkilerini savaşlardan bağımsız olarak da incelemektedir.



Bu çalışmada kavramsal olarak askeri coğrafyanın tanımı, amaçları, tarihi gelişimi ile günümüz perspektifi ele alınarak askeri coğrafyanın coğrafi temellerdeki rolünün ortaya konması hedeflenmiştir. Çalışma boyunca askeri coğrafyanın, interdisipliner yaklaşım içerisinde temel bir inceleme alanı olarak, coğrafi ve jeopolitik açıdan askeri faaliyetler üzerindeki etkisi ve söz konusu mekâna katkısının tarihsel gelişimi üzerinde durulmuş, sonuç bağlamında askeri coğrafyanın bir coğrafi alt disiplin olduğu ve askeri çalışmalardaki öneminin giderek arttığı ve artacağı sonucuna ulaşılmıştır.

## 2. Amaç ve Yöntem

Bilimsel çalışmaların haber akışına, gündeme, politikaya, planlamalara ve ihtiyaca göre dönemsel olarak bazı konular üzerine yoğunlaştığı bilinmektedir. Ancak birtakım konular vardır ki dönemsel yoğunlaşmanın aksine devamlı olarak önem arz etmesinden kaynaklı, incelemelerin ve çalışmaların ara verilmeden gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu tür konuların başında da kuşkusuz hem barış hem de savaş ortamında devamlı düşünülmesi gereken askeri konular gelmektedir. Biz de bu çalışmamızla Türkiye’de coğrafyacılar tarafından uzun süre ihmal edilmiş olan askeri coğrafyanın tanımı, kapsamı, inceleme alanı, sınırlılıkları ve amacını ortaya koyup sonrasında geçmiş ile günümüz tutum farklılıklarının karşılaştırmasını yapmak için detaylı şekilde kaynak taraması veya belge incelemesi metodlarına başvurarak alana temel nitelikte bir yayım ortaya çıkarılması hedeflenmiştir. Ayrıca gerek coğrafi gerekse jeopolitik açıdan milli stratejiler ile hedefler geliştirirken askeri coğrafyanın öneminin ortaya konulması amaçlanmıştır. Dolayısıyla askeri coğrafya gibi ihmal edilmiş çalışma alanlarının incelenip özümsemesi için tarihsel gelişiminin bilinmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmada gelişim sürecinin incelenmesi yöntemi dahilinde askeri coğrafyanın tanımı, kapsamı, sınırları ve gelecekteki muhtemel rolünün ortaya konulmasının gerekliliği üzerinden hareket edilmiştir. Bu gereklilik giderilmeye çalışılırken farklı ülkelerin askeri coğrafya üzerindeki etkileri, jeopolitik tasavvurları, benimsedikleri ekoller ve bunun askeri coğrafyanın gelişimi üzerindeki etkisi de göz önünde bulundurulmuştur. Daha önce bu şekilde bir çalışmanın yapılmamış olması bizim için çeşitli zorluk ve sıkıntılar oluştursa da sonrasında bu konuda yapılacak çalışmalara bu makalenin temel olabileceği düşüncesi olumlu etki yaratmıştır. Askerî konular ile ilgili bilimsel çalışmaların ve aynı zamanda askerî açıdan karar verme hususunda önemli rol oynayan bilimlerin (askeri coğrafya, askeri tarih, askeri sosyoloji vb.) üzerinde durulması oldukça önemlidir. Askeri coğrafyanın gerek tanımının ve kapsamının izah edilmesi gerekse Türkiye’deki gelişiminde ele alınan eserlerin neredeyse tamamı Cumhuriyet Dönemi’ne aittir ve askerler tarafından yazılmıştır. Dolayısıyla alan üzerinde yapılan incelemeler neticesinde askeri coğrafya çalışmalarının (özellikle sivil coğrafyacılar açısından) eksik ya da tam olarak ele alınmadığı görülmüş ve bu konu üzerinde çalışma yürütülmesinin önem arz ettiği düşüncesiyle araştırma yapılması gerektiği ortaya konmuştur.

## 3. Bulgular

### 3.1. Askeri Coğrafyanın Tanımı ve Kapsamı

Bu alt alanda farklı zaman dilimlerinde farklı bilim insanlarının düşüncesini yansıtan askeri coğrafyanın tanımlamalarında da henüz net bir birlik sağlanmadığı açıkça görülmektedir. Uluslararası literatürde en çok kabul gören Lavallée, askeri coğrafyayı; genel ve stratejik operasyonlarda istihbaratının anahtarı

olan zemin (fiziki coğrafya) ve coğrafi konum, ülkelerin kaderi, askeri, sanat ve stratejinin (beşerî coğrafyayı kastettiği düşünülmektedir) etkisini açıklayan alan olarak tanımlamaktadır (Lavallée, 1853). Ülkemizde ise en çok kabul gören tanımlama, askeri tarih ve coğrafya alanında önemli çalışmaları bulunan Tümerdem, (1939)’e aittir. Tümerdem’in ise askeri coğrafyayı; sevkülceş (sevk: yollamak, ceş: asker) ile arazi bilgisi yani strateji ile coğrafyanın harplere olan etkisini inceler (Tümerdem, 1939), şeklinde tanımladığı görülmektedir. Askeri coğrafyanın temel amaç ve hedeflerine atf yapan bu tanımda daha çok 20. yüzyılın ilk yarısındaki görüş olan, askeri faaliyetlere hizmet vurgulandığı görülmektedir.

Askeri coğrafya hakkındaki tanımlamaların yaşanan gelişmelerle birlikte çeşitli yıllara göre, dönemin şartlarına bağlı olarak değiştiği de görülmektedir. Çalık (1977) askeri coğrafyayı, genel coğrafyanın bir kolu olarak kabul edip bölgenin doğal ve beşerî coğrafyasının, ekonomik ve siyasi, stratejik durumlarının savaşın sevk ve idaresi üzerindeki etkilerini inceleyen bir dal olarak tanımladığı görülmektedir. İlerleyen yıllarda Görgülü, 1992 yılında yaptığı tanıma göre ise askeri coğrafyayı; coğrafi faktörlerin askeri faaliyetler ile askerî harekâtın sevk ve idaresi üzerine yapacağı olumlu ve olumsuz etkileri inceleyen, stratejik konularda coğrafi unsurlardan ayrı bir güç olarak istifade etmeye yarayan coğrafi disiplin olarak tanımlanmıştır. Ancak sonrasında tanımlamayı genişleterek taktik konularda, doktrin geliştirilmesinde çevrenin, coğrafyanın etkisini de incelediği ve genel olarak, askeri coğrafyanın istihbarat unsurlarına dayandığı, gerekli durumların belirlenmesinin yanında silahlı kuvvetler açısından ihtiyaçları ortaya çıkardığını da dile getirmiştir (Görgülü, 1992). Görgülü ile Çalık’ın aslında eserlerinde benzer tanımları yaptıkları, farklı olarak Görgülü’nün tanım kapsamını biraz daha genişleterek askeri coğrafyayı, maksat ve hedefleri bakımından da incelediği görülmektedir. Dolayısıyla günümüz şartlarında bir tanımlama yapmak gerekirse *ulusal ve uluslararası hedef, siyasa ve politika üretmesinde katkı sağlayan askeri unsurlar üzerinde etkili fiziki ve beşerî coğrafya koşullarının insan-mekân-zaman süzgecinden geçirilerek askeri doktrin ve analiz geliştirmeye yarayan bilim alt dalına askeri coğrafya denilebilir*. Sonuç itibarıyla askeri coğrafyanın, tüm beşerî ve fiziki coğrafi unsurlarla birlikte bir bütün olarak ele alınması gerekliliği aşıkardır. Harekât bölgesi analizi ve etütleri yapma konusunda oldukça önemli olan coğrafi koşullar içerisinde yer alan politik, askeri, sosyal, ekonomik ve teknolojik özellikler gibi beşerî coğrafya koşullarının, askeri coğrafya çalışmaları içerisinde yer alması oldukça önem arz etmektedir. Askeri coğrafyanın günümüzde, geçmişteki fiziki coğrafya özelliklerinin ağırlığına karşın hem beşerî hem de fiziki coğrafya özellikleri açısından ele alınması neticesinde hem coğrafyanın hem jeopolitiğin alt unsuru olarak üzerinde çalışılabileceği de görülmektedir.

### 3.2. Askeri Coğrafyanın İnceleme Alanı, Sınırları ve Amaçları

Askeri faaliyetlerin sisteme, mekâna (kara, hava, su) ve şartlara (iklim, bitki örtüsü, arazi yapısı, savaş şartları, istihbarat, sevk ve idare, strateji ve benzeri) göre kendisini devamlı geliştirmesi gerekliliği askeri coğrafyanın da inceleme alanının ve sınırlarının genişlemesine neden olmaktadır. Özellikle de sadece fiziki açıdan bakmanın eksiklik oluşturduğunun gözlenmesi neticesinde beşerî yani insan faktörü açısından da konunun sınırlarının genişletilmesinin doğru olacağı anlaşılmıştır. Ancak

insan, yapısı gereği incelenmesi ve üzerinde çalışılması en zor olan canlı olmasından kaynaklı özellikle beşerî coğrafya kısmının konunun uzmanları tarafından ele alınması gerekmektedir. Çünkü konunun uzmanı olmadan yapılamayacak kadar alt unsurlar (yerleşim alanlarının ekonomik, siyasi, politik, kültürel, askeri güçleri, nitelikli insan gücü, yeraltı kaynakları, lojistik sistemleri, stratejik yolları, kent yapılanmaları, mevcut topluluğun nüfusu, dünya görüşleri, dini yapısı ve etnik durumu gibi tüm beşerî unsurlar) içermektedir. Ayrıca bir de zaman faktörünün de incelenmesi gerekliliğiyle birlikte içinden çıkılmaz bir noktaya gelebilmektedir. *Kısacası askeri coğrafyanın inceleme alanı sanılanın aksine tüm coğrafyadır.* İnsanın bulunduğu, bulunmadığı her alan savaşta ve barışta askeri coğrafyanın inceleme alanına girmektedir. “İnsanlığın tarih sahnesinde yer almasıyla birlikte başlayan savaşlar; kazanmak için mekânın, başka bir ifade ile coğrafi yapının uygun kullanılması gereğini ortaya çıkarmıştır (Ucuzsatar, 1986). Mekânın (coğrafi yapı) savaş içinde oynadığı rolü ve insanların birbirleriyle olan mücadelelerde uyguladıkları taktik ve stratejik harekâtla olan ilgisini ve etkilerini askeri coğrafya incelemektedir.

Özellikle siyasi ve askeri rekabetin kuvvetlendiği 20. ve 21. yüzyılda, belirli güç boşlukları, terör odaklı tehditlerin ortaya çıkması ve jeopolitik dengesizlikler tekrardan askeri coğrafyanın kapsamını genişletmiştir. Bu anlamda özellikle kentler, stratejik hedefler, yoğun nüfuslu alanlar da askeri coğrafyanın inceleme alanı içerisinde kendisine yer bulmuştur. Askeri coğrafya zaman içinde çok genişlediği için belirli inceleme alanlarına ayrılmış ve sistematik olarak bölünmeye uğramıştır (Çoygun, 1960):

⇒ **Genel Askeri Coğrafya:** Dünya'nın, kıtaların ve ülkelerin coğrafi yapıları ile iktisadi bünyelerinin bir bütün olarak ele alınıp etüt edilmesidir. Sevk ve idarede kıtalararası, bloklar arası ve dünya savaşları çerçevesinde etkileri geniş olarak değerlendirilir ve sonuca varılır. İncelemeler, tekniğin ve gelişen teknolojinin ulaştırılacağı ortamlar çerçevesinde geliştirilmeli ve kapsamı gittikçe genişleyen mekân ile uyumlu olmalıdır.

⇒ **Bölgesel Askeri Coğrafya:** Genel askeri coğrafya konularını bölge bazında ele alır ve inceler. Örneğin; ülkenin coğrafi bölgelerinin, muhtemel savaşta harekât alanı olması halinde doğal ve beşerî coğrafi imkanlarının ve bunların münasebet ve derecelerinin incelenerek bir sonuca varılmasını (Çoygun, 1960) hedeflemektedir.

Çoygun aslında bu alt tanımlamalarla birlikte genel askeri ile bölgesel askeri coğrafya tanımını yapmış, genel askeri coğrafya konularının ele alış açısından bölge bazında incelendiği taktirde bölgesel askeri coğrafya yapılabileceğini söylemiştir. Ancak 17. yüzyılda bölgesel coğrafyanın temellerini atan Bernhard Varenius ve Vidal de la Blache, bölgesel coğrafyanın, sistematik yani genel coğrafya kuralları ile irdelenemeyeceğini, genel coğrafya kuralları ve idealleri geliştirirken, bölgesel coğrafyanın lokal olarak mekânı inceleyip daha fazla ayrıntıya inilmesi gerektiğini, konuyu etkileyen tüm faktörler ile konular arası bağlantıların kurulabilmesi gerektiğini ortaya koymuşlardır. Dolayısıyla kapsamı ve inceleme alanı olarak askeri coğrafya, bölgesel veya küresel düzeyde amacına uygun şekilde sistematik ya da bölgesel yaklaşımla yapılmalıdır. Bölgesel coğrafyanın metodolojisine uygun olarak yapılan askeri coğrafya araştır-

malarının özellikle günümüzde daha yararlı olacağı da düşünülmektedir. Ancak tarihsel gelişiminde Çoygun'un da ifade ettiği üzere daha genel bakış açısına sahip dönemler olmuştur. Örneğin, “mekânı kontrol etme çabası içerisinde olan güçlü iktidarların askeri (military) coğrafya paradigması doğrultusunda işlevsel değerlerin rejim veya askeri güçler tarafından tahakküm altına alındığı” dönemler de olmuştur. (Özgen, 2010). Dolayısıyla askeri coğrafya uzun süre görevlerini yerine getirmek için askeri zümrenin başvurduğu coğrafi bilgiler olarak görülmüştür (Anderson, 1993). Ancak sanayi devrimiyle birlikte, insanın mekâna ve dolayısıyla da doğal ortama yönelik çeşitli yaptırımlarda bulunması, possibilist paradigmanın dayanağını oluştursa da (Özgüç & Tümertekin, 2000), bu hususların etkilerini dünyanın her noktasında eşit zaman diliminde görmek imkansızdır.

Bu söz konusu askeri coğrafya çalışmaları yürütülürken direkt amaçlarının neler olduğu incelendiğinde ise;

1. Coğrafi faktörlerin askeri gücün kullanılması ve askeri hedefler doğrultusunda harekete geçirilmesine etkili olabilecek özelliklerini ortaya çıkarmak,
2. Coğrafi faktörlerin incelenmesi sonucu elde edilecek değerlendirmelerin ışığında, askeri gücün kuvvet ihtiyaçlarını tespit etmek,
3. Coğrafi şartların gerektirdiği biçimde silahlı kuvvetlerin eğitilmesini, teşkilatlanmasını ve teçhiz edilmesini sağlamak,
4. Askerî harekâtın zafere ulaştırılmasında coğrafyanın en uygun şekilde nasıl kullanılması gerektiğini belirlemek,
5. Coğrafi faktörlerden bir güç olarak istifade edecek esasları belirlemektir (Görgülü, 1992).

Bugüne gelindiğinde ise istihbarattan uzaktan algılamaya, insani faktörlerden uzay araştırmalarına kadar birçok alan ile doğrudan ilgilenmesi askeri coğrafyanın kapsamı açısından önemli bir adımdır. Buna bağlı olarak genel ve bölgesel ayrımlar yaparken, günümüze uygun ayrımlarla ele alınmalı ve coğrafyanın alt dallarıyla (hem beşerî hem de fiziki) birlikte askeri coğrafya incelemeleri sürdürülmelidir.

### 3.3. Askeri Coğrafyanın Tarihsel Gelişimi

Askerî harekâtın coğrafi bilgi gerektirdiği bilinen bir gerçektir. Bölgedeki mekân üzerinde kontrolün sağlanması ancak bölgenin fiziksel ve sosyal yapılarının bilinmesi neticesinde mümkündür. Bu nedenle organize harekât her zaman coğrafi bilgiyi ve coğrafyacıların sistemini, tekniklerini ve emeğini zorunlu kılmıştır. Hem askeri amaç ve hedefleri açısından hem de organize askeri teknolojilerinin gelişimi açısından savaş türleri gelişip değiştiçe, coğrafi bilgi türlerinin de değiştiği açıkça görülmektedir. (Woodward, 2009;2015). Askeri karar vermeyi desteklemek için coğrafi bilginin kullanılması, muhtemel olarak yazılı tarih öncesine dayanmaktadır. Askeri coğrafyanın ilk kullanımını Mısırlıların M.Ö. 1479'da Levant Bölgesi'ndeki savaş örnekleri verilebilse de bunun yeni keşiflerle daha da geriye gidebileceği unutulmamalıdır. Aslında tarih, içerisinde coğrafi faktörleri yorumlayan, kullanan ve etkilenen ünlü askeri liderlerin örnekleriyle doludur (Palka, 2011). Örnek vermek gerekirse Atinalı General Thukydides, Peloponnes Savaşlarını (M.Ö. 431-404) anlattığı eserinde savaşın üzerinde etkili olan



çevresel ve beşerî faktörleri ele almış ve Thukydides zamanın jeopolitik ortamını iyi değerlendirerek polisler arası huzursuzluk, iç problemler, göçlerin yarattığı sorunlar, ekonomik darlığın getirdiği problemlerin savaşa götürdüğünü, ordunun sevk ve idaresinin yeterli kalitede yapılamadığı için askerlerin dağıldığından bahsetmiştir. Antik Çağ ve sonrasında meydana gelen savaşlarda coğrafyanın rolü, mekânın insan ile zaman içinde olan etkileşimi coğrafya ve askeri faaliyetleri her zaman entegre hale getirmiştir. İnsanların askeri ve güvenlik problemleri dolayısıyla yüksek topoğrafyalara yerleşmesi, şehirlerini aşılması zor kaleler ile güçlendirmesi, sarp araziler tercih ederek savunmayı kolaylaştırmak gibi birçok unsur askeri faaliyetlerin coğrafya ile olan ilişkisini ortaya koymaktadır. Yaşadığımız topraklardan da örnek vermek gerekirse, Osmanlı Devleti 14. yüzyılın başlarında Marmara Bölgesi'ndeki birçok noktayı kontrol altına almasına rağmen Bursa'nın fethi için 6 Nisan 1326 tarihini beklemek zorunda kalmıştır. Osmanlı'nın, Bursa fethinin gecikmesinin nedenleri irdelendiğinde eski Bursa'nın yer aldığı bölgenin topoğrafyası yani fiziki coğrafyasından kaynaklandığı görülmektedir. Şehrin savunmasını kolaylaştıran bu durum Osmanlı'nın bölgeyi fethini geciktirmiştir. Hisar civarında 250-260 metre yüksekliğindeki plato yüzeyi, kalenin güney kısmının Uludağ tarafından korunması ve traverten taraçalarının meydana getirdiği eğim, bölgeyi bir nevi fetih açısından ulaşılması zor bir alan kılmış ve dolayısıyla bölgenin ele geçirilmesi civar alanlardan sonraya sarkmıştır (Tuncel, 2020). Tıpkı bu coğrafi nedenlerden olduğu gibi, akarsu, vadi, dağ, çöller gibi diğer coğrafi şartlardan da devletler askeri faaliyetlerinde sık sık yararlanmışlardır. Dolayısıyla resmî bir çalışma alanı olarak mevcut olmasa da askeri coğrafya antik zamandan beri kullanılmakta olan bir disiplin olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun sebebi her zaman coğrafyanın temelinde yer alan insan-mekân-zaman ilişkisinin varlığı ve insanın sürekli faaliyetleri ile dizayn ettiği mekanlarda zaman zaman askeri adımlar da atmasından kaynaklanmaktadır. Bu gibi durumlarda yukarıda bahsettiğimiz belirli kuvvet dengesini avantaja çevirmek amacıyla doğanın her türlü sunduğu faydadan yararlanmak askeri coğrafyayı önemli kılarken, aynı zamanda geçmişte insanın doğaya daha fazla bağımlı halde yaşar olması ve çevresel determinizmin kuvveti askeri coğrafyayı insan ile iç içe getirmiştir.

Resmî bir çalışma alanı olarak askeri coğrafya, 18. ve 19. yüzyılın başlarında Fransızlar, Almanlar ve İngilizlerin öncülüklerinde Avrupa'da ortaya çıkmıştır. 18. yüzyıldan itibaren de Batı'nın askeri düşünce sistemlerindeki yerini almıştır. Örneğin İtalya'da, savaş sanatlarında öğretilecek en önemli derslerden birisi olarak askeri coğrafya eklenirken, Fransa'da ise özellikle Almanya ile olan savaşta yenilgiden sonra (1870-1871) askeri coğrafya, askeri okullarda subaylar için ders olarak eklenmiştir. Hatta Fransızlar söz konusu bu yenilginin başlıca nedeni olarak gördükleri coğrafi bilgi eksikliğinin giderilmesi adına halka ve askerlere bu yönde eğitimler planlamıştır. Sonrasında da orta-öğretim düzeyindeki çalışmalarda bile haritacılık ve jeopolitik odaklı yeni coğrafya müfredatı geliştirilmiştir (Salem, 2019). Avrupa ülkelerinin coğrafya ve askeri coğrafya konularının önemini önce kavraması ve bu yönde hızlı adımlar atması birçok savaşta (kendi içlerinde bile) diğer ülkelere nazaran avantaj sağlayan bir durum olmuştur.

Askeri coğrafya yayın açısından ele alındığında Theophile La Vallée'nin (1836) *Géographie Physique, Historique et Militaire*

eseri yalnızca askeri coğrafyaya adanmış ilk yayın olarak kabul edilmektedir. İlgili alanda, bir yıl sonra Prusya Genelkurmay Başkanı Albrecht von Roon'un (1837), Avrupa'nın askeri bölgelerinin ayrıntılı fizyografik tanımlarını içeren bir çalışma yayınlamasıyla askeri coğrafya çalışmaları daha da ön kazanmıştır (Salem, 2019). *Géographie Militaire* eserinde Marga ise ekonomi, topoğrafik, kentsel, politik gibi konuların askeri liderler için önemini ifade etmiş (Marga, 1876) ve bu ifadelerde her zaman savaş alanı olan arazi kavramını incelemiştir. Öncelikle Avrupa'da daha yoğun bir şekilde askeri coğrafya ile ilgilenilirken *The Influence of Seapower on History, 1660-1783* eseri ile Mahan (1890), ABD açısından alana geniş çapta kabul gören ilk katkıyı sağladı ve daha sonra stratejik coğrafya haline gelmesinin temelini attı. Yirminci yüzyılın başında askeri coğrafya hakkında nispeten az sayıda ABD yayını olmasına rağmen, İngilizler, Maguire, Mackinder, MacDonell gibi isimler ile alana büyük katkı yapmaya devam etmiştir. Britanya'nın coğrafi alandaki olgunluğu sonraki yıllarda ABD perspektifleri üzerinde etkili oldu (Galgano & Palka, 2012). Kraliyet Coğrafya Topluluğu'nun (RGS) 1830'daki organizasyonu ve 19. yüzyıldaki faaliyetleri, İngiliz Devleti'nin kolonyal operasyonlarının ayrılmaz bir parçası haline geldiği bilinmektedir. Hatta bu durum imparatorluğun genişlemesi için yararlı bir rehber haline gelmiştir.

19. yüzyılın sonlarında Oxford ve Cambridge Üniversitelerinde coğrafi eğitimin kurulması ile tanımlanan "Yeni Coğrafya", I. Dünya Savaşı'na kadar geçen yıllarda "Yeni Ordu" için pratik olarak yararlı bulunmuştur (Farish, 2009). Coğrafyanın yayılmacı anlayışa hizmeti Amerika Birleşik Devletleri'nde de farklı olmamıştır. 1818'de Amerika Birleşik Devletleri Askeri Akademisi West Point'te bir Coğrafya, Tarih ve Etik Okulu kurulmasıyla askeri coğrafyanın coğrafya ile olan ilişkisini anlamak ve geliştirmek için eğitimler verilmeye başlanmış, kısa süre içerisinde özellikle Monroe Doktrinini sonlandıran ve stratejik coğrafi alanlara hükmetmek isteyen ABD, II. Dünya Savaşı'na kadar askeri coğrafya alanında oldukça ilerleme kaydetmiştir. Dolayısıyla sömürgeci anlayış ve sanayi atılımları sonrası önemli kaynaklara gittikçe artan biçimde duyulan ihtiyaç, zamanla askeri coğrafyanın ortaya çıkışından, tanınması ve gelişimine kadar etkili olmuştur.

Özellikle I. Dünya Savaşı boyunca askeri faaliyetlerin üzerinde etkili olan coğrafi faktörlere oldukça dikkat edilirken, coğrafya adeta büyük askeri ve jeopolitik uygulamalarla güçlü ideolojik bir bilgi formu olarak kullanılıyordu (Hepple, 1986). Örneğin 16 Aralık 1940 yılında gerçekleştirilen Ardenler Taarruzu'nda Almanlar, bu karşı taarruz için müttefik hava kuvvetlerinin uçuşa çıkamadığı yağmurlu ve soğuk bir günde müttefiklerin önem vermediği arızalı ve ormanlık bir araziye seçerek bir baskın niteliğinde saldırı gerçekleştirmiş ve bu beklenmeyen saldırıda cephe yarılarak 90 kilometre derinliğine ilerlenebilmiştir (Ucuzsatar, 1986). Bir başka örnek olarak da Dunkerque Tahliyesi gösterilebilir. Almanların, Dunkerque kıyılarında sıkışan 400 bin civarındaki İngiliz askerini imha etmesine kesin gözüyle bakılırken, Hitler yetkiyi iç çekişmelerden dolayı tank birliklerinden alıp hava kuvvetlerine vermiş fakat coğrafi şartları göz önünde bulundurmamaları sonucu ortalama 400 bin İngiliz askerinin 340 bine yakını başarıyla tahliye olmuş ve bu durum stratejik Müttefik zaferi sayılmıştır. Nazilerin sadece

askeri coğrafyanın fiziki şartlarını değil, sınır jeopolitiğini, bölgelerin siyasi coğrafyasını, sosyal, kültürel ve etnik yapısı gibi konularını da kendi hakimiyet amaçlarının gerçekleşmesi için kullanması, savaş sonunda askeri coğrafya ve jeopolitiğin akademik dünyada önemli derecede taraflı olarak görülmesine sebep olmuş ve küresel dünyada bir düşüş ve ilgi eksikliği ile karşı karşıya kalmıştır.

Dolayısıyla tarihi gelişiminde II. Dünya Savaşı, askeri coğrafya için bir dönüm noktası olmuştur. Fakat sonrasında Soğuk Savaş'ın ortaya çıkması ve Amerikalı coğrafyacı Isaiah Bowman ve jeopolitik uzmanı Nicholas Spykman gibi isimlerin, Alman geçmişinden kurtarmak amacıyla jeopolitiği, demokratik ve küresel bir çalışma alanı olarak tanıtmak için çeşitli çalışmalar yürüttüğü bilinmektedir (Yeşiltaş, 2016). Dolayısıyla bu dönemde küresel güçlerin hakimiyet amacıyla geliştirdiği teoriler ve görüşler askeri adımlarda coğrafyanın etkisini ve haritacılığın önemini tekrar ortaya koyarken sonuç olarak coğrafyanın askeri yönü ve dolayısıyla askeri faaliyetler ile karar verme üzerindeki etkisi Soğuk Savaş boyunca da sürmüştür. Çalışmaların boyutları genişlemekle birlikte klasik askeri coğrafyanın izleri sahalarda hissedilmeye devam etmiş ve devletler daha önceki birikimlerini yeni sahalarda kullanmaktan çekinmemiştir. Başta beşerî coğrafya çalışmaları olmak üzere birçok coğrafi araştırma batı kaynaklı tehdide sebep olduğu düşüncesiyle birçok komünist devlet tarafından ideolojik sebeplerle yasaklanmıştır. Buna karşın jeopolitik ve coğrafyanın askeri adımlarının, batıda rolünü artırarak devam etmesi ve teorilerin geliştirilmesi klasik dönemin devamı niteliğinde görülmektedir. Örneğin Nicholas Spykman, coğrafi özelliklerin dış politika üzerindeki en belirleyici etken olduğundan ve askeri faaliyetler ile coğrafi ilişkilerin öneminden bahsetmiştir (Spykman, 1938). Spykman'ın geliştirdiği Kenar Kuşak Teorisi, George Kennan'ın Çevreleme Politikası gibi politikalar devletlerin harita üzerinde, coğrafi temellere dayanarak askeri amaçlarını gerçekleştirme için çalışması askeri coğrafyayı güncel tutan önemli olaylardır. Bu boyut askeri coğrafyanın genel durumunu oluştururken, ülkeler askeri faaliyetlerini sürdürdüğü sırada yerel bölgelerde de coğrafyadan yararlanmayı unutmamışlar, dolayısıyla askeri coğrafya daha geniş bir zemin kazanarak gelişimini sürdürmeye devam etmiştir. Örneğin 1970'li yıllarda Vietnam Savaşı'nda yaşanan bir örnekte de coğrafya ile askeri ilişkilerin devam ettiği açıkça görülmektedir.

Ağustos 1972'de Vietnam Savaşı'nda Amerika Birleşik Devletleri'nin, bir yıkım gerçekleştirmek amacıyla, Kızıl Nehir'in getirdiği alüvyonların taşkın yataklarını aşmaması için kurulan bentleri bombalaması ile yerleşim yerlerinin sular altında kalmasını hedeflemesi, coğrafi parametrelerin askeri faaliyetlerdeki bir kullanım biçimini gösterir. Bir savaşta askeri ve siyasi sonuçlar elde edebilmek için çoğu zaman toprakların, bitki örtüsünün, su kaynaklarının, bentlerin kullanıldığı görülmektedir ve ABD söz konusu faaliyeti ile stratejik ve gizli bir sıkıştırma ile zafer kazanmaya çalışmıştır. Bu yıkıcı eylemler yalnızca, bugün teknolojik ve endüstriyel savaş yoluyla belirli hedefler üzerinde uygulanan yıkım araçlarının istenmeyen sonuçları değil, aynı zamanda farklı unsurların zaman ve mekân olarak bilimsel uyumunu sağlayan kasıtlı bir stratejinin sonucudur. Amerika'nın yaptığı zoraki şehirleştirme ve köylerin yıkılmaya çalışılması buna örnektir (Lacoste, 2004). Ayrıca bölgeye yapılan bombardıman 3 yıl sürmüştü fakat istenen netice

alınmadığı için bölgenin fiziki coğrafyasına (ormanlık saha) uygun olarak gerilla savaşı yürütülmüştür (Armaoğlu, 2020). 1961'den 1968'e kadar ABD Savunma Bakanlığını yapan ve savaşta büyük rol oynayan Robert McNamara, Vietnam Savaşı'nı değerlendirdiğinde, bölgenin politik yapısını yanlış değerlendirdiklerini, dost ve düşman kavramlarını ayıramadıklarını ve mekânın tarihi, kültürü, siyaseti hakkındaki cehaletlerinin savaşta önemli rol oynadığını söylemiştir (McNamara, 2017).

Dolayısıyla bu ve bunun gibi örnekler neticesinde mekânın hem fiziki hem de beşerî yönlerinin, askeri faaliyetler ve başarılı stratejik analizler üretilmesi açısından ne kadar önemli olduğu görülmektedir. Günümüzde askeri coğrafya çalışmaları yapılırken sadece fiziki unsurların değil, aynı zamanda yukarıdaki örnekte de belirtildiği gibi insan faktörünün de zamana bağlı olarak tarihi, kültürü, görüşleri ve sosyal yapısının değerlendirilmesinin yanında bilimsel, teknolojik yeniliklerin de takip edilmesi önem arz etmektedir.

### 3.3.1 Askeri coğrafyanın Türkiye'deki tarihsel gelişimi

M.Ö. 201 yılında Mete Han liderliğindeki Asya Hun İmparatorluğu ile Han Çinlileri arasında Sangan-Ho Irmağının açtığı dar ve derin vadinin iki tarafında kalan sarp ve dağlık bölgede gerçekleşen Çin Sındığı Muharabesi'nde Türkler, Çinli askerleri Tantung-Fu'nun güneyinde (Datong Havzası yakınları, Kuzey Çin) Peteng yaylası gibi soğuk bir bölgeye çekerek iklimi avantaj olarak kullanmak istemiştir. Bunun neticesinde süvarilerden oluşan ordusunu bir süre geri çektikten sonra ortalama 240 bin kişilik Çin ordusunu uygun coğrafi alan oluşturarak imha etmeyi başarmıştır (Ucuşatar, 1986). Böyle bir başarının aksine 1914 yılının kışında yaşanan Sarıkamış Harekatı'nda çok şiddetli iklim olaylarının ve zorlu fiziki koşullarına karşın ordunun giyecek ve teçhizatının azami olanaklarda sağlanamaması, mevsimin şiddeti düşünülmezsizin taarruz hareketinin yapılması ile lojistik konusundaki yetersizlikler, Türk ordusunun önemli bir kısmının zarar görmesine de neden olmuştur (Tümerdem, 1946). Dolayısıyla coğrafyanın askeri faaliyetlerde yeri geldiği zaman en kritik rolü üstlendiği kanısına ulaşmak çok da zor değildir.

Türklerde askeri coğrafya alanında ilk yazılı çalışmaya ise Osmanlı Dönemi'nde rastlanmaktadır. Osmanlı'da askeri coğrafya çalışmalarına, Avrupa ile benzer dönemlerde yani 19. yüzyıl başlarında rastlanırken, askeri coğrafya etütlerinin genellikle fetih amaçlı politikaların üretilmesinde coğrafyadan yararlanma amacıyla hazırlanmış eserler şeklinde olduğu görülmektedir. Bu eserlerin özellikle harp okullarının kurulmasından sonra subayların ihtiyacını karşılamak üzere üretildiği, ekonomi ve etnografya gibi konuları da ele alan eserler olduğu fakat sayı bakımından oldukça sınırlı düzeyde kaldığı bilinmektedir. Bu dönemdeki çalışmaları detaylı olarak inceleyecek olursak; Harp ve Erkân-ı Harbiye mekteplerinin müfredatında yer alan Coğrafya-yı Sevkülceys, Stratejik ve İstatistikî Coğrafya, Topoğrafya, Teorik ve Pratik Coğrafya, Coğrafya-yı Askerî, Coğrafya-yı Sevkülceysi ve Etnografya gibi derslere yönelik olarak benzer adlarla dönemin asker kökenli öğretmenleri tarafından yazılan askeri coğrafya ana metinlerine ulaşabilmekteyiz (Çetin, 2019). Ancak Ahmed Cemal tarafından kaleme alınan Memalik-i Osmaniye'ye Mahsus Coğrafya-yı Askerî (1892) adlı eser, isminde "askeri coğrafya" geçen ilk eserdir. Ayrıca Mehmed



Tevfik'in birçok eserden istifade ederek sunduğu Coğrafya-yı Askerî ve Sevkiyle adlı eser de önemli bir çalışma olarak karşımıza çıkar (Çetin, 2019). Hüseyin Hüsnî de aynı yıllarda askerî ve topoğrafya üzerine; Usûl-i Tahtî-i Arâzî'î Askerî (1880), Usûl-i Topografya (1882-1883), Mufassal Topografya Tatbikâtı (1886), Taksîmât-ı Düvel ve Müsta'merât-ı Mileli Hâvî Coğrafya-yı Umûmî ve Muhtasar Coğrafya-yı Osmânî (1894) gibi önemli eserler ortaya koymuştur (Üstüner, 2019).

Bu alan önceleri coğrafya ve jeopolitik düşüncenin birlikteliğiyle düşünülmüş hatta bazı dönemlerde jeopolitiğin alanı olarak görülmüştür. Ancak sonrasında coğrafyanın yarattığı etkilerin incelenmesi, coğrafyasız jeopolitiğin temelsiz kalmasından kaynaklı olarak 20. yüzyılın ilk yarısından sonra coğrafyanın bir alt dalı olarak döneme damgasını vurmuştur. Ancak askeri normların hâkim olduğu düşünce yapısında ilk dönemlerinde doğal olarak askeri coğrafya uzmanları hep askerlerden meydana gelmiştir. Türkiye'de de genellikle askeri tarih ile birlikte düşünülen askeri coğrafya, özellikle Cumhuriyet Dönemi'nde kendisine birçok eserle yer bulmuştur. Tümerdem (1939) *Türkiye Askeri Coğrafyası, Sevkiyle, Tabiye ve Harp Tarihi Bakımından Tetkik* yine Tümerdem tarafından 1942 tarihinde yazılan *Türkiye Arazisini Operatif, Tabiye ve Harp Tarihi Bakımından İnceleme* gibi eserler örnek olarak gösterilebilir. Ayrıca askeri akademiler için çeşitli notlardan derlenen kitaplar askeri coğrafya literatürü açısından önem arz etmektedir. Askeri coğrafya, özellikle II. Dünya Savaşı'ndan sonra jeopolitik ve askeri coğrafyanın emperyalizmin hedeflerine hizmet ettiği düşüncesi, Friedrich Ratzel ile Karl Haushofer gibi coğrafyacıların "Lebensraum" adı altında jeopolitik hedeflerin Nazi Almanyası'nın kötü amaçlarına alet edildiği düşünülmesi için sosyalist devletlerde beşeri coğrafyanın yasaklanması (Lacoste, 2014), Batı dünyasında bazı üniversitelerde coğrafya bölümünün kapatılması gibi önlemler alınarak göz ardı edilse de Türkiye'de askeri coğrafya ve buna ilişkin çalışmaların sürdürülmesine devam edilmiştir. Çoygun (Askeri Coğrafya; 1960), Çalık (Askeri Coğrafya; 1977), Ucuzsatar (Askeri Coğrafya; 1986), Görgülü (Askeri coğrafya; 1992) gibi eserler alanın temellerini en iyi şekilde yansıtan ve bölgesel coğrafya bakış açısı ile bölge ülkelerinin de askeri coğrafyası ile yakinen ilgilenen eserler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Türkiye'nin bu dönemde bölgesel olarak askeri coğrafyasının incelenmesi sonucunda, askeri coğrafyanın diğer bilimlerle olan ilişkisinin ortaya konması, etüt formları ve metodolojik çalışmaların geliştirilmesi askeri coğrafyanın tarihsel gelişimine büyük katkıda bulunmuştur. Ancak o yıllardaki birçok eserde Prusya ekolünün Türkiye'yi de etkilemiş olduğu ve neredeyse tüm askeri coğrafya eserlerinde Carl Von Clausewitz'in düşüncelerine, fikirlerine yer verildiği ve yorumlanarak sentezler ortaya koyulduğu da görülmektedir. Dolayısıyla Türkiye'de askeri coğrafya eserlerinin bugünkü temelinde 19. yüzyıldan itibaren Türk ordusu üzerinde etkili olan Prusya ekolü (Uyar & Gök, 2003) temsilcilerinin etkisi açık bir şekilde ortadadır. Fakat askeri coğrafya derslerinin sadece harp okullarında okutulması, sivil coğrafyacıların konuya dair ilgisinin ve çalışmasının neredeyse hiç bulunmaması ve dahi inceleme yapan insanların bazılarının coğrafyacı olmaması, alan üzerine yapılan çalışmaların coğrafya biliminin temellerine yayılmasını geciktirmiştir. Dolayısıyla sürekli jeopolitik ile pozitif olarak ilişkilendirilen ve sadece askeri amaçlara hizmet etmesi maksadıyla incelenen askeri coğrafya,

bu açıdan dünyadaki örneklerinin aksine Türk coğrafyası adına daha daraltılmış bir alan olarak gelişimini sürdürmüştür.

21. yüzyıla gelindiğinde mekânsal analiz ve veri toplama işlemlerinin ilerlemesi ve bilgi sistemlerine entegre olması askeri coğrafyaya çağdaş bir bakış kazandırmış, Coğrafi Analiz Sistemleri (CAS) ile modern teknoloji, istihbarat ve coğrafi çalışmalar yapılarak askeri faaliyetlerin coğrafi yönü temsil edilmeye başlanmıştır. CAS'ın sahip olduğu teknik imkânlar askeri karar verme sürecinin çeşitli adımlarında etkin olarak kullanılabilir (Göztepe & Akdağ, 2015). Askeri coğrafyanın ve faaliyetlerinin fiziki, sosyal, ekonomik vb. alanlara olan etkisi ile birlikte sivil coğrafyacılar ve jeopolitik düşünürleri de askeri coğrafya ile ilgilenmeye başlamıştır. Buradan hareketle Türkiye'de askeri coğrafya alanında literatür çok zengin olmasa da askeri coğrafyanın çağdaş standartlarda bir yapı kazandığı söylenebilir. Burada eksik olan konu, askeri coğrafyanın temel coğrafi bilimler ile entegrasyonu, hala mevcut olan güncel literatür eksikliği ve belki de en önemlisi izole durumudur. İster coğrafya ister jeopolitik alanında olsun sivil taraftan yapılan askeri coğrafya çalışmalarının halen çok eksik olduğu görülmektedir. Zaten ilklere olacak olan söz konusu bu çalışmayla da eksikliğin bir ölçüde de olsa giderilmesi (alan tanım, kapsam, amaç, sınırları gibi kavramsal eksikleri ve tarihsel gelişimi açısından) hedeflenmiştir.

### 3.3.2 Günümüz askeri coğrafyası ve neo-klasik tutumlar

Askeri coğrafya kavramı üzerindeki tanımlamalarda *teknoloji ve askeri coğrafyanın kapsamının genişlemesinin* sonucunda tekrardan değerlendirme yapmanın gerekliliği aşıkardır. Günümüz veya neo-klasik olarak değerlendirebileceğimiz askeri coğrafya, özellikle 21. yüzyıl teknolojisiyle birleşmesinden kaynaklanan yeni bir yapı kazanmış gerek coğrafi gerek askeri ve gerekse istihbarat çalışmaları açısından günümüzde önemini artırarak gelişimini sürdürmektedir. Değişen ve genişleyen yapısında askeri coğrafya artık sivil coğrafyacıların da önemli derecede ilgi gösterdiği, sadece askeri karar verme sürecini değil, askeri koşulların yarattığı tüm coğrafi etkiyi coğrafi bakış açısıyla araştırmaya başladığı bir zemin kazanmıştır. Bu açıya örnek vermek gerekirse "*Militarizmin Mekânsallığı*" önemli yeni bir kavramdır ve askeri coğrafyanın tarihsel gelişiminde de önemli bir yere sahiptir (Woodward, 2009;2015). Bu tarihsel gelişime bağlı olarak askeri coğrafyanın yeni yapısını kazanmasında bazı gelişmeler önemli rol oynamıştır. Sürece geçiş aşamasında yaşanan bazı gelişmeleri belirtilecek olursak;

- 1960'ların sonunda Marksist siyasi teorilerin etkisinin coğrafya üzerinde azalmasıyla ortaya çıkan post-yapısalcı sürecin 1990'lar ile bir eleştirel yaklaşım ortaya çıkarması ve geleneksel askeri coğrafyanın değişime uğratılması (Rech, vd., 2015),
- Beşerî coğrafyanın betimleme yerine eleştirel yapı kazanması sonrasında mekânın militer yönlerine ve mekânsallığına olan ilginin artması,
- Coğrafi ve toplumsal sorunlara yeni askeri yaklaşımların üretilebilmesi,
- Kültürel, sosyal, politik, ekonomik uygulamaların askeri yönünün görülmesi ve neticesinde bunun mekâna yansıtılması,

- 21. yüzyıl başında güvenlik siyasetinin önemli boyut kazanması neticesinde savaşların tekrar alevlenmesi ve uygulamaların somut bir hal alıp küresel bir etki kazanarak coğrafi mekânı daha geniş anlamda etkilemesi,
- Askeri endüstri-ekonomi ilişkisi, gelişen silah menzilleri ile ülkelerin coğrafyasının tamamen tehdit altına alınmasıyla ekonomik olarak stratejik konumların tartışılması, toplumların ulus devlet inşası sonrasında sınır kavramını belirlemeye çalışması (Kapan & Coşanar, 2020) ve sınır problemlerinin askeri boyut kazanarak bölgenin tüm beşerî ve fiziki coğrafyasının askeri perspektifte incelenme gereğinin ortaya çıkması (Kapan & Yeşilbaş, 2021),
- Askeri faaliyetlerin ve kabiliyetlerin makro ölçekli hale gelip bölgesel coğrafya araştırmalarını daha önemli kılmaları gibi nedenler askeri normlar ile uygulamalı çalışmalar arasında bir ilişki oluşmasında ve yenilenmesinde etkili olmuştur.

Dolayısıyla klasik askeri coğrafya vizyonunun son 20-30 sene içerisinde ordu, teknoloji, küreselleşme üçlüsü doğrultusunda genişlediği ve yenilediği aşikârdır. Bu gelişmeler silahlı çatışma alanları coğrafyası, savaş ve barış coğrafyası, militarizmin coğrafyası gibi yeni ilgi alanları açmıştır ve çeşitli ülkeler belirli zaman dilimlerinden sonra çağdaş askeri coğrafyayı anlamaya ve onu kullanmaya başlamıştır. Örneğin Anderson'a göre Soğuk Savaş'ın sona ermesi ABD'deki askeri coğrafyayı yeniden canlandırmak için bir fırsat sağlamış ve askeri unsurlar ile ilgili coğrafyaları kapsayacak şekilde genişletilmiştir (Anderson, 1993). Aynı zamanda teknolojik gelişmeler (bilgisayar destekli kartografya, GPS, GIS, hava fotoğrafçılığı vb.) ve dünyanın yeni güç dengesi göz önünde bulundurularak olumlu ve olumsuz yönde her an kullanılmaya çalışılmaktadır. Teknolojik gelişmelerle birlikte askeri faaliyetlerin hava gücü ile etki sınırının küresel özellik kazanması, modern askeri çalışmalar ile askeri coğrafya arasındaki ilişkiyi artırmış ve askeri coğrafyanın gelecekteki bakış açısını değiştirerek genişletmiştir. Bununla birlikte insansız hava araçları, nükleer silahlanma ve nükleer teknoloji gibi askeri faaliyetlerin küresel zemin kazanmasını sağlayan gelişmeler de askeri coğrafyanın çağdaş yapısına önemli bir katkı sağlamıştır. Dolayısıyla devletlerin askeri adımlarını siyasi, ekonomik, teknolojik ve diğer yapıları yayararak sürdürmesi, coğrafi mekânın da bu faaliyetlerden daha geniş bir açıdan etkilenmesine neden olmuş ve askeri coğrafyaya çağdaş bir zemin kazandırmıştır.

Çağdaş ve klasik askeri coğrafya arasında belirli ilişkilerin yanında farklılıklar da söz konusudur. Bu konu askeri coğrafya ile kimin ilgilenebileceği veya ilgilenmesi gerektiğidir. Çağdaş dönemin öncesinde genellikle askeri coğrafyanın sivil coğrafyacıları kapsamadığı düşünülür. Örneğin Türkçe literatürde de çoğunlukla askeri coğrafyanın askeri bir bakış açısıyla işlenip, coğrafyanın tüm unsurlarını kapsayan fakat amaç olarak ondan farklı olarak düşünülürken, 20. yüzyıl sonlarına doğru yabancı literatürde de askeri coğrafyanın tarihsel perspektifinde çoğu zaman bu sanat ile ilgilenenlerin asker oldukları vurgulanmıştır. Örneğin Poole, eserinde gerçek askeri coğrafyacılar, arazi ve operasyonlar arasındaki ilişkiyi takdir eden ve gerekli ilişkileri sezgisel olarak kuran istekli ve genel olarak başarılı askerlerdir şeklinde tanımlama yapar (Poole, 1944). Fakat kritik askeri çalışmalarda, ilgili sivil ve askeri ilişkiler, bu iliş-

kilerin nüanslarının ve karmaşıklıklarının tanımlandığı, şeffaf, akademik ve askeri alanlarda paylaşılan bir eleştirel yaklaşım gereklidir. Bu nedenle askeri coğrafya gerek sosyal gerek doğa bilimleri açısından ilerici değişim amacıyla çaba gösterme fırsatı sunmaktadır (Rech, vd., 2015). Askeri coğrafyanın modern yönünü aslında genişlemiş zemini oluşturur ve dolayısıyla askeri ilgi alanları, mekânın militarizasyonu ile yakından ilgilidir. Çağdaş yapısının buna göre belirlenmesi ve stratejik düşüncelerin genişleyen yapıya göre yenilenmesi son derece önemlidir. Dolayısıyla *bir coğrafi bölgenin elde edilmesinden çok, bir coğrafi alanın askeri faaliyetlerden nasıl etkilendiği ve bundan gerektiği zaman nasıl yararlanması gerektiğini araştırmayı amaçlayan bir disiplin haline dönüşmüştür.*

Günümüzde askeri coğrafyanın, bir coğrafi bölgenin savaşların öncesi ve sonrasındaki etkilerinden çok daha fazlasını içeren zengin bir bütünleştirici olarak coğrafya ve jeopolitik ile birlikte düşünülmesi gerekmektedir. Bu iki geniş sınırları olan bilimlerin alt kümelerinden biri olmak demek, fiziksel, kültürel, siyasi ve toplumsal çevrelerin küresel, bölgesel ve yerel bağlamlarda her türlü siyasi-askeri ve coğrafi politikalarını, planlarını, programlarını ve muharebe/destek operasyonlarını askeri coğrafya üzerine yoğunlaştırması demektir (Collins, 1998). Bugün askeri coğrafyacılar bu kapsamlı süreci açıklamaya çalışmaktadırlar. Modern askeri operasyonların karmaşıklığı düşünülerek günümüz askeri coğrafyacıların, mekânı ve bunlar arasındaki bağlantıyı anlaması da bir o kadar zordur. Bu bağlantı noktalarını anlamak için askeri coğrafyacı, doğal ve beşerî alanın dinamiklerini ve süreçlerini, ayrıca bunların mekânsal ve zamansal kalıplarını anlamalıdır. "Çünkü tarih, bu faktörlerin belirleyici olabileceğini göstermiştir" (Galgano & Palka, 2012). Askeri liderler, operasyonel ortamlarda kuvvet kullanmak ve savaşmak zorunda kaldıkları sürece, arazi, bitki örtüsü, iklim, hava ve insan manzarasının bilinmeyen ve değişken faktörlerini hesaba katmak zorundadır.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Askeri coğrafya tüm unsurlarıyla birlikte coğrafyanın temelinden ve sentezinden ortaya çıkmış olup tüm askeri faaliyetlerin mekân ile olan ilişkisini ele alan coğrafi bir alt disiplindir. Ancak günümüzde gelişen ve değişen sistemler karşısında eskiden olduğu gibi tek bir husus üzerinden doğru sonuçlara ulaşmak zor görülmektedir. Bu noktada da tek disiplin ve tek bir grup ile uzman görüşüne sahip olmanın zor olduğu görülebilmektedir. Bu açıdan ele alındığında bir bölge ya da ülkenin askeri coğrafya açısından değerlendirilmesinde jeopolitik ve coğrafi unsurlar açısından ele almamanın büyük bir eksiklik olacağı aşikârdır. Günümüzde birden çok disiplin ve disiplin alt dalı ile ilişkisi bulunan askeri coğrafya için tek bir tanım altında buluşmak zordur. Ancak genel olarak *ulusal ve uluslararası hedef, siyasa ve politika üretilmesinde katkı sağlayan askeri unsurlar üzerinde etkili fiziki ve beşerî coğrafya koşullarının insan-mekân-zaman süzgecinden geçirilerek askeri doktrin ve analiz geliştirmeye yarayan bilim alt dalına askeri coğrafya denilebilir.* Söz konusu çalışmamızda askeri coğrafyayı tarihsel açıdan ele alıp amacı, sınırları, kapsamı, günümüzdeki durumu ve sorunlarının neler olabileceği üzerinde durulmuştur. Alan ile ilgili temel eksikliğin özellikle ilk yapılan çalışmalarda çokça sadece fiziki coğrafya konuları üzerinde durulduğu ancak sonrasında küreselleşme ve teknolojik gelişmeler neticesinde bu türde fiziki verilere gü-



nümüzde daha rahat ulaşılmasından kaynaklı olarak bir bölge ya da ülkenin milli politikalar ve hedefler belirleyebilmesinde artık beşerî özelliklerin üzerinde de durulduğu ve durulması gerekliliğinin tespiti yapılmıştır. Ancak insan, yapısı gereği incelenmesi ve üzerinde çalışılması en zor olan canlı olmasından kaynaklı konunun hem sivil hem de askeri uzmanlar tarafından da ele alınması gerekmektedir.

Durağan bir yapının söz konusu olmadığı ve olamayacağı askeri faaliyetlerin, devamlı şekilde sistem, mekân ve şartlara göre kendisini geliştirmesi gerekliliği görülmektedir. İstihbarattan uzaktan algılamaya, insani faktörlerden uzay araştırmalarına kadar birçok alan ile doğrudan ilgilenmesi askeri coğrafyanın kapsamı açısından önemlidir. Bu örneklerden de hareketle 2021 itibarıyla artık askeri coğrafya sadece sıcak çatışma bölgelerinde değil, bir coğrafi alanın askeri faaliyetlerden nasıl etkilendiği, etkileneceği ve bundan gerektiği zaman nasıl yararlanılması gerektiğini araştıran, planlayan ve uygulamaya geçiren bir disiplin alt dalı haline dönüşmüştür. Ancak insan faktörünün zamana bağlı olarak tarihi, kültürü, görüşleri ve sosyal yapısının değerlendirilmesi kesinlikle ihmal edilmemelidir. Bunun yanı sıra bilimsel, teknolojik yeniliklerin de sıkı takibi önem arz etmektedir. Ele alınan çalışmalara baktığımızda ise askeri coğrafyanın diğer coğrafya araştırmalarına göre daha az çalışıldığı görülmektedir. Bunun en önemli sebebi ise geçmişte askeri coğrafyanın sivil coğrafyacıları kapsamadığı görüşünden kaynaklandığı düşünülmektedir. Aslında bu görüşün 20. yüzyıl sonlarına kadar Avrupa'da da aynı şekilde olduğu bilinmekte ancak sonrasında sivil coğrafyacılar tarafından da ele alınan ayrıntılı çalışmaların yapıldığı görülmüştür. Türkiye literatüründe ise halen askeri coğrafyanın asker kökenliler tarafından işlendiği/ele alındığı görülmektedir. Ülkemizde de şeffaf ve uzman bir biçimde akademik ve askeri alanlarda iş birliği yapılarak eleştirel bir yaklaşım tarzıyla bu konunun ele alınması gerekliliği bulunmaktadır. Ülkemizde askeri coğrafyanın hem sivil hem de askerler tarafından coğrafya, jeopolitik, tarih ve benzeri disiplinler açısından birlikte düşünülerek ortak bir çalışma alanının oluşturulması gerekmektedir.

Askeri coğrafyanın özellikle jeopolitik ve tarih arasındaki ilişkiyle paralel olarak incelenmesi gerekliliği için tespitte ihtiyaç yoktur. Askeri coğrafyanın tıpkı siyasi coğrafya gibi bir mekânın siyasi, askeri faaliyetlerden ne kadar/nasıl/ne şekilde etkilendiğini incelemek gibi bir olanağı varken, jeopolitikle de bir askeri güç olarak dış politikada unsurlarından yararlanılabileceği olanağını bulunmaktadır. Askeri faaliyetlerin ve kabiliyetlerin günümüzde mikro alanlardan öte makro ölçekli bir hal alması coğrafi araştırmaları daha önemli kılmaktadır. Özellikle de eleştirel beşerî coğrafyanın saha ve veri çalışmaları konusunda sağladığı veriler ve teknolojik unsurların bu verilere entegreli olarak kullanılması askeri coğrafyanın güncellenmesine/yenilenmesine katkı sağlayacaktır. Dolayısıyla askeri güç arayışı ile coğrafi bilgi arayışı arasındaki ilişki klasik askeri coğrafya anlayışından neo-klasik askeri coğrafya anlayışına geçebilecektir. Kısacası yenilenen ya da revize edilen askeri coğrafya alt disiplinini daha kapsayıcı olabilecektir. Bölgesel ve küresel anlamda anlık güncel değerlendirmeleri de bize sunabilecek potansiyele sahiptir. Ancak elde edilen askeri tahlillerin, siyasaların, politikaların multidisipliner açıdan tekrar değerlendirilip bir sonuca vardırılması önem arz etmektedir.

## Kaynakça

- Akengin, H. (2019). *Siyasi coğrafya. İnsan ve mekân yönetimi* (6. Baskı). Pegem Akademi.
- Anderson, E. (1993). The Scope of Military Geography. *GeoJournal*, 31(2), 115-117. <https://doi.org/10.1007/BF00808682>
- Armaoğlu, F. (2020). *20. yüzyıl siyasi tarihi* (27. baskı). Kronik Kitap
- Bruscino, T. (2020, Kasım 28). *Military geography and military strategy*. <https://warroom.armywarcollege.edu/articles/geography-and-strategy/>
- Collins, J. M. (1998). *Military geography for professionals and the public*. Potomac Books.
- Çalık, M. (1977). *Askeri coğrafya ders notları*. Harp Akademileri Basımevi.
- Çetin, B. (2019). Tarihi coğrafya bakımından az bilinen bir kaynak: Anadolu-istatistiki, iktisadi ve askeri coğrafya (1. Cilt). *Turkish Studies – Historical Analysis*, 14(4), 785-805. <https://doi.org/10.29228/TurkishStudies.37209>
- Çoygun, K. (1960). *Askeri coğrafya*. Kara Harp Okulu Teksir ve Yayın Bürosu.
- Ekinci, D., Karabayır, S., & Doğaner, S. (2015). Jeomorfolojik özelliklerin askeri strateji ve harp sanatı üzerindeki etkileri. *IV. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu içinde*, 418-440.
- Galgano, F. A. & Palka, E. J. (2012). *Modern military geography*. Routledge.
- Göztepe, K., & Akdağ, A. (2015). Coğrafi Analiz Sistemi (CAS) ile askeri karar verme süreci etkinliğinin artırılması. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7(2), 56-68. <https://doi.org/10.15659/hartek.15.08.102>
- Görgülü, İ. (1992). *Askeri coğrafya seri no:3*. Harp Akademileri Basımevi.
- Günel, K. (2002). *Coğrafyanın siyasal gücü*. Çantay Kitabevi.
- Farish, M. (2009). Military and geography. In Rob Kitchin and Nigel Thrift (Eds.), *International Encyclopedia of Human Geography*, Vol. 7, (pp. 116-121). Elsevier.
- Hansen, D. G. (1997). The immutable importance of geography. *Parameters*, 27(1), 55-64. <https://press.armywarcollege.edu/parameters/vol27/iss1/5>
- Harmon, R. S., Dillon F. H., Garver, J. B. (2004) Perspectives on military geography. In Caldwell, D. R., Ehlen, J., Harmon, R. S. (Eds.), *Studies in military geography and geology* (pp. 7-20). Springer Science & Business Media. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-3105-2\\_2](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-3105-2_2)
- Hepple, L. W. (1986). The revival of geopolitics. *Political Geography Quarterly*, 5(4), 21-36. [https://doi.org/10.1016/0260-9827\(86\)90055-8](https://doi.org/10.1016/0260-9827(86)90055-8)
- İlhan, S. (1989). *Jeopolitik duyarlılık*. Türk Tarih Kurumu.
- Jackman, A. H. (1962). The nature of military geography. *The Professional Geographer*, 14(1), 7-12. <https://doi.org/10.1111/j.0033-0124.1962.00007.x>
- Kapan, K., & Coşanar, G. (2020). Sınır yerleşmelerine jeopolitik açıdan bakmak: İğdir örneği. *Ulusa: Uluslararası Çalışmalar Dergisi*, 4(2), 175-197. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ulisa/issue/59274/851293>
- Kapan, K., Yeşilbaş, N. (2021). Kura ve Aras Nehirlerinin Azerbaycan Aran (Kür-Araz) Bölgesi açısından jeoekonomik önemi. *Avrasya İncelemeleri Dergisi*, 10(1), 167-192. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/iuavid/issue/61114/907579>

- Lacoste, Y. (2014). *Coğrafya her şeyden önce savaş yapmaya yarar*. Ayrıntı Yayınları.
- Lacoste, Y. (2004). *Coğrafya savaşmak içindir*. Doruk Yayımcılık.
- Lavallee T. (1853). *Géographie physique, historique et militaire*. Charpentier Libraire Editeur.
- Marga, A. (1876). *Géographie militaire*. E. Bourges.
- McNamara, R. (2017). In retrospect: *The tragedy and lessons of Vietnam*, Vintage Books.
- Military Geography (2020, 15 Aralık). <https://geography.name/military-geography/>
- Okçu, Y. (1948). *Askeri coğrafya notları*, Yedek Subay Okulu Basımevi.
- Özgen, N. (2010). Bilim olarak coğrafya ve evrimsel paradigmaları. *Ege Coğrafya Dergisi*, 19(2), 1-26. <https://dergipark.org.tr/pub/ecd/issue/4872/66894>
- Özgüç, N. & Tümertekin, E. (2000). *Coğrafya: Geçmiş kavramlar*. Coğrafyacılar. Çantay Kitabevi.
- Palka, E. J. (2011). Military Geography in the US: History, scope, and recent developments. In Palka, E. J. and Galgano, F. (Eds.), *Modern military geography* (pp. 5-20). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203844397>
- Poole, C. S. P. (1944). The Training of Military Geographers. *Annals of the Association of American Geographers*, 34(4), 202-206. <https://doi.org/10.2307/2561162>
- Rech, M., Bos, D., Jenkins, K. N., Williams, A., & Woodward, R. (2015). Geography, military geography, and critical military studies. *Critical Military Studies*, 1(1), 47-60. <https://doi.org/10.1080/23337486.2014.963416>
- Salem, G. (2019). The education of military geography: between military sciences and human sciences (The case of the Lebanese Military Faculty). *International Journal of Development and Economic Sustainability*, 7(1), 49-65. <https://www.eajournals.org/wp-content/uploads/The-Education-of-Military-Geography.pdf>
- Spykman, N. J. (1938) Geography and foreign policy, I. *The American Political Science Review*, 32(1), 28-50. <https://doi.org/10.2307/1949029>
- Spykman, N. J. (2020). *Coğrafya ve dış politika kenar kuşak teorisi*. Kürşat, A. (Çev.), Doğu Kütüphanesi.
- Tuncel, M. (2015). Bursa'da Osmanlı fethini zorlaştıran ya da geciktiren coğrafi nedenler. *Şehir & Toplum*, (2), 7-11.
- Tuncel, M. (2020). Şehir kuşatmalarında coğrafyanın rolü. İçinde Özkaya, A. S. (Ed.), Hunlar'dan günümüze *Türk askeri kültürü, tarih, strateji, istihbarat, teşkilat, teknoloji* (pp. 505-514). Kronik Kitap.
- Tümerdem, H. (1939). *Türkiye askeri coğrafyası, sevkülceys, tabiiye ve harp tarihi bakımından tetkik*. Cumhuriyet Matbaası.
- Tümerdem, H. (1942). *Türkiye arazisini operatif tabiiye ve harp tarihi bakımından inceleme*. Resimli Ay Matbaası T. L. Şirketi.
- Tümerdem, H. (1946). *Türkiye süel coğrafyası Türkiye yereyini operatif tabiiye ve harp tarihi bakımından inceleme* (3. Baskı). Yedek Subay Okulu Matbaası.
- Uyar, M. & Gök, H. (2003) Modern Alman Ordusunun temelini teşkil eden Prusya askeri sisteminin kuruluşu ve olgunlaşması. *Kara Harp Okulu Bilim Dergisi*, 13(1), 1-28. [https://www.academia.edu/13567377/Prusya\\_Askeri\\_Sisteminin\\_Kurulu%C5%9Fu\\_ve\\_Olgunla%C5%9Fmas%C4%B1](https://www.academia.edu/13567377/Prusya_Askeri_Sisteminin_Kurulu%C5%9Fu_ve_Olgunla%C5%9Fmas%C4%B1)
- Ucuzsatar, N. U. (1986). *Askeri coğrafya*. Harp Akademileri Basımevi.
- Üstüner, A. (2019). Klasik Çağ sonrası Osmanlı coğrafya çalışmaları. *Türkiye Araştırmaları Literatür Dergisi*, 17(33), 41-104. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/talid/issue/54143/731401>
- Yeşiltaş, M. (2016). *Türkiye'de ordu ve jeopolitik zihniyet*. Kadim Yayınları.
- Yılmaz, S. (2015). Jeopolitik ve jeostrateji. İçinde Özdağ, Ü. (Ed.), *Milli güvenlik teorisi* (201-248). Kripto Basım Yayım.
- Woodward, R. (2009;2015). Military geographies. In Kitchen, R., Thrift, N. (Eds.), *International Encyclopedia of Human Geography*, Vol. 7 (pp. 122-127). Elseiver. <https://doi.org/10.1002/9781118786352.wbieg0280>



# TÜRK COĞRAFYA DERGİSİ

## TURKISH GEOGRAPHICAL REVIEW

Sayı/Volume 78, Aralık/December 2021



### İçindekiler / Contents

Editörden.....	1-6
Araştırma Makaleleri/Research Articles	
Yücel DİNÇ, Çetin Furkan USUN	Modernizmin üretim mekânından postmodernizmin tüketim mekânına: Ak-İş iplik fabrikası- Palladium Antakya AVM örneği <i>From the production space of modernism to the consumption space of postmodernism: The example of Ak-İş yarn factory- Palladium Antakya shopping center.....</i> 7-22
Volkan DEDE, Orhan DENGİZ, Burçin Şeyda ZORLU, Kuttusi ZORLU	İlgaz Dağları'nda yükseltiye bağlı sıcaklık değişiminin periglasyal şekillerdeki toprak özellikleri üzerine etkisi <i>The effect of temperature change due to elevation on soil properties in periglacial landforms in Ilgaz Mountains.....</i> 23-32
Selman AYDIN, Kadir TUNCER	Bozdağ'da (Denizli) dolinlerin morfometrik özellikleri <i>Dolines morphometric properties in Bozdağ (Denizli).....</i> 33-48
Muhammed Zeynel ÖZTÜRK, Mesut ŞİMŞEK Mustafa UTLU	Anadolu'nun sirk gölleri <i>Cirque lakes of Anatolia.....</i> 49-60
Hüseyin TUROĞLU, Abdulkadir DURAN	Filyos Çayı Deltasında (Karadeniz) kıyı çizgisi değişiklikleri ve yakın geleceğe yönelik göstergeler <i>Shoreline change in the Filyos River Delta on the Black Sea and indications for near future.....</i> 61-74
Pinar POLAT, Murat GÖMÜÇ	Karstlaşmanın insan yaşamı üzerindeki sınırlandırıcı etkisinin CBS tabanlı mekânsal istatistik analizleri ile saptanması (Arapgir-Malatya Platosu) <i>Determination of the limiting effect of karstification on human life with GIS-based spatial statistical analyzes (Arapgir-Malatya Plateau).....</i> 75-90
Barış DURMUŞ, İhsan BULUT, Barbaros GÖNENÇGİL	Antalya Bölümünde sıcaklık ve yağış indislerinin değişim analizleri <i>Variation analyses of temperature and precipitation indices in Antalya Region.....</i> 91-108
Barbaros GÖNENÇGİL, Onur HALİS	Samanlı Dağları'nın jeomorfolojik gelişimine ve uzun dönemli erozyon süreçlerine morfometrik yaklaşım <i>Morphometric approach to the geomorphological development and long-term erosion processes of the Samanlı Mountains.....</i> 109-126
Mehmet ÖZCANLI, Abdulkadir GÜZEL Bekir AKGÜN	Şanlıurfa ili'nde kurulu GES'lerin topoğrafik özellikler (yüksekti, eğim, bakı) açısından uygunluk analizi <i>Compliance analysis of SPPs installed in Şanlıurfa province in terms of topographical features (elevation,slope,aspect).....</i> 127-144
Derleme Makaleleri / Review Articles	
Kaan KAPAN, Ömer Emre KUŞÇU	Kavramsal ve tarihsel açıdan askeri coğrafya: Coğrafya mı? Jeopolitik mi? <i>Military geography in conceptual and historical terms: Geography or geopolitics?.....</i> 145-154