



**Bolluk Gölü Çevresinin Jeomiras ve Jeomorfoturizm Potansiyeli**  
**(Cihanbeyli-Konya İç Anadolu)**  
*Geoheritage and Geomorphotourism Potential of the Surroundings of Lake Bolluk*  
*(Cihanbeyli-Konya Central Anadolu)*

**Sultan Murat Uzun<sup>1\*</sup> , Nuriye Garipağaoğlu<sup>1</sup> **

<sup>1</sup> *Marmara Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü 34744 İstanbul, Türkiye*

• Geliş/Received: 16.09.2025 • Düzeltilmiş Metin Geliş/Revised Manuscript Received: 14.11.2025 • Kabul/Accepted: 03.01.2026  
• Çevrimiçi Yayın/Available online: 17.05.2026 • Baskı/Printed: 22.05.2026

*Araştırma Makalesi/Research Article*

*Türkiye Jeol. Bül. / Geol. Bull. Turkey*

**Öz:** Jeomorfoturizm, litolojik ve jeomorfolojik olarak oluşum, gelişim süreçleri ve morfolojik görünümleri farklı olan rölyefin nadir, özgün ve ilgi çekici olduğu sahaların ya da birimlerin belli potansiyellerini kullanılarak yapılan alternatif turizm türüdür. Türkiye, jeomorfolojik çeşitliliği sayesinde birçok jeosit, jeomorfosit, jeopark alanı, jeomiras unsurları ve jeomorfoturizm potansiyellerini barındırmaktadır. Bu çalışmada, İç Anadolu Bölgesi'nde Cihanbeyli'nin (Konya) güneyinde yer alan Bolluk Gölü çevresindeki traverten konileri ve diğer jeomorfolojik unsurların jeomorfoturizm potansiyeli incelenmiştir. Kartografik veriler, uydu görüntüleri, ortofotolar ve arazi gözlemleri kullanılarak çalışma alanındaki jeomorfositler belirlenmiştir. Belirlenen bu unsurlar Jeomorfosit Değerlendirme Kriterleri (JDK) ile jeomorfoturizm potansiyeli açısından incelenmiştir. İnceleme alanındaki traverten konileri, tufa çökelleri, dolinler, traverten kanalı, mikro tümsek ve paludal çökeller, Bolluk Gölü ve tuzla alanları jeomorfosit olarak tanımlanmıştır. Karstlaşma, tektonizma, mineralli su kaynağı ile jeomorfolojik, klimatolojik ve edafik koşullar altında oluşan traverten konileri, Bolluk Gölü'nün özellikle kuzey ve doğusunda yoğunlaşmıştır. Sayısı 64'ü bulan koniler tip, morfometrik özellikler, morfolojik görünüm, hidrografik durumu ve tahrip boyutu açısından çeşitlilik arz etmektedir. Traverten kanalı, tufa çökelleri, mikro tümsek ve paludal çökeller bölgede aynı etken ve süreçlerle oluşan nadir jeomorfositler olarak değerlendirilmiştir. JDK analizine göre en yüksek genel ortalamaya traverten konileri (0,61) sahiptir. Traverten konilerini jeomorfoturizm potansiyeli açısından sırasıyla; traverten kanalı (0,56), dolinler (0,55), tufa çökelleri (0,54), Bolluk Gölü (0,54), mikro tümsek ve paludal tortular (0,48) ve tuzla alanları (0,46) takip etmektedir. Tüm jeomorfositlerin genel jeomorfoturizm ortalaması 0,53 iken bilimsel değer ortalaması 0,64, ikincil değer ortalaması 0,51 ve kullanım potansiyeli ortalaması 0,44 olarak hesaplanmıştır. Bulgular, çalışma sahanın jeolojik, jeomorfolojik temsil, estetik, bilimsel boyut açısından yüksek potansiyele sahip olduğunu ancak tanıtım, hizmet, ulaşım gibi alanlarda büyük eksikliklerin bulunduğunu göstermektedir. Oldukça nadir olan bu jeomorfositlerin korunması ve alternatif turizme kazandırılması için planlamaların yapılması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Bolluk Gölü, jeomiras, jeomorfosit, jeomorfoturizm, traverten konileri.

**Abstract:** *Geomorphotourism is a type of alternative tourism that utilizes the specific potential of areas or units that differ in lithological and geomorphological formation, development processes, and morphological appearance, and whose relief is rare, unique, and intriguing. Türkiye, due to its geomorphological diversity, hosts numerous geosites, geomorphosites, geoparks, geoheritage elements, and geomorphotourism resources. This study examines geomorphotourism potential of travertine cones and other geomorphological elements around Lake Bolluk, located south of Cihanbeyli (Konya) in the Central Anatolia Region. Geomorphosites in the study area were identified using cartographic data, satellite imagery, orthophotos, and field observations. These elements were then evaluated in*

*terms of geomorphotourism potential using the Geomorphosite Assessment Criteria (GEC). Travertine cones, tufa deposits, dolines, travertine channels, micromounds, paludal deposits, Lake Bolluk and salt pans in the study area were defined as geomorphosites. Travertine cones, formed under geomorphological, climatological, and edaphic conditions due to karstification, tectonism, mineral springs, and other factors, are concentrated particularly in the north and east of Lake Bolluk. The 64 cones vary in type, morphometric characteristics, morphological appearance, hydrographic status, and extent of damage. Travertine channels, tufa deposits, microhumps, and paludal deposits are considered rare geomorphosites formed by the same factors and processes in the region. According to the GEC analysis, travertine cones have the highest overall mean (0.61). Following the travertine cones in terms of geomorphotourism potential are travertine channels (0.56), dolines (0.55), tufa deposits (0.54), Lake Bolluk (0.54), microhumps and paludal deposits (0.48), and salt pans (0.46). The overall geomorphotourism mean for all geomorphosites was 0.53, while the scientific value mean was 0.64, the secondary value mean was 0.51, and the usage potential mean was 0.44. The findings indicate that the study area has a high potential in terms of geological and geomorphological representation, aesthetics, and scientific dimensions, and that significant shortcomings, however, exist in areas such as promotion, services, and transportation. Planning is necessary to protect these rare geomorphosites and facilitate their inclusion in alternative tourism.*

**Keywords:** *Geoheritage, geomorphosite, geomorphotourism, Lake Bolluk, travertine cones.*

## GİRİŞ

Turizmdeki gelişmelerle birlikte sürdürülebilirlik ve doğayı koruma anlayışındaki değişimler yeni bir olgu ve faaliyet alanı olan jeoturizm kapsamını da etkilemiştir (Reynard vd., 2011). Jeoturizm, doğrudan jeolojik ve jeomorfolojik unsurlara odaklanan, bu unsurların eğitim, tanıtım, ekonomik kalkınma ile bütünleşmesini amaçlayan turizm türü olarak tanımlanmaktadır (Dowling ve Newsome, 2018). Yerin iç ve dış yapısı, burada meydana gelen zamansal, mekânsal değişimler ile rölyefin oluşum ve gelişim süreçleri, çevredeki insan faaliyetlerinin bu unsurları kullanım durumu gibi etmenler yer kökenli önemli miras alanlarının temel özellikleridir (Reynard ve Panizza, 2005; Rylp vd., 2025). Jeomiras kavramı, doğal mirasın ayrılmaz bir parçası olarak, jeolojik ve jeomorfolojik unsurların bilimsel, estetik, kültürel ve sosyoekonomik değerlerini kapsamaktadır (Panizza, 2001; Panizza ve Piacente, 2008; Uzun, 2015). Jeomiras ile etkileşim içerisinde olan jeoturizm bu ana unsurun sürdürülebilir şekilde değerlendirilmesini amaçlamaktadır (Pimentel vd., 2024; Ferdowsi vd., 2025).

Jeomiras alanlarının temelini jeosit ve jeomorfositler oluşturmaktadır (Reynard ve Coratza, 2007; Serrano vd., 2025). Jeositler

yapısal, litolojik olarak nadir bulunan, estetik ve bilimsel değere sahip olan unsurlardır (Reynard ve Panizza, 2005). Jeomorfositler ise rölyefin oluşum ve gelişiminde farklı etmenlerle etkileşime girmiş, nadir görülebilen manzaralar ortaya koymuş ve estetik görünüşleri sunmuş doğal unsurlardır (Panizza, 2001; Reynard vd., 2011; Canpolat vd., 2020; Migoñ, 2024; Ruiz-Pedrosa vd., 2024). Bu bakımdan her iki jeomiras unsuru birbiri ile bağlantılı ve etkileşim içerisinde bulunmaktadır (Turoğlu, 2025). Jeomorfositler, jeoturizmin özgün bileşenlerini oluşturarak estetik, dinamik ve ölçeksel çeşitlilik gibi üç temel boyutta değerlendirilebilmektedir (Reynard vd., 2016; Bussard ve Reynard, 2022). Jeomorfositler dinamik boyutlarına, geometrik yapılarına ve süreçlerine göre sınıflandırılabilen ya da modellenmektedir (Pelfini ve Bollati, 2014; Coratza vd., 2021; Ferrando vd., 2025). Dünyada jeomiras, jeosit, jeoturizm ve jeomorfositlerin potansiyellerinin belirlenmesi amacıyla farklı modeller ortaya konmuştur (Bollati vd., 2012; Zorlu vd., 2024; Rylp vd., 2025; Skovitina vd., 2025).

Türkiye, jeolojik ve jeomorfolojik çeşitlik bakımından önemli bir yere sahiptir. Bu durum ülkemizin jeomiras potansiyelinin oldukça yüksek

olmasını sağlamıştır (Turoğlu, 2025). Ülkemizde morfojenetik açıdan farklı süreçlerin yaşanması, jeolojik dönemlerde değişen iklim koşulları, ana ve elementer morfolojik unsurların çeşitliliği ve neo-tektonik etkenlerle jeo-çeşitlilik ve bunun sonucundaki jeomiras potansiyeli de yükselmiştir (Zeybek, 2004; Kaygılı vd., 2018). Jeolojik ve jeomorfolojik oluşum, gelişim ile ortaya çıkan unsurların birçok açıdan farklı turizm potansiyelleri barındırması, ülkemizdeki jeomiras unsurlarının korunmasına, turizm açısından sürdürülebilir kullanımına olanak sağlamıştır (Doğan vd., 2019). Denizli-Pamukkale travertenleri, Kapadokya bölgesi peribacaları, Tokat-Balıca mağarası, Frig vadisi, Nemrut Kalderası ve bunlar gibi birçok diğer örneklerde jeosit ve jeomorfositler olarak turizm açısından değer kazanmıştır. (Kazancı, 2012; Özkul vd., 2024; Uzun ve Siyavuş, 2024; Aytaç vd., 2025; Özdemir ve Kaymak, 2025; Turoğlu, 2025; Öztürk, 2026). Bunun dışında UNESCO tescilli ilk jeopark sahası olan Kula ya da diğer bir saha olan İda-Madra Jeopark'ı gibi farklı koruma ve statülerde jeomorfosit alanları bulunmaktadır. Karst topografyasının ülkemizde yaygın olması aynı zamanda tektonizma, flüvyal süreçler, buzul süreçleri ile etkileşimlere girerek çeşitli jeomorfolojik unsurların bulunması (Alagöz, 1944), bu sahaların jeomiras potansiyelinin yüksek olmasını sağlamıştır (Zeybek, 2004).

Travertenler, karstik birimlerde gözlemlenen, kırık boyunca yüzeye çıkan karbonatlı suların bıraktığı ince tabakalı ve laminalı, oldukça iyi çimentolaşmış karbonat çökeltileridir (Erinç, 1960; Erol, 1968; Altunel, 1996; Pentecost ve Viles, 1994; Ford ve Williams, 2007; Pedley, 2009; Polat, 2011; Özkul vd., 2013; Capezzuoli vd., 2014; Toker vd., 2015). Bu karbonatlı çökeltiler suyun sıcaklığı, kimyasal özelliği, kayacın yapısı ve mineral içeriği, topografyanın ilksel ve sonraki rölyefi ile jeomorfolojik gelişim süreci, çevredeki bitki örtüsü ve diğer canlıların dağılışı gibi faktörlerden etkilenerek farklı morfolojik görünümle sunulmaktadır (Pentecost ve

Viles, 1994; Pedley, 2009; Özkul vd., 2010; Özkul vd., 2013; Jones ve Peng, 2017; Yang vd., 2024). Travertenden farklı olarak tufa çökelleri ise ılık tatlı su ortamlarındaki mikro canlılar tarafından çökeltilen, organik madde içeriği ve porozitesi yüksek kalsiyum karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) çökeltiler olarak kabul edilmektedir (Atabey, 2003; Arenas-Abad vd., 2010; Linares vd., 2010; Capezzuoli vd., 2014; Tagliasacchi ve Kayseri-Özer, 2020; Çelik ve Tagliasacchi, 2025). Kalsiyum karbonatın ( $\text{CaCO}_3$ ) çökmesiyle özellikle traverten terası, traverten sırtı, traverten konisi, traverten köprüleri, kanalları, bacaları ve traverten gölü gibi çok çeşitli jeomorfolojik oluşumlar meydana gelmektedir (Linares vd., 2010; Polat, 2011; Liu vd., 2012; Jones ve Peng, 2017; Luo vd., 2021). Belirtilen jeomorfolojik oluşumların alansal, hacimsel ya da boyutsal büyüklüğü ile dağılışı, yapısı, morfolojik durumu travertenlerin jeomorfosit potansiyelini ortaya koymaktadır. Aynı zamanda travertenlerin olduğu sahalarda karst litolojisi ve tektonik faaliyetlere bağlı olarak çeşitli morfolojik birimlerde dağılışı gösterebilmektedir. Ülkemizde travertenler farklı jeomorfolojik görümleri ile Pamukkale (Denizli), Akkayalar (Bolu), Antalya, Başkale (Van), Çat (Erzurum), Kuşdili (Kırşehir), Otlukbeli (Erzincan), Sındırgı-Hisaralan (Balıkesir), Kızılcaören (Uşak), Emir-Kula (Manisa), Gazlıgöl (Afyon), Malazgirt (Muş) ve Sıcakçermik (Sivas) alanlarında görülmektedir (Altunel, 1996; Özkul vd., 2002; Atabey, 2003; Sayhan, 2005; Polat, 2011; Özkul vd., 2013; Polat ve Deniz, 2016; Özkul vd., 2024; Çelik ve Tagliasacchi, 2025).

Bu çalışmanın amacını, Dünya'da ve Türkiye'de nadir görülen, dar alanda sayısı oldukça fazla olan traverten konilerinin olduğu Bolluk Gölü ile çevresinin jeosit, jeomorfositlerinin tespit edilmesi, sınıflandırılması, jeomorfoturizm potansiyelinin saptanması, jeomorfoturizm odaklı rotaların önerilmesi ve yönetim planlarının sunulması oluşturmaktadır.

## ÇALIŞMA ALANI

Bolluk Gölü ve çevresi, Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesi'nde, Konya ili Cihanbeyli ilçesinin güneydoğusunda yer almaktadır (Şekil 1A). Traverten konileri ve çalışmada tespit edilen diğer jeomorfolojik birimler gölün kuzeyi ve doğusunda yer almaktadır. Plato görünümünde olan çalışma alanı, farklı yükseklikteki morfolojik oluşuklarla çevrelenmiştir. İnceleme alanının batısında Bolluk yaylası ve Bozdağ (1191 m), kuzeyinde Karataş Tepe (956 m), doğusunda Tersakan Gölü, Küçükütün Tepe (1001 m), Tütün Tepe (1022 m) ve Karadağ (1081 m), güneyinde Alttekin Platosu bulunmaktadır (Şekil 1B). Çalışma alanında traverten konileri dışında, tufa çökelleri, dolinler, traverten kanalları, mikro tümsek ve paludal çökeller (tortular) diğer jeomorfolojik birimleri oluşturmaktadır. Bolluk Gölü'nün kuzey ve güneyinde tuzla alanları ile sodyum sülfat üretim tesisi de bulunmaktadır.

Çalışma alanının kuzeybatısındaki Bozdağ ile diğer tepelik sahaların ana kayasını Orta Triyas Geç Jura yaşlı kireçtaşı ve mermerler oluşturmaktadır (Erol, 1968). Bolluk Gölü'nün güney ve kuzeyinde ayrıca doğu kesiminde Geç Miyosen-Pliyosen yaşlı kireçtaşı, marn ve kilitaşı birimleri bulunmaktadır (Delibaş, 2010; Pınar vd., 2018; Polat ve Ege, 2018). Doğu kesimindeki Karadağ'ın temeli ve çevresi Pliyosen yaşlı andezit ve karasal volkanitlerden oluşmaktadır. İnceleme alanının büyük bölümünde Bolluk Gölü uzanımına paralel Kuvaterner yaşlı silt, kil, kumtaşı ve karasal karbonat çökelleri yer almaktadır (Şekil 1B). Evaporitler, Bolluk Gölü'nün kuzeyinde belirgin olarak gözlenmektedir. Daha önce yapılan çalışmalar Bolluk Gölü'nün batı ve doğu ile kuzeyden fay denetimli olduğunu ortaya koymaktadır (Erol, 1968; Polat ve Ege, 2018). Araştırma sahasında özellikle traverten konilerin oluşumunda ve dağılışında etkili olan muhtemel fayların genel uzantısı KD-GB'dir (Erol, 1968; Polat ve Ege, 2018). Fayların doğrultusu, gölün uzanımı ve traverten konilerinin dağılışı ile

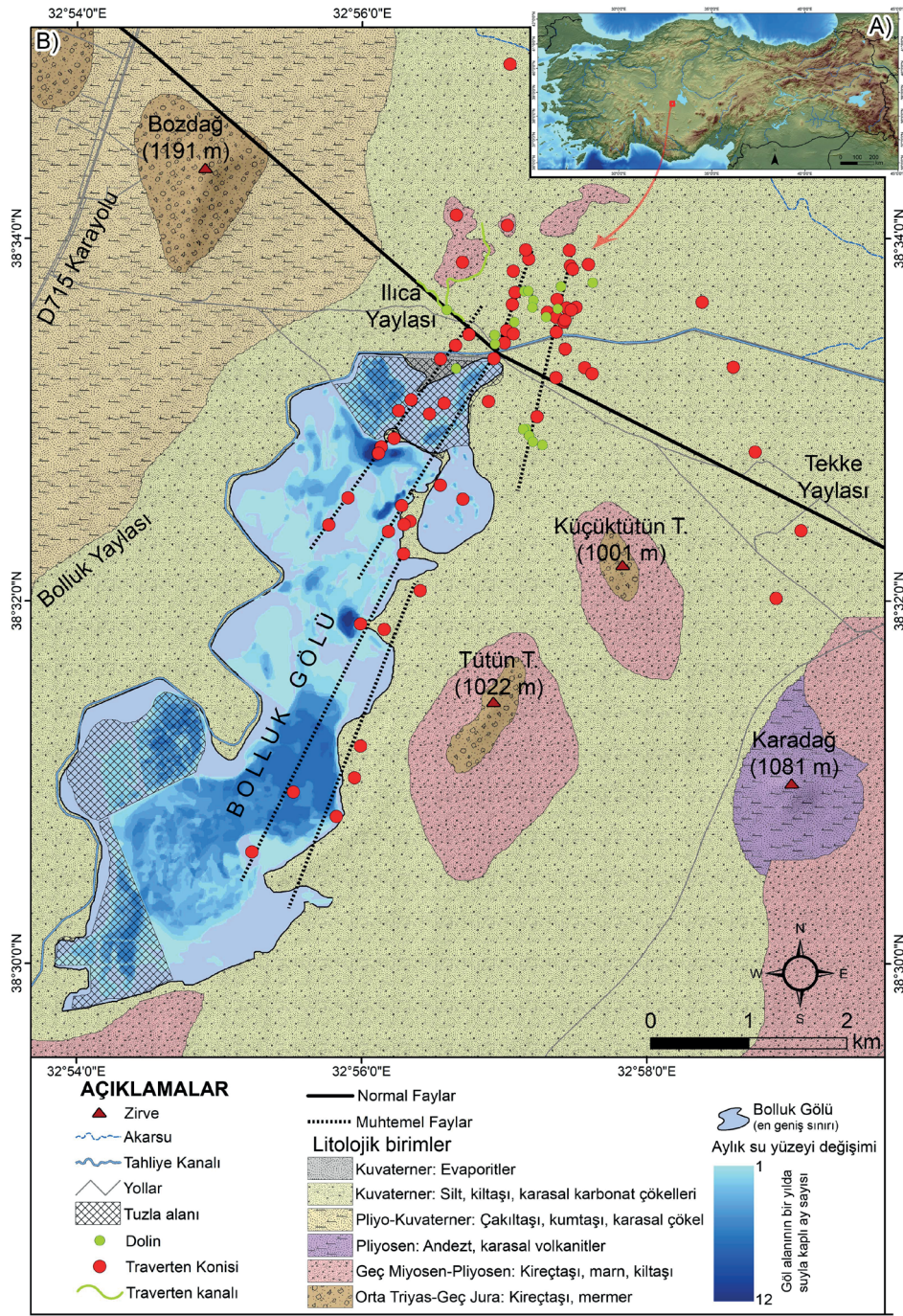
paralellik göstermektedir. Araştırma sahasındaki özgün jeomorfolojik birimler genel olarak 950-980 m arasında olup bu sahanın ortalama eğim değeri 0°-5° arasındadır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmanın veri kaynaklarını Harita Genel Müdürlüğü'nden alınan 1:25.000 ölçekli topografya paftaları, MTA'dan alınan 1:100.000 ölçekli jeoloji haritası ve diri fay haritası, 20.08.2025 tarihli Sentinel 2 MSI uydu görüntüsü, Google Earth Pro ortofoto görüntüleri ile arazi çalışması bulguları oluşturmaktadır.

Çalışma temel olarak iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada, araştırma sahasındaki jeosit ve jeomorfositlerin belirlenmesi ve bu unsurların jeomorfolojik özelliklerinin ortaya konması oluşturur. İkinci aşamada ise belirlenen jeomorfositlerin jeomorfoturizm potansiyelinin tespit edilmesi yer alır. Ayrıca her iki aşamada elde edilen veriler neticesinde araştırma sahasının jeomorfoturizm yönetim ve planlama haritası ortaya konmuştur.

Araştırma sahasının jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri daha önce yapılmış çalışmalardan, kartografik verilerden ve arazi çalışmalarından elde edilen bulgularla oluşturulmuştur. Veriler ArcGIS yazılımına aktarılmış, çalışma sahasının jeoloji, jeomorfosit haritaları üretilmiştir. Bu aşamadan sonra jeomorfositlerin ayrıntılı tanımlaması, bilimsel ve ek değerlerin, kullanım potansiyelinin, tehditlerin ve kırılganlığın değerlendirilmesi ile sentezleme çalışmaları yapılmıştır. Belirlenen jeomorfositler, jeomorfolojik özelliklerinin yanında bilimsel değer, manzara ve estetik değeri, tarihi ve kültürel değeri, ekonomik değeri ve tehlike barındırma durumları açısından da analiz edilmiştir. Bu çalışmadaki analizler, bulgular ve daha önce yapılan araştırmalar incelenmiş ve Bollati vd.'nin (2012) ortaya koyduğu model olan "Jeomorfosit Değerlendirme Kriterleri"ne (JDK) uygun olarak jeomorfoturizm potansiyeli incelenmiştir (Bollati vd., 2012).



**Şekil 1. A)** Araştırma sahasının Türkiye’deki konumu, **B)** Bolluk Gölü ve çevresinin jeoloji haritası (Bu harita Erol’un 1968, Pınar vd.’nin 2018, Polat ve Ege’nin 2018’deki çalışmaları ile MTA’dan alınan 1:100.000 ölçekli jeoloji paftasından yararlanılarak oluşturulmuştur).

**Figure 1. A)** The location of the research area in Türkiye, **B)** Geological map of the surrounding of Lake Bolluk (This map was created by using the 1:100,000 scale geological map obtained from MTA and the studies of Erol in 1968, Pınar et al. in 2018, Polat and Ege in 2018.).

Modele göre jeomorfositlerin farklı özellikleri 0-1 arasında sayısal değer almaktadır. Sayısal veriler, Bollati vd.'nin (2012) belirlediği jeosit ve jeomorfosit değerlerinin belli indisler üzerinden hesaplanması, analiz edilmesi, arazi çalışması ile elde edilen veriler ve daha önce yapılmış jeomorfoturizm çalışmalarındaki değerlendirmeler dikkate alınarak ortaya konmaktadır (Panizza, 2001; Reynard ve Coratza, 2007; Panizza ve Piacente, 2008; Bollati vd., 2012; Canpolat vd., 2020; Zorlu vd., 2024; Ferdowsi vd., 2025; Rylp vd., 2025; Skovitina vd., 2025). Sayısal değer alan verilerin toplam ortalaması jeomorfoturizm potansiyelini ortaya koymaktadır. Model, bilimsel değer, ikincil değer ve kullanım potansiyeli olmak üzere üç ana kategoriden oluşmaktadır. Bilimsel değer parametresinde 9, ikincil değer bölümünde 3 ve kullanım potansiyeli bölümünde 10 değişken bulunmaktadır. Çalışmada genel jeomorfoturizm potansiyeli dışında her bir parametre kendi içerisinde değerlendirilerek araştırma sahasının jeomiras ve jeomorfoturizm için yapılması gerekenler de tespit edilmiştir.

## BULGULAR

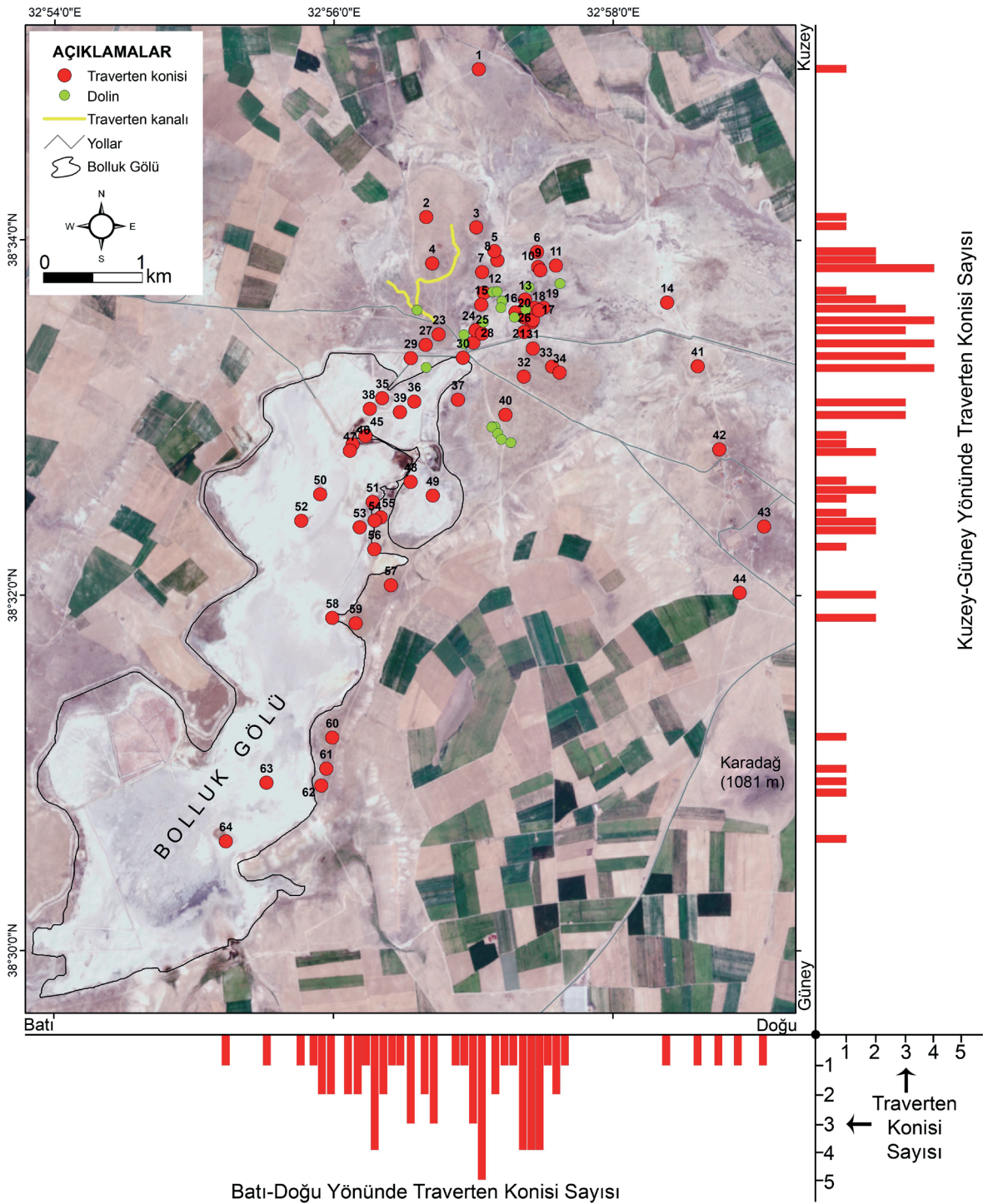
### Bolluk Gölü Çevresinin Jeomorfositleri

#### Traverten konileri

Traverten konileri, özellikle eğim değeri az olan düz ve düze yakın sahalardaki  $\text{CaCO}_3$  içeriği fazla olan kaynakların fay ve çatlak gibi süreksizliklerden yüzeye çıkması, daha sonra  $\text{CO}_2$  kaçıışı ve pH'ın yükselmesi, doygunluğa ulaşması ile bünyesindeki  $\text{CaCO}_3$ 'ü çıkış ağzından itibaren çevreye yayması ve biriktirmesi ile meydana gelmiş hafif yüksek, dairesellik oranı fazla olan depolanma morfolojileridir (Erinç, 1960; Erol, 1968; Pentecost ve Viles, 1994; Ford ve Pedley,

1996; Atabey, 2003; Jones ve Peng, 2017; Brogi vd., 2021; Luo vd., 2021). Traverten konilerinden su çıkışının azalması, kimyasal yapısının değişmesi ya da sona ermesine bağlı olarak konilerin morfolojik görünümü ve jeomorfolojik gelişim ömürleri değişkenlik göstermektedir. Dünyada ve Türkiye'nin bazı alanlarda farklı görünüm ve sayıda traverten konileri bulunmaktadır. Bolluk Gölü çevresinde ise Türkiye'de nadir sayılabilecek ve görünüm olarak sayıca oldukça fazla traverten konisi bulunmakta ve bu morfolojik birimler birçok özelliği açısından jeomorfosit olarak değerlendirilebilmektedir (Linares vd., 2010; Polat ve Deniz, 2016; Özkul vd., 2019).

Araştırma sahasında 64 adet traverten konisi tespit edilmiştir. Traverten konileri dikdörtgene benzer yaklaşık  $45 \text{ km}^2$ 'lik bir alan içerisinde dağılışı göstermektedir (Şekil 2). Doğu-batu doğrultusunda en uçtaki traverten konileri arasındaki kuş uçuşu mesafe 5,68 km iken kuzey-güney yönünde kuş uçuşu mesafe 8,07 km'dir. Arazi çalışmaları ve CBS, UA analizleri konilerin bazılarının B-D, K-G (Şekil 2) yönünde aynı zamanda Erol'un (1968) çalışmasında belirttiği gibi KB-GD yönünde sıralandığı göstermektedir. Bu durum traverten konileri oluşumunun tektonizma ve fay ilişkisini ortaya koymaktadır. Daha önce yapılmış çalışmaların dışında bu çalışmada Bolluk Gölü yüzey sularının azalmasına bağlı olarak kuzeybatı kesimindeki ve 64 no'lu koniye 7 km uzaklıkta güneydoğu kesimde de (Toprakkale Yaylası mevkiinde) traverten konilerinin olabileceği bulgusuna ulaşılmıştır. Belirtilen bulgular, daha önce yapılan çalışmalarla birlikte traverten konilerin daha geniş alana yayıldığı, bazılarının erozyon ve flüvyal süreçlerle deforme olduğu ve ortadan kalktığını da ortaya koymaktadır.



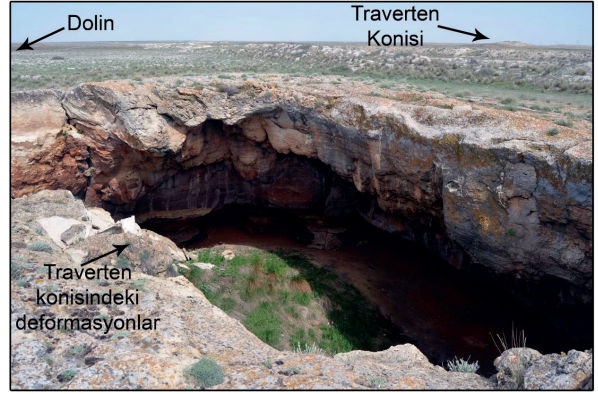
Şekil 2: Traverten konileri ve dolinlerin dağılışı (sayısal değerler traverten konilerinin numaralarıdır).

Figure 2: Distribution of travertine cones and dolines (numerical values are the numbers of the travertine cones).

Uydu, ortofoto ve arazi çalışmaları analizi ile traverten konilerinin 12'sinde su olduğu saptanmıştır. Polat ve Ege (2018), traverten konilerinin 5'inde mevsimlik, 17'sinde daimî su olduğunu belirtirken, Pınar vd. (2018) ve Delibaş (2010)'ın yaptığı çalışmalarda traverten konilerinin 3'ünde mevsimlik su, 10'unda ise daimi su olduğunu tespit etmişlerdir. Erol'un (1968) çalışmasında özellikle Bolluk Gölü kuzeyindeki traverten konilerin bazılarında daimi su olduğunu belirtmiştir. Uzun (2024) çalışmasında 1984-2024 yılları arasında ve 2018-2024 yılları arasında Bolluk Gölü su yüzey alanının oldukça azaldığını belirtmiştir. Bu kapsamda yapılan çalışmalar Bolluk Gölü traverten konilerindeki su varlığının geçmişten günümüze meteorolojik ve hidrolojik kuraklık şiddetine bağlı olarak yüzey ve yer altı su seviyesi etkeniyle azaldığını ortaya koymaktadır (Şekil 3, 4 ve 5D).

Bu çalışmada tespit edilen 64 traverten konisinin 10 tanesinin deforme olduğu ve morfolojik görünümünü kaybettiği, 53 tanesinin ise belirgin bir konisinin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca 53 koninin ağız kısmının korunduğu, 11 koni ağızının ise doğal ya da antropojenik etkiler sonucu tahrip olduğu tespit edilmiştir. Konilerin taban çapı 12,8 m ile 386,8 m arasında değişmektedir (Şekil 5A). 4 no'lu traverten konisi en geniş taban çapına sahiptir. Traverten konilerinin ağız çapı 3,01 m ile 49,6 m arasındadır (Şekil 5B). Konilerin yüksekliği platodaki taban seviyesinden 1-27 m arasında iken yaklaşık eğim değerleri 1°-40° arasındadır. Traverten konilerinin ağız kısmında ölçülen çukurluk derinlikleri 0,1 ile 20 m arasında değişmektedir. Traverten konilerinin dairesellik indis analizleri sonuçlarına göre 54 tanesi tam dairesel değerine çok yakındır (1 ile 1,1 arasında). Dairesellik indisi verileri daha farklı çıkan traverten konilerinin tahrip sonucu bu morfolojik görünümü aldığı tespit edilmiştir. Çalışma sahasında 10 traverten konisinin doğal dinamik süreçler ya da antropojenik etkenlerle koni tabanının erozif faaliyetlere uğradığı ve bu morfolojik görünümün ölü traverten konisi olarak

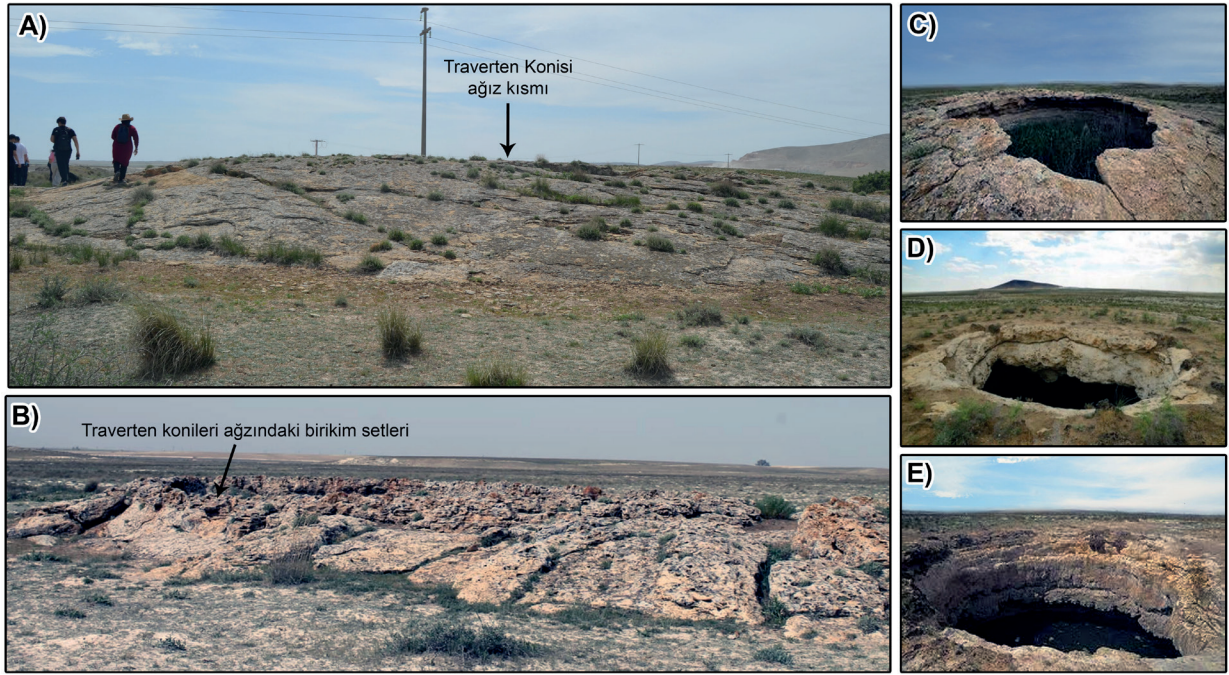
ifade edilmesi gerektiği belirtilmektedir (Pınar vd., 2018).



**Şekil 3:** İnceleme sahasındaki 28 no'lu traverten konisinin görünümü.

*Figure 3:* View of travertine cone no. 28 in the study area.

Traverten konilerinin taban çapının koni ağız çapına oranı genel olarak konilerin tipleri hakkında fikir vermektedir. Bu bakımdan bazı konilerin taban çapına oranla ağız genişliği fazla iken bazılarının çapı oldukça dar koni ağızları mevcuttur (Şekil 5C). Yapılan analize göre 14 no'lu koninin taban çapı ağız çapının 32 katı büyüklüğündedir. Koninin taban çapı, koni ağız çapının 10 katından fazla olan 9 traverten konisi bulunmaktadır. 11 adet koninin ağız kısmı ve bazı konilerin taban çapı eğimi deformasyona uğradığı ya da belirginliğini kaybettiği için kantitatif bir veri bulunmamaktadır. Konilerden 29 tanesinin taban çapı ile ağız çapı arasında belli bir orantı bulunmaktadır. Erol (1968) yaptığı çalışmada, bölgedeki konileri genel olarak 4 farklı tipe sınıflandırmıştır (Şekil 6). En tipik traverten konisinin 3 no'lu tip olduğunu ve arazide daha yaygın görüldüğünü belirtmiştir (Erol, 1968). Ancak konilerin gelişim evresinde kırık hattı, Pleyistosen'deki gölsel çökellerin yayılışı, özellikle su kaynağındaki CaCO<sub>3</sub> oranı ile sülfat miktarı konilerin gelişiminde ve tipinde önemli rol oynamıştır (Şekil 4, 5 ve 6). Bu bakımdan koniler farklı morfolojik tipler şeklindedir.



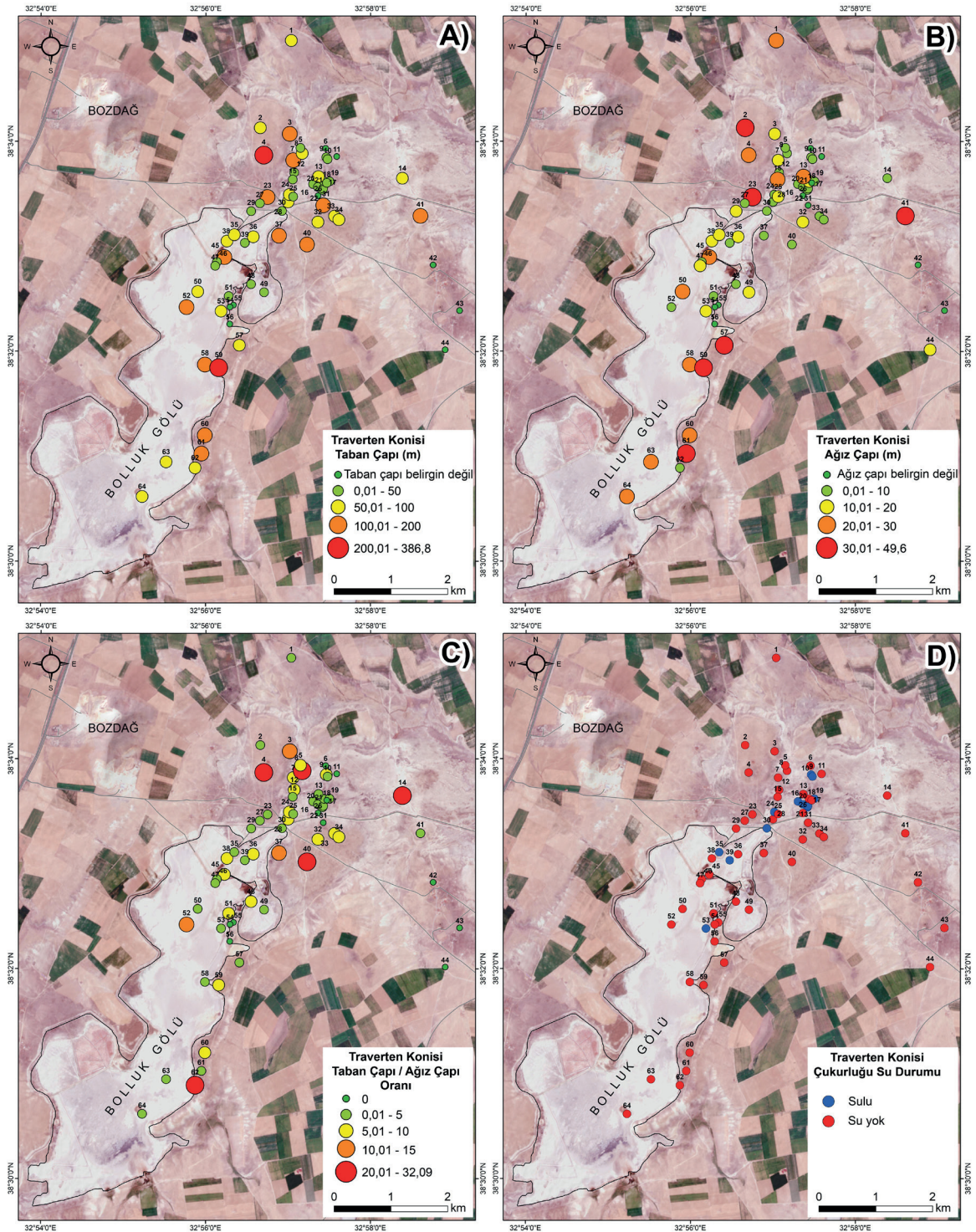
**Şekil 4:** Farklı tip ve morfolojik görünüme sahip traverten konileri örnekleri **A)** 24 no'lu koni, **B)** 25 no'lu koni (2. tip koni sınıflandırması örnekleri), **C)** 45 no'lu koni (3. tip koni sınıflandırması örneği), **D)** 34 no'lu koni, **E)** 32 no'lu koni.

**Figure 4:** Examples of travertine cones with different types and morphological appearances: **A)** cone no. 24, **B)** cone no. 25 (Examples of Type 2 cone classification) **C)** cone no. 45 (Examples of Type 3 cone classification, **D)** cone no. 34, **E)** cone no. 32.

Bolluk Gölü traverten konilerinin oluşum aşaması genel olarak birbirini takip eden evreler şeklinde olup jeolojik, jeomorfolojik, klimatolojik, hidrografik ve edafik koşullar gibi birçok önemli faktör rol oynamıştır. Traverten konileri oluşumu, meteoik olarak topografya sathının altına sızan ve kireçtaşı etkisiyle yüksek oranda  $\text{CaCO}_3$  içeren suların hidrostatik basınçla farklı doğrultulardaki kırık ve çatlaklardan yüzeye çıkması ile başlamaktadır.

Jeomorfolojik olarak eğim değeri az olan sahalarda yüzeye çıkan sudaki çözülmüş  $\text{CO}_2$  oranı azalmakta ve  $\text{CaCO}_3$  birikimi gerçekleşmektedir (Şekil 7A-C). İlk olarak çevreye elips şeklinde yayılan sulara birikimler kısa boylu kserofit bitkileri vasıtasıyla tutunmakta ve dairesel birikim başlamaktadır. Birikme ve tutunma  $\text{CO}_2$  kaçıışı ile  $\text{CaCO}_3$ 'ün kalsite doygunluğu önemli rol oynamaktadır. Konilerin

ağız kısmında biriken setlerden gelen sular çevreye yayılmaya devam etmekte ve konilerin yükselimi artmaktadır. Konileri besleyen suyun miktarı da  $\text{CaCO}_3$  çökelinin gelişiminde rol oynamaktadır. Konilerdeki traverten birikimlerin basamakları bu durumu doğrulamaktadır (Şekil 7A). Günümüzde  $\text{CaCO}_3$  içeriği fazla olan basınçlı su çıkışlarının durdurduğu, sülfat oranı yüksek olan su çıkışlarının devam ettiği, birçok koni içerisindeki suyun ise kurumuş ya da çekilmiş olduğu bilinmektedir. (Erol, 1968; Canik vd., 2004; Delibaş, 2010; Pınar vd., 2018; Polat ve Ege, 2018). Bu bakımdan mineralli su çıkışının sona ermesi traverten konilerinin gelişimini sonlandırmış, diğer dış dinamik süreçler ve antropojenik etkenlerle konilerin bazılarının morfolojik görünümü değişmiştir. Bu kapsamda koniler, günümüze fosil traverten konileri niteliği taşımaktadır.



Şekil 5. Traverten konilerinin A) Taban çapı, B) Koni ağız çapı, C) Taban çapı koni ağız çapı oranı ve D) su durumu dağılışı

Figure 5. A) Basal diameter, B) crater diameter, C) ratio of basal diameter to crater diameter, and D) water-status distribution of the travertine cones.

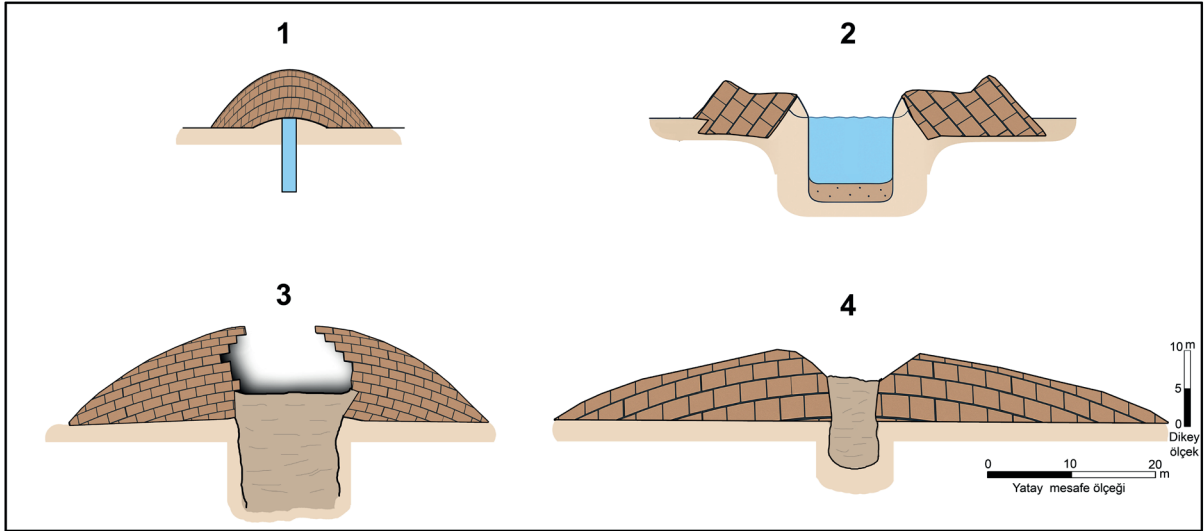
Konilerin morfometrik verilerinin değişken olması konilerin oluşumunu etkileyen faktörlerin değişkenliği, mineralli suyun miktarı, yapısı nedeniyle farklı tiplerde görünmesini sağlamıştır (Şekil 4, 5, 6 ve 7).

Belli alanlarda yoğunlaşmış ve sayıca fazla olan traverten konileri aynı zamanda morfolojik ve morfometrik özellikleri nedeniyle Dünyada ve Türkiye’de nadir görülen jeomorfolojik birimlerdendir. Bu jeomorfolojik birimin litoloji ile ilişkisi, oluşum mekanizması, morfolojik görünümü, manzarası, estetik yapısı ve diğer birçok açıdan farklı özellikleri jeomorfosit potansiyelinin yüksek olduğunu ortaya koymaktadır.

### Tufa çökelleri

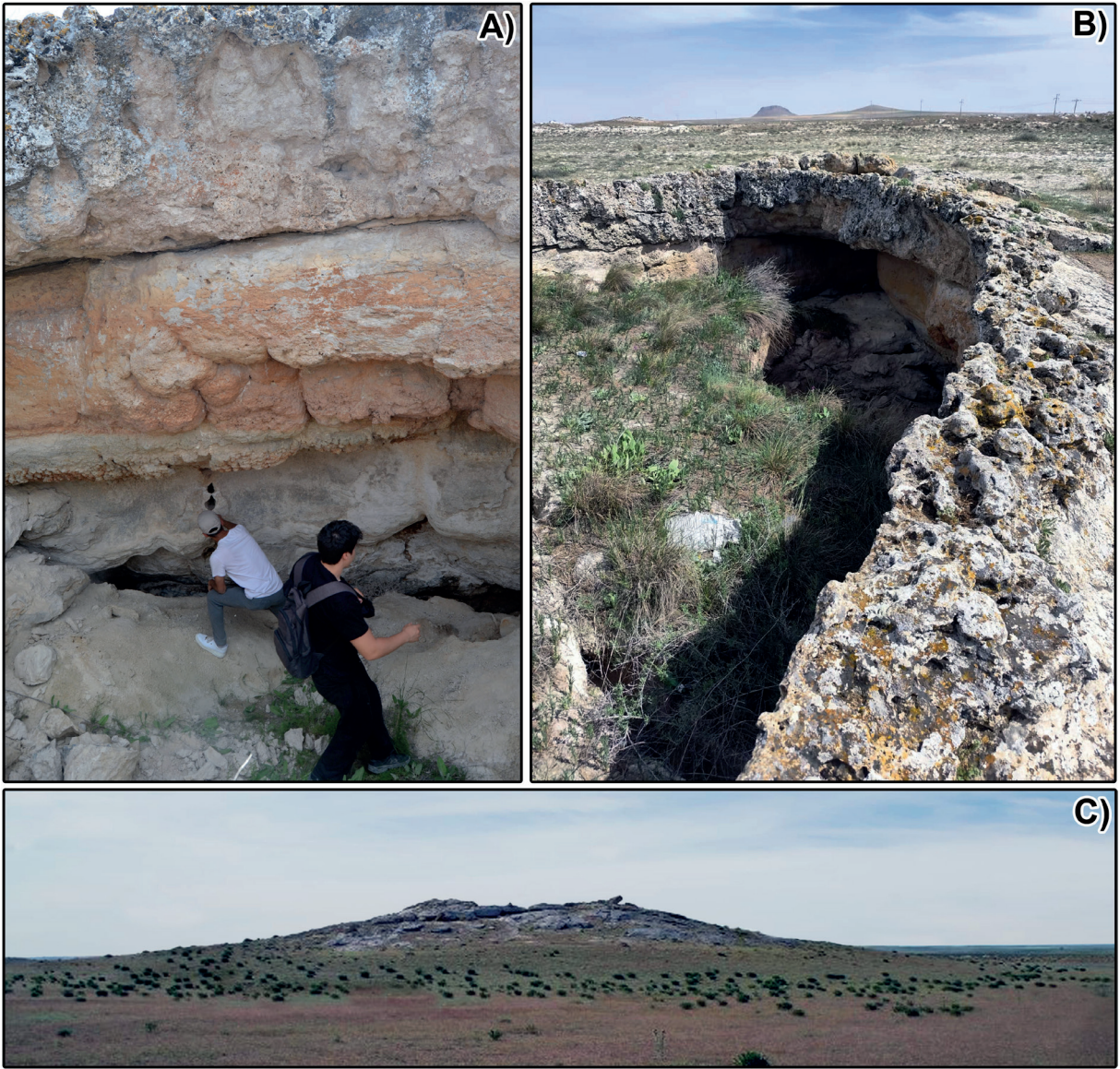
Traverten ve tufa çökelleri karasal karbonat çökelleridir, oluşumlarında ve görünümünde

belirgin farklılıklar sunarlar (Şekil 8A). Ayrıca tufa ve traverten çoğu kez aynı jeomorfolojik birimleri ifade etmek için kullanılsa da birbirlerinden ayrı unsurlardır. Traverten, karstik ve hidrotermal su kaynağı etrafında ya da sucul, bataklık alanlarında kalsiyum karbonatın ( $\text{CaCO}_3$ ) çökmesiyle meydana gelmektedir (Pentecost ve Viles, 1994; Ford ve Pedley, 1996;). Tufa ise karstik arazilerde, sığ dolaşım, soğuk ya da ılık tatlı su ortam koşullarındaki mikro canlılar özellikle de algler ya da bakterilerce çökeltilen, organik madde içeriği fazla olan ve dolayısıyla porozitesi yüksek yapıdaki kalsiyum karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) çökelleri olarak kabul edilmektedir (Ford ve Pedley, 1996; Atabey, 2003; Pedley vd., 2003; Arenas-Abad vd., 2010; Özkul vd., 2010; Arenas vd., 2015; Capezzuoli vd., 2014; Toker, 2017; Tagliasacchi ve Kayseri-Özer, 2020; Çelik ve Tagliasacchi, 2025). Her iki oluşumun ortak yönü kalsiyum karbonat çökeli ile oluşmasıdır.



Şekil 6. Bolluk Gölü traverten konilerinin morfolojik tip sınıflandırması örneği (Erol’un 1968 yılındaki tip sınıflandırmasının yeniden düzenlenmiş ve tekrar çizilmiş gösterimi).

**Figure 6.** Example of morphological type classification of Lake Bolluk travertine cones (Reorganized and redrawn representation of Erol’s 1968 type classification).



**Şekil 7. A)** Traverten konilerinin ağız çukurluğundaki birikim katmanları ve litolojik görünüm **B)** 25 no’lu traverten konisinin ağız birikim seti, **C)** 17 no’lu traverten konisinin görünümü.

**Figure 7. A)** Accumulation layers and lithological characteristics within the crater depression of the travertine cones. **B)** Crater-rim accumulation terrace of travertine cone no. 25. **C)** View of travertine cone no. 17.

Tufaların travertenden farkları, minerolojisinin sadece kalsitten oluşması, organik madde miktarının fazla olması, dokusunun gözenekli olması, su sıcaklığının 20 °C’nin altında gelişmesi, simetrik gövdeler ve kademeli setler barındırması ve çökeliminin iklime bağımlı

olması oluşturmaktadır (Capezzuoli vd., 2014). Araştırma sahasındaki traverten konilerin bazılarının çevresinde ve koni içerisinde tufalar tespit edilmiştir (Şekil 8B). Tespit edilen tufaların birçoğunda makrofit veya bryofit gibi kalsiyum karbonatla kaplanmış bitkisel kalıntıların varlığı

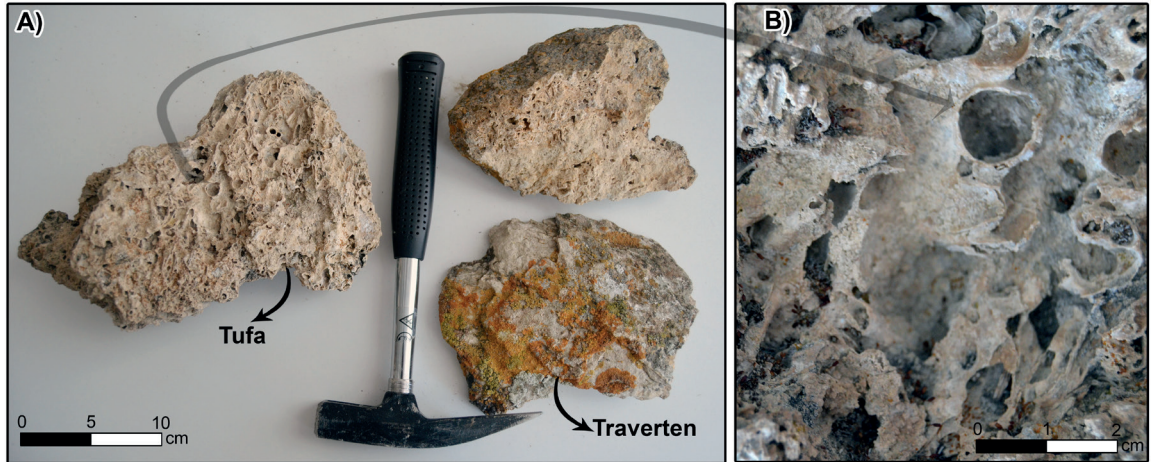
saptanmıştır. Bu durum araştırma sahasında tufaların sıcak su kaynakları dışında ılık ya da soğuk su ortamındaki canlılarda  $\text{CaCO}_3$ 'ün çökmesi ile oluştuğunu ve sahanın aynı zamanda jeolojik olarak farklı dönemleri yaşadığını göstermektedir. Bu özellikleri ile bilimsel anlamda yüksek değeri olan tufa çökelleri hem jeosit hem de jeomorfosit özelliği göstermektedir (Çelik ve Tagliasacchi, 2025). Çalışma sahasında tufaların yaygın olduğu alanlar özellikle Bolluk Gölü'nün kuzeyindedir.

### Dolinler

Dolinler karstik jeomorfolojik unsurlar arasında olup ülkemizde Toros kuşağı başta olmak üzere birçok alanda gözlemlenebilmektedir. Dolinler oluşum mekanizmasına göre temel olarak çökme ve çözünme dolinleri şeklinde sınıflandırılabilir. Literatürde dolinlerin geometrisi, morfolojisi, boyutları, oluşum türü, hidrografik sistematığı ile litoloji ve tektoniği gibi özellikleri baz alınarak yapılan sınıflandırmalarda geniş yer kaplamaktadır (Öztürk, 2018).

Bolluk Gölü çevresindeki dolinler gerek karst jeomorfolojisi ve dolin sınıflandırmasındaki çalışmalar gerekse de araştırma sahasında

yapılmış daha önceki çalışmalar temel alınarak oluşum mekanizması açısından çökme (sübsidans), çözünme ve örtü çökme dolini şeklinde sınıflandırılmıştır (Doğan, 2004; Öztürk, 2018; Pınar vd., 2018; Polat ve Ege, 2018). Yapılan arazi çalışmaları ve ortofoto incelemeleri sonucu özellikle Bolluk Gölü'nün kuzeyi ve kuzeydoğusunda 18 adet dolin tespit edilmiştir. Pınar vd., (2018) çalışmasında 20, Polat ve Ege (2018) ise çalışmasında 23 dolin olduğunu belirtmiştir. Dolinlerin bazıları traverten konileri ile iç içe geçmiş ve bazıları da genel olarak karmaşık oluşum yapısı göstermektedir. Bolluk Gölü kuzeyinde Ilıcapınar düdeni olarak nitelendirilen ve traverten konisi içerisinde dolin oluşumunun gözlemlendiği saha buna örnektir. Günümüzde dolinin bulunduğu sahada çökmelere bağlı çatlaklar ve antropojenik deformasyonlar gözlemlenmektedir. Yakın zamana kadar jeotermal su çıkışının olduğu, bu suyun antropojenik olarak kullanıldığı belirtilmektedir (Erol, 1968; Polat ve Ege, 2018). Ayrıca bu alanda çıkan  $\text{CaCO}_3$  içeren sular traverten kanallarını oluşturmuştur. Bu bakımdan özellikle belirtilen dolin ve çevresi yüksek düzeyde jeomorfosit özelliği göstermektedir.



Şekil 8. Çalışma sahasından alınmış kayaç örnekleri. A) Traverten ve tufa karşılaştırması, B) Tufanın yakın görünümü.

Figure 8. Rock samples taken from the work site. A) Comparison of travertine and tufa, B) Close-up view of tufa.

Çalışma sahasına çok yakın olan ve güney kesimde bulunan Gölyayla mevkiinde geniş bir çapa sahip (382 m) dolin bulunmaktadır. İçerisinde su bulunan ve çökme tipi olan dolinde jeomorfofit potansiyeli barındırmaktadır. Bolluk Gölü kuzeyindeki DSİ tahliye kanalı çevresinde de çökme dolinleri sayıca fazladır. Son yıllarda araştırma sahası ve genel olarak Tuz Gölü Kapalı Havzası'nda yer altı su seviyesinin azalmasına bağlı olarak çökme, sübsidans dolinlerinin sayısı artmıştır. Bu durum bölgede yeni gelişmekte olan yüzey karst topografyasında da değişkenliğin olabileceğini göstermektedir.

### **Traverten kanalı**

Traverten kanalı, yüzeye çıkan mineralli su kaynaklarındaki  $\text{CaCO}_3$ 'ü akışa geçtiği yöndeki yüzeyde zamanla biriktirmesi sonucu oluşmuş, topografya sathından hafifçe yükselmiş kanallardır (Altunel, 1996; Pedley vd., 2003; Özkul vd., 2010; Polat ve Ege, 2018). Bolluk Gölü kuzey kesimindeki 23 no'lu traverten konisi ve yakınlarında dolinden çıkan kalsiyum karbonatça zengin suyun kuzeye 4 no'lu koninin taban çevresine doğru yayılış gösterdiği ve belirgin bir traverten kanalı oluşturduğu tespit edilmiştir (Şekil 9A). Bolluk Gölü kuzeyindeki traverten konisi 980 m uzunluğunda belli alanlarda tahrip olmuş ve farklı kollara ayrılmış vaziyettedir. Traverten kanalı yakın zamana kadar antropojenik olarak kullanılmış, yeniden tanzim edilmiş daha sonra DSİ tahliye kanalı ve kaynağındaki suyun azalması neticesinde deformasyona uğramıştır. Traverten kanalı jeolojik-jeomorfolojik oluşumu ve antropojenik kullanımı ile jeomorfofit olarak nitelendirilmiştir.

### **Mikro tümsek ve paludal çökeller**

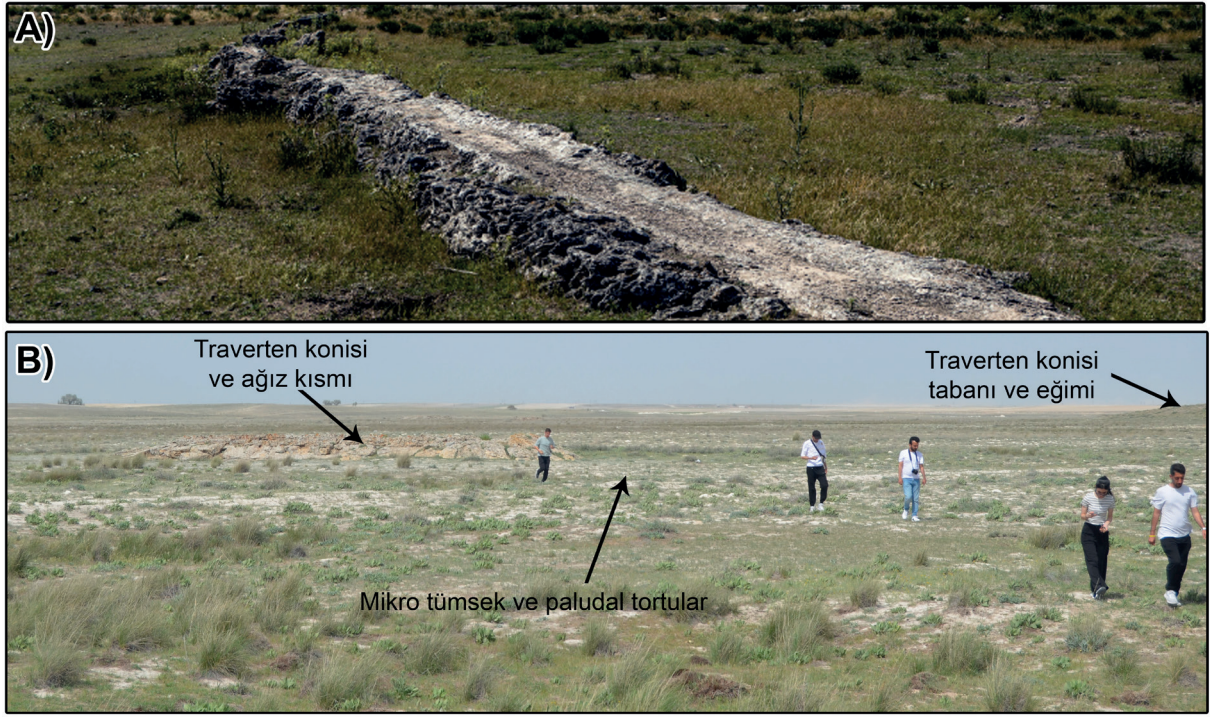
Mikro tümsek ve paludal çökeller, Bolluk Gölü kuzeyindeki tahliye kanalı çevresindeki traverten konileri ile bu sahanın kuzeyinde yoğun şekilde gözlemlenmektedir (Şekil 9B).

Daha önce araştırılmamış ve incelenmemiş olan bu jeomorfolojik oluşumlar Pınar vd'nin (2018) çalışmasında traverten oluşumları ile ilişkilendirilmiştir. Bolluk Gölü kuzeyindeki 20 cm civarında mikro tümsek ya da koni görünümünde olan bu unsurların bazılarında gaz kanalları bulunmaktadır (Pınar vd., 2018). Literatürde mikro tümsek ve paludal tortular olarak isimlendirilmektedir (Pentecost ve Viles, 1994). Bu jeomorfolojik unsurlar genellikle bol miktarda karbonat çamuru içeren mikro kabartmalı birikimler olup yavaş akan su ve belli yoğunluktaki bitki örtüsüne sahip bataklık ortamlarında daha çok bulunmaktadır (Pentecost ve Viles, 1994; Pedley vd., 2003).

Çalışma sahasında traverten oluşumu, gaz çıkışı, paleocoğrafya ve paleodrenaj koşulları hakkında bilgi sağlayan bu jeomorfolojik unsurların jeomorfofit potansiyelleri oldukça yüksektir. Bu birikintiler genellikle marn ve mikritik karbonatla karışık olarak bulunur ve özellikle başta mollusca kavkıları olmak üzere fosil bakımından oldukça zengindir.

### **Bolluk Gölü**

Bolluk Gölü, çanağının oluşum kökeni itibari ile tektonik, derinlik açısından oldukça sığ ve sularının kimyasal özelliği açısından ise tuzlu göl kapsamındadır. Bolluk Gölü doğu ve batı ile kuzeyden fay denetimli olup çanağı tektonik hareketlerle şekillenmiştir. Bazı araştırmacılar gölün oluşumunda kırıklardan çıkan kalsiyum karbonatlı suların özellikle doğu ve kuzeyde yoğunlaşması ile burada belli setler (traverten setleri) oluşturma ihtimalini de göz önünde bulundurmaktadır (Wenzel, 1937). Ancak yapılan çalışmalar Bolluk Gölü'nün Tersakan ve Tuz Gölü ile aynı havzada olduğu, fay denetimli olarak tektonik bir çanağa sahip olduğunu ortaya koymuştur (Delibaş, 2010; Polat ve Ege, 2018).



Şekil 9: Bolluk Gölü kuzeyindeki A) traverten kanalı, B) mikro tümsek ve paludal çökeller.

Figure 9: A) travertine channel, B) microhump and paludal deposits in the north of Lake Bolluk.

Bolluk Gölü'nün çanak alanı 12,84 km<sup>2</sup>, tespit edilen en geniş göl yüzey alanı 9,86 km<sup>2</sup> iken günümüzde (2025) meteorik açıdan en yağışlı dönemde bile göl su yüzey alanı 3 km<sup>2</sup>'nin altında kalmaktadır. Ayrıca göl suyu yüzeyin yıl içerisindeki değişkenliği %70'in üzerindedir. Göl su seviyesi Şubat, Mart ve Nisan aylarında en yüksek seviyeye ulaşmakta Ağustos ayında ise su seviyesi yok denecek kadar azalmaktadır (Uzun, 2024). Son yıllarda küresel iklim değişikliği ve diğer antropojenik etkenlerle göl su yüzeyi alanı göl çanağının en fazla %22'sini kaplayabilmekte, en kurak dönemde göl alanının sadece %2'inde su varlığı bulunmaktadır (Uzun, 2024). Belirtilen su seviyesi azalması, kuraklaşma, Bolluk Gölü suyunun kimyasal özelliğine bağlı olarak göl renginin yıl içerisinde değişmesine de neden olmaktadır (Şekil 10). Ayrıca kuraklaşan ve çoraklaşan göl alanının bir bölümü playa jeomorfolojik görünümüne bürünmüştür. Gölün

ana eksen uzanımı KD-GB yönünde olup bazı kıvrımlı kıyılar barındırmaktadır. Gölün içerisinde traverten konilerinin oluşturduğu adalar bulunmakta, 58 no'lu koni ise tombolo jeomorfolojik yapısındadır (Şekil 10). Gölün kuzeyinde ve güneyinde sodyum sülfat üretimi için tuzla alanları bulunmaktadır. Aynı zamanda gölün kuzeydoğusunda sodyum sülfat üretim fabrikası yer alır. Acıgöl ve Tersakan Gölü'nden sonra Bolluk Gölü de Türkiye'nin en önemli sodyum sülfat üretim alanlarından biridir. Bolluk Gölü kökeni yaşanan hidrografik, ekolojik ve jeomorfolojik değişimlerin morfolojik durumları, yıllık değişen göl rengi ile birçok açıdan jeomorfozite özelliği göstermektedir.

### Bolluk Gölü tuzla alanları

Tuzla alanları, deniz ya da göl sularının kimyasal özellikleri ve evapotranspirasyonun etkisinden

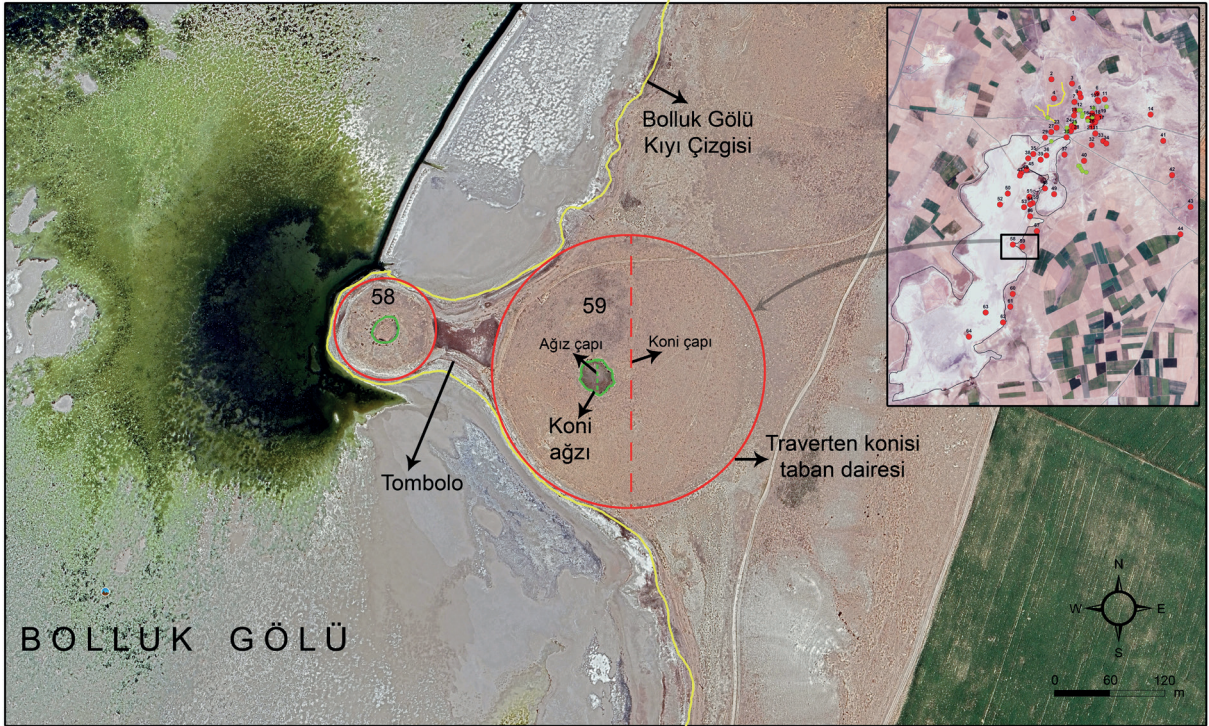
faaydalanılarak setlerle çevrilmiş havuzlardaki suyun buharlaşması ve açığa çıkan, tuz, sodyum sülfat ya da diğer kimyasalların kullanıldığı ve üretildiği alanlardır. Bu bakımdan Bolluk Gölü, Acıgöl ve Tersakan Gölü'nden sonra Türkiye'nin en büyük hacimli 3. sodyum sülfat üretim alanına ve tuzla alanlarına sahiptir. Bolluk Gölü'nün kuzeyinde ve güneyinde setlerle çevrilmiş tuzla alanları bulunmakta ve bu sahalarda 3,17 km<sup>2</sup> alan kaplamaktadır. Bolluk Gölü çanak alanının yaklaşık %24'ü tuzla alanı olarak kullanılmaktadır.

Tuzla alanlarındaki sodyum sülfat üretimi genel olarak Ocak-Haziran ayları arasında tuzla alanlarında su birikimi, Haziran-Eylül arasında evaporasyon dönemi, Ekim-Kasım kristalleşme, Ocak tekrar drenaj dönemi, Şubat-Temmuz arası dehidrasyon ve Eylül'e kadar olan dönem kimyasalların ayrışması ve toplanması şeklindedir. Bu döngülerin antropojenik etkisi ile tuzla alanlarındaki su miktarı değişmektedir. Tuzla

alanları hem gölün hidrografik, hidrolojik hem de jeomorfolojik yapısında değişimlerin oluşmasına neden olmuştur. Ancak jeomiras olarak sosyo-ekonomik katkısı, antropojenik değişimlerin gözlemlenmesi, tuzla alanlarının manzara ve estetik durumu bu sahanın jeomorfoturizm kapsamına alınmasını sağlamıştır.

### Bolluk Gölü Çevresinin Jeomorfoturizm Potansiyeli

Bolluk Gölü ve çevresindeki jeomiras unsurları ve jeomorfositler; traverten konileri, tufa çökelleri, dolinler, traverten kanalı, mikro tümsekler ve paludal çökeller (tortular), Bolluk Gölü, tuzla alanları şeklinde belirlenmiştir. Bu unsurların jeomorfosit olarak belirlenmesinde jeolojik, jeomorfolojik unsurların yapısı, süreçleri ve görünümünün bilimsel değeri, estetik, manzara değeri, sosyo-kültürel ve tarihi değeri ile ekonomik değerleri temel alınmıştır.



**Şekil 10:** Bolluk Gölü doğu kıyıları ile 58 ve 59 no'lu traverten konileri ve tombolo alanının ortofotosu.

**Figure 10:** Orthophoto of the eastern coasts of Lake Bolluk, travertine cones 58 and 59, and the tombolo area.

Belirlenen yedi jeoturizm/jeomorfosit unsurlarına, Bollatı vd'nin (2012) çalışmasından yararlanılarak, jeomorfositlere ana ve alt kriterler kapsamında kantitatif değerler verilmiş, ortalama değerler üzerinden araştırma sahasının Jeomorfosit Değerlendirme Kriterleri (JDK) verisi ortaya çıkmış ve jeomorfoturizm potansiyeli analiz edilmiştir (Çizelge 1 ve 2).

Çalışma sahasındaki jeomorfositlerin beşinde karst litolojisi ve jeomorfolojisi etken faktördür. Traverten konileri düzenli bir dağılım göstermekte iken diğer jeomorfositler de nedensellik ilkesi kapsamında bir düzen saptanmamıştır (Çizelge 1). Araştırmada sahasındaki jeomorfositlerin tamamı orta ve yüksek derecede antropojenik etkilenebilirlik düzeyindedir.

Araştırma sahasında JDK analiz sonuçlarına göre en yüksek genel ortalamaya traverten konilerinin sahip olduğu (0,61) saptanmıştır. Traverten konilerini jeomorfoturizm potansiyeli analiz açısından sırasıyla; traverten kanalı (0,56), dolinler (0,55), tufa çökelleri (0,54), Bolluk Gölü (0,54), mikro tümsek ve paludal çökeller (0,48) ve tuzla alanları (0,46) takip etmektedir (Çizelge 2). Traverten konileri ve çevresindeki diğer jeomorfolojik birimlerin bilimsel değer açısından jeomorfoturizm potansiyeli daha yüksektir. Bütün jeomorfositlerin genel jeomorfoturizm ortalaması 0,53 iken bilimsel değer ortalaması 0,64, ikincil değer ortalaması 0,51 ve kullanım potansiyeli ortalaması 0,44 olarak hesaplanmıştır.

Alt parametrelerin jeomorfosit ortalamaları analiz edildiğinde en yüksek değere “eğitim sahası örneği” alt parametresi sahiptir. Bu değeri sırasıyla “zamansal erişebilirlik, jeomorfolojik sürecin temsili, jeolojik sürecin temsili, ekolojik etkisi, nadirlik ve özgünlük ile mekânsal erişebilirlik” izlemektedir. Bu parametrelerin jeomorfositler açısından ortalaması 0,68 değerinin üzerindedir. Ancak araştırma sahası jeomorfoturizm potansiyeli analizine göre bazı sorunları da barındırmaktadır. Analizdeki “hizmet potansiyeli, ek ilgilere yararlanma, spor faaliyetine uygunluk” alt parametrelerin ortalama sonuçları oldukça düşüktür. Bulgular özellikle traverten konileri başta olmak üzere diğer jeomorfolojik birimlerin jeomiras, jeosit, jeomorfosit ve jeomorfoturizm açısından yüksek bilimsel değere sahip olduğunu ancak hizmet, tanıtım, turizm potansiyelini artırma ve kullanma-koruma dengesi açısından sorunların ve eksikliklerin bulunduğunu ortaya koymaktadır.

Bilimsel değer açısından traverten konileri, dolinler, tufa çökelleri ve traverten kanalı öne çıkmaktadır. Traverten konilerinde jeolojik ve jeomorfolojik özelliklerin arazide belirgin olarak gözlemlenebilmesi, nadir ve özgün birimler olmaları, aynı zamanda çok sayıda ve belli sistematiklerle meydana gelmeleri jeomorfosit ve jeomorfoturizm potansiyelinde bilimsel değerlerin oldukça fazla olduğunu göstermektedir.

**Çizelge 1.** Araştırma sahasındaki jeomorfoturizm unsurlarının bazı özellikleri.

**Table 1.** Some characteristics of geomorphotourism elements in the research area.

Jeomorfoturizm Unsurları	Adet	Dağılım	Jeomorfolojik Türü	Litoloji	Antropojenik etkilenebilirlik
Traverten Konileri	64	Düzenli	Karst ve tektonizma	Kalker	Yüksek
Tufa çökelleri	-	Dağınık	Karst	Kalker	Yüksek
Dolinler	18	Dağınık	Karst	Kalker	Orta
Traverten Kanalı	3	Belirsiz	Karst	Kalker	Yüksek
Tümsek Paludal çökel	-	Dağınık	Karst vd.,	Kalker, marn	Yüksek
Bolluk Gölü çanağı	1	-	Tektonizma	-	Orta
Tuzla Alanları	3	Dağınık	Antropojenik	-	Yüksek

Çalışma alanının karstik yapısı ve meydana gelen farklı türdeki dolinler jeosit ve jeomorfosit açısından önemli örneklerdir. Tufa çökelleri, traverten konileri ile birlikte gözlemlenebilmekte ve sahada farklılıkları karşılaştırılabilmektedir. Traverten kanalı ise nadir ve özgün yapısı, antropojenik kullanımı ile bilimsel değer açısından dikkat çekmektedir. Jeolojik olarak traverten konilerinde oluşum katmanları, konilerin jeomorfolojik olarak fosil bir topografyayı ortaya koyması, morfometrik olarak farklı jeomorfolojik görünümleri jeomorforturizm potansiyelinin bu sahada yüksek olmasını desteklemektedir.

Belirtilen unsurlar araştırma sahasının bilimsel, eğitim ve gözlem açısından yüksek jeomorforturizm özelliklerini ortaya koymaktadır.

Manzara ve estetik değerler açısından traverten konilerinin farklı tipteki yapıları ile Bolluk Gölü ve tuzla alanları ön plana çıkmaktadır. Son yıllarda gelişen drone fotoğrafçılığı, sosyal medya için mini belgesellerin sayısı, çalışma sahasının

jeomorforturizm potansiyelini de arttırmaktadır. Farklı mevsimlerde Bolluk Gölü su yüzey alanı ve renginin değişmesi, tuzla alanlarındaki değişimler, günbatımı açısından estetik fotoğraf imkânı ve turizm potansiyelinin artmasında önemli rol oynayacak jeomiras alanlarıdır. Bölgeye ulaşımın kolay olması ve zamansal açıdan her dönem farklı bir görsellik barındırması diğer önemli jeomiras ve jeomorforturizm değeri olarak dikkat çekmektedir. Ayrıca Bolluk Gölü, kuşların göç yolu uğrak noktalarından biri olması sebebiyle de turizm potansiyellerini destek ve diğer açılardan barındırmaktadır.

Tarihi ve kültürel değerler açısından traverten konileri etrafında antik ve ilkel döneme ait küçük eserlerin bulunması bu sahanın geçmişten günümüze kullanıldığını göstermektedir. Bunun dışında traverten kanalının Hitit su yolu olarak adlandırılması ve insanlar tarafından kullanılması, çalışma sahasının batısındaki Yapalı Türbesi diğer önemli tarihi ve kültürel değerler olarak ön plana çıkmaktadır.

**Çizelge 2.** Araştırma sahası unsurlarının Jeomorfosit Değerlendirme Kriterleri (JDK) analiz sonuçları.

**Table 2.** *Geomorphosite Evaluation Criteria (GEC) analysis results of the research area elements.*

Ana Değer	Alt Parametreler	Jeosit-Jeomorfosit No*						
		1	2	3	4	5	6	7
Bilimsel Değer	1-Jeomorfolojik sürecin temsili	0,9	0,8	0,9	0,8	0,6	0,5	0,4
	2-Jeolojik sürecin temsili	0,8	0,9	0,8	0,8	0,6	0,5	0,5
	3-Eğitim sahası örneği	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7	0,6	0,6
	4-Mekansal uzantı	0,7	0,7	0,6	0,7	0,5	0,6	0,5
	5-Jeoçeşitlilik	0,8	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5
	6-Jeo-tarihsel önemi	0,6	0,5	0,6	0,8	0,3	0,6	0,6
	7-Ekolojik etkisi	0,7	0,8	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7
	8-Entegrasyon ve bütünlük	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4
	9-Nadirlik ve özgünlük	0,9	0,8	0,5	0,8	0,8	0,5	0,5
İkincil Değer	1-Kültürel değer	0,5	0,4	0,4	0,6	0,5	0,5	0,4
	2-Estetik değer	0,6	0,5	0,5	0,5	0,3	0,5	0,4
	3-Sosyo-ekonomik değer	0,5	0,5	0,5	0,7	0,5	0,8	0,8
Kullanım Potansiyeli	1-Zamansal erişebilirlik	0,8	0,7	0,8	0,7	0,7	0,8	0,8
	2-Mekansal erişebilirlik	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6
	3-Görünürlülük ve manzara	0,6	0,4	0,5	0,5	0,4	0,6	0,6
	4-Hizmet potansiyeli	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
	5-Turist potansiyeli	0,6	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,2
	6-Spor faaliyetine uygunluk	0,5	0,1	0,2	0,1	0,2	0,5	0,2
	7-Yasal düzenleme ve kısıtlama	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3
	8-Jeomorfolojik ilgiden yararlanma	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,3
	9-Ek ilgilerden yararlanma	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
	10-Çevredeki jeositlerin varlığı	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,5
Sonuçlar	<b>GENEL ORTALAMA SONUCU</b>	<b>0,61</b>	<b>0,54</b>	<b>0,55</b>	<b>0,56</b>	<b>0,48</b>	<b>0,54</b>	<b>0,46</b>
	<b>Bilimsel Değer Ortalama Sonucu</b>	<b>0,75</b>	<b>0,72</b>	<b>0,68</b>	<b>0,71</b>	<b>0,57</b>	<b>0,56</b>	<b>0,52</b>
	<b>İkincil Değer Ortalama Sonucu</b>	<b>0,53</b>	<b>0,46</b>	<b>0,46</b>	<b>0,6</b>	<b>0,43</b>	<b>0,6</b>	<b>0,53</b>
	<b>Kullanım Potansiyeli Ortalama Sonucu</b>	<b>0,52</b>	<b>0,41</b>	<b>0,45</b>	<b>0,43</b>	<b>0,41</b>	<b>0,5</b>	<b>0,39</b>

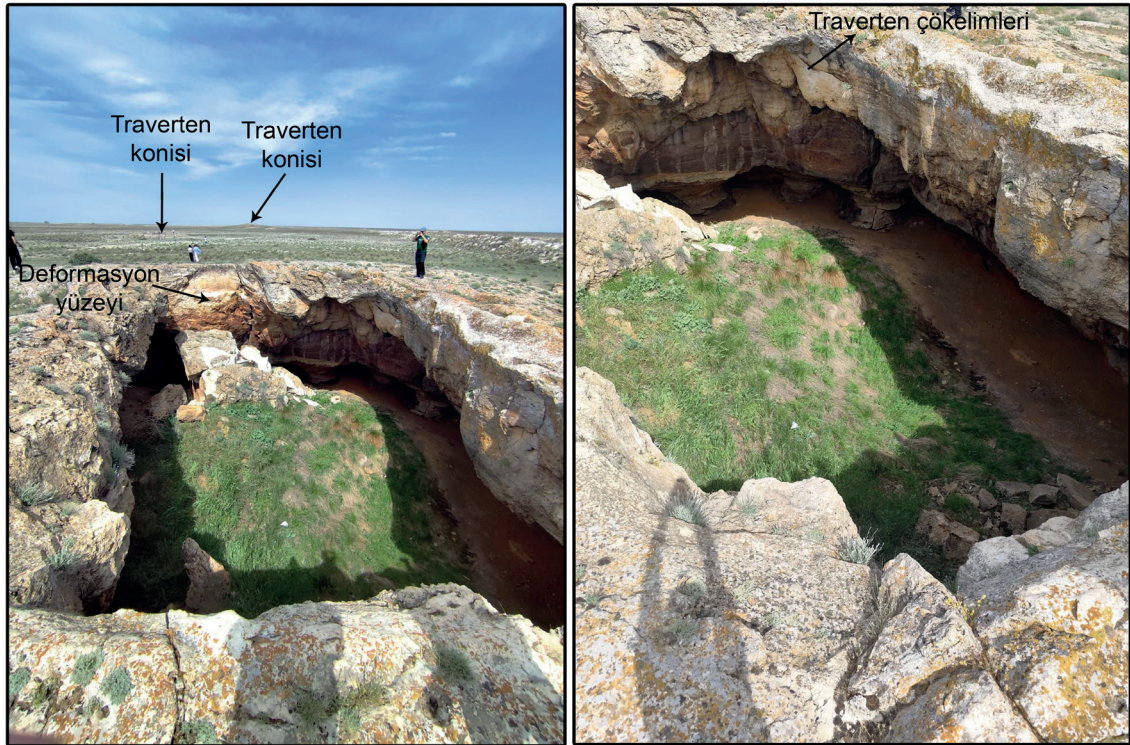
\*1) Traverten konileri, 2) Tufa çökelleri, 3) Dolinler, 4) Traverten kanalı, 5) Mikro tümsek ve paludal çökeller, 6) Bolluk Gölü, 7) Tuzla alanları

Dünyada jeomiras alanlarındaki ekonomik katkı ve bunun sosyal boyutu önemsenmektedir. Araştırma sahasının Türkiye'nin önemli sodyum sülfat üretim alanlarından biri olması hem bilimsel hem ekonomik açıdan jeomiras faaliyetlerine katkı sağlayacaktır.

Bolluk Gölü çevresindeki jeomorfoturizm sahası önemli potansiyelleri barındırmakla birlikte bazı tehlike ve riskleri içermektedir. Araştırma sahasının "Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi" içerisinde olmasına rağmen aslında korumasız bir alan olduğu gözlemlenmiştir. Oluşumu duran traverten konilerinin doğal ya da antropojenik olarak farklı süreçlerle tahrip olması ve olmaya devam etmesi en büyük tehlike olarak dikkat çekmektedir. Bunun yanında Konya ve Tuz Gölü havzalarındaki yer altı su seviyesinin oldukça

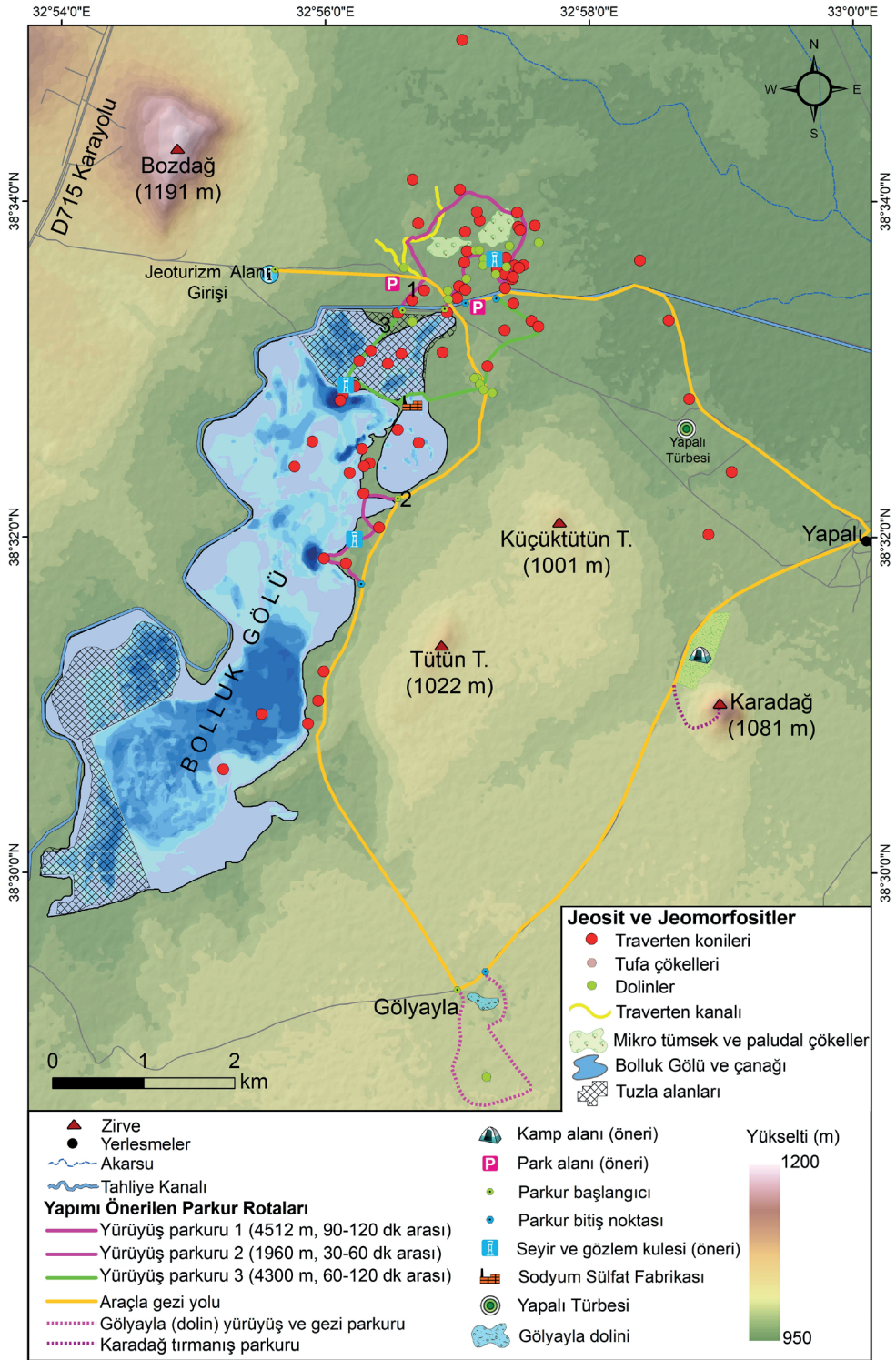
azalması, birçok alanda gözlemlenen yeni obruk oluşumlarına benzer jeomorfolojik birimlerin bu sahada da gözlemlenmesine neden olmaktadır. Araştırma sahasında tespit edilen çökmeler, yarık ve çatlaklar ile konilerdeki deformasyonlar hem belirtilen jeomorfolojik, hidrografik süreçlerin etkisinde hem de antropojenik faaliyetlerle meydana gelmektedir (Şekil 11).

Bolluk Gölü traverten konileri ve çevresindeki jeoturizm unsurları ile jeomorfoturizm potansiyelinin doğru şekilde kullanılabilmesi için bazı planlamaların mutlak suretle yapılması gerekmektedir. Bu bakımdan elde edilen analiz bulguları sonucunda araştırma sahasının jeomorfoturizm planlama ve yönetim haritası öneri olarak sunulmuştur (Şekil 12). Yönetim haritasında 6 farklı rota önerisi sunulmuştur.



Şekil 11. Traverten konileri ağız kesimindeki flüvyal depolanmanın yer altı su seviyesi azalması, karstlaşma ve antropojenik etkenlere bağlı deformasyonu.

*Figure 11. Deformation of fluvial deposits in the crater area of the travertine cones due to groundwater-level decline, karstification, and anthropogenic factors.*



Şekil 12. Traverten konileri ve çevresinin jeomorfoturizm planlama ve yönetim önerisi haritası.

Figure 12. Geomorphotourism planning and management proposal map of travertine cones and surroundings.

Önerilen güzergahlardan 1. rota konilerin en yoğun olduğu sahada jeolojik, jeomorfolojik gözlem odaklı ve uzun bir yürüyüş parkurunu içermekte, koniler, dolinler, mikro tümsekler ve traverten kanalları bu rota içerisinde görülebilmektedir (Şekil 12). Önerilen 2. Rota ilk olarak araçla Bolluk Gölü doğu kıyısına varılarak başlanmaktadır. Daha kısa olan bu rotada, Bolluk Gölü, kıyı değişimleri, hidrografik ve jeomorfolojik değişimler, tombolo alanı traverten konileri gözlemlenebilmektedir. Bolluk Gölü'nün hemen kuzeyinde başlayan ve daha çok özel izinle yapılabilecek diğer uzun rotada (3) ise tuzla alanları, traverten konileri (tahrip alanları dahil), Bolluk Gölü kıyısı, sodyum sülfat üretim alanları ve tesisi ile dolinler gözlemlenebilmektedir. Jeomorfoturizme alternatif sağlamak amacıyla Gölyayla yürüyüş parkuru, Karadağ kamp ve tırmanış alanı ile araçla sahanın gezi rotası önerilen diğer güzergahlardır.

## SONUÇ

Bu çalışmada Bolluk Gölü çevresinde bulunan, Dünyada ve Türkiye'de nadir olarak gözlemlenebilen traverten konileri ile diğer jeolojik, jeomorfolojik unsurların jeoturizm/ jeomorfoturizm potansiyeli araştırılmıştır. Çalışmada jeomirasın önemli unsurları olan jeosit ve jeomorfositler 7 temel odak noktası olarak belirlenmiştir. Temel jeomorfositleri; traverten konileri, tufa çökelleri, dolinler, traverten kanalı, mikro tümsek ve paludal çökeller olup, diğer jeomorfoturizm unsurları ise Bolluk Gölü ve çanağı ile tuzla alanları olarak belirlenmiştir. Çalışmada belirlenen jeomorfositlerin temel özellikleri araştırılmış, incelenmiş daha sonra Jeomorfosit Değerlendirme Kriterleri (JDK) modeli ile farklı kriterler açısından analiz edilmiştir.

Jeomorfosit Değerlendirme Kriterleri (JDK) bulgularına göre en yüksek genel ortalamaya traverten konileri (0,61) sahiptir. Traverten konilerini jeomorfoturizm potansiyeli analiz

açısından sırasıyla; traverten kanalı (0,56), dolinler (0,55), tufa çökelleri (0,54), Bolluk Gölü (0,54), mikro tümsek ve paludal çökeller (0,48) ve tuzla alanları (0,46) takip etmektedir. Analiz sonucunda belirlenen tüm jeomorfositlerin genel jeomorfoturizm ortalaması 0,53 iken bilimsel değer ortalaması 0,64, ikincil değer ortalaması 0,51 ve kullanım potansiyeli ortalaması 0,44 olarak hesaplanmıştır. Bu durum sahanın önemli jeosit ve jeomorfositleri kapsadığını ancak sahada hizmet, ulaşım, tanıtım vb. açılardan sorunların olduğunu göstermektedir. Alt parametrelerin jeomorfosit ortalamaları sonuçları incelendiğinde en yüksek değerlere "eğitim sahası örneği, zamansal erişebilirlik, jeomorfolojik ve jeolojik sürecin temsili, ekolojik etkisi, nadirlik ve özgünlük ile mekânsal erişebilirlik" izlemektedir. JDK sonucunun değişkenlerden "hizmet potansiyeli, ek ilgililerden yararlanma, spor faaliyetine uygunluk" ortalama değerleri ise oldukça düşüktür. Çalışmada tespit edilen bulgular ve yapılan analizler Bolluk Gölü ve çevresinin önemli bir jeomorfoturizm potansiyeli barındırdığını, özgün, nadir ve estetik olarak jeosit, jeomorfosit ve jeomiras unsurlarını ihtiva ettiğini göstermektedir. Dünyada ve Türkiye'de gelişen alternatif turizm sahaları açısından önemli potansiyeli barındıran Bolluk Gölü ve çevresi özellikle farklı tip, sayı, morfometri ve görünüm arz eden traverten konileri ile önemli jeomiras alanlarından biridir ve mutlak suretle koruma altına alınmalıdır. Bu bakımdan sahada doğal ve antropojenik etkenlerle yaşanan tahrip, tedbirlerle önlemlenmeli ve bu saha önemli bir turizm destinasyonu haline getirilmelidir. Bu bakımdan çalışmada jeomorfoturizm faaliyeti için farklı rota, etkinlikleri içeren yönetim ve planlama haritası sunulmuştur. Öneriler ile birlikte çalışma sahasının profesyonel olarak jeoparka uygun hale getirilmesi aynı zamanda yöre halkının kalkınmasına katkı sağlayacak, sosyo kültürel ve ekonomik gelişmeler sağlayacaktır. En önemli husus oluşumları jeolojik olarak oldukça zaman alan ve nadir olan başta traverten konileri olmak

üzere diğer jeomorfositlerin, jeomorfoturizm uygulamaları ile koruma-kullanma ve sürdürülebilirliği sağlama prensibi kapsamında degridasyona ve antropojenik bozulmalara karşı korunması sağlanabilecektir.

### **EXTENDED SUMMARY**

*Geosites and geomorphosites form the basis of geoheritage areas. Geosites are elements that are structurally and lithologically rare, possessing aesthetic and scientific value. Geomorphosites, on the other hand, are natural elements that have interacted with different factors in the formation and development of the relief, creating rare landscapes and presenting aesthetic appearances (Panizza, 2001; Canpolat et al., 2020; Migoń, 2024). In this respect, both geomorphosite elements are interconnected and interact with each other (Turoğlu, 2025). Geomorphosites form the unique components of geotourism and can be evaluated in three fundamental dimensions: aesthetic, dynamic, and scale diversity (Reynard et al., 2016; Bussard and Reynard, 2022). Various classifications have been proposed for geomorphosites. In this context, geomorphosites may be classified according to their geometric characteristics and formative processes. However, such classifications vary depending on the size of the geomorphosite, as well as the scope and scale of the investigation (Ferrando et al., 2025). Contrary to general classifications, some studies indicate that the value assigned to geomorphological elements can be determined by local factors and that this process can be subjective in some cases. Different models have therefore been proposed to determine the potential of geomorphosites, geosites, geotourism and geomorphosites around the world (Bollati et al., 2012; Zorlu et al., 2024; Rylp et al., 2025; Skovitina et al., 2025). These models generally evaluate geosites and geomorphosites from a scientific and aesthetic perspective, and the analysis results create the geomorphotourism*

*potential (Aytaç et al., 2025). The data obtained from the model results can be used in the development, sustainability, management, and conservation of the elements under consideration.*

*Türkiye possesses both processes and elements of geological and geomorphological diversity. This situation has ensured that Türkiye has considerable geomorphological potential (Turoğlu, 2025). From a morphogenetic perspective, the operation of diverse processes in Türkiye, the changes in climatic conditions throughout geological time, particularly during the Quaternary, the diversity of primary and elementary geomorphological elements, and neotectonic factors have collectively enhanced geomorphological diversity and, consequently, the country's geomorphological heritage potential (Zeybek, 2004; Kaygılı et al., 2018). The geological and geomorphological formation and development of elements that offer diverse tourism potential in many respects have enabled the conservation and sustainable tourism use of such geomorphological heritage elements in various areas of Türkiye. The aim of this study is to identify and classify the geosites and geomorphosites of Lake Bolluk and its surroundings, which are rare in the world and in Türkiye and contain a large number of travertine cones in a small area, to determine their geomorphotourism potential, and to propose geomorphotourism-focused route paths and management plans.*

*The research data consists of cartographic elements, satellite images, orthophotos, fieldwork findings, and previous studies. The study essentially consists of two stages. The study was conducted in three main stages. In the first stage, the geosites and geomorphosites in the study area were identified and their geomorphological characteristics were documented. In the second stage, the geomorphotourism potential of the identified geomorphosites was assessed. Finally, based on the data obtained from these two stages, a geomorphotourism management and planning*


map of the study area was produced. Within this framework, the geomorphosites were first identified and mapped, and relevant analyses were carried out. Subsequently, the identified geomorphosites were evaluated in terms of their geomorphotourism potential using the “Geomorphosite Evaluation Criteria” (GEC) model proposed by Bollati et al. (2012).


The most extensive and interesting geomorphosites in the study area are the travertine cones. A total of 64 travertine cones were identified in the study. The cones have basal diameters ranging from 12 to 389 m, crater diameters from 3 to 50 m, heights from 1 to 27 m, and pit depths from 0.1 to 20 m. While 50 of the cones retain their distinct morphological features, approximately 14 cones were found to be damaged by natural or anthropogenic processes. Most of the cones are concentrated on the northern and eastern shores of the lake, while some are located within the lake itself. Geologically, NW–SE trending fault lines play a fundamental role in travertine formation. The cones, whose water resources are diminishing and whose formation mechanisms have ceased, exhibit fossil topography characteristics. Travertine cones also present different morphological appearances and types depending on the amount of  $\text{CaCO}_3$ , geomorphological conditions, and other factors. In addition to travertine cones, tufas, dolines, travertine channels, micro-mounds and paludal deposits, the Lake Bolluk basin and salt flats were also identified as geomorphosites in the research area. Tufas, although formed during the same stage as travertine cones, possess both geosite and geomorphosite value due to their porosity structures and biological remains. The dolines in the research area are classified as collapse, dissolution, and subsidence-type dolines. In this study, 18 dolines were identified to the north and east of Lake Bolluk. Some dolines are intertwined with travertine cones, as exemplified by Ilıcıpınar. Travertine channels are rare geomorphological structures that are slightly elevated from the

ground, formed by the accumulation of  $\text{CaCO}_3$  precipitation in the direction of flow. Lake Bolluk and the salt marshes are geomorphosites shaped by both natural and anthropogenic factors.

According to the results of the Geomorphosite Evaluation Criteria (GEC) analysis, the travertine cones have the highest overall mean score (0.61) among the geomorphosites in the study area. In terms of geomorphotourism potential, they are followed by travertine channels (0.56), dolines (0.55), tufa deposits (0.54), Lake Bolluk (0.54), micromounds and paludal deposits (0.48), and salt marshes (0.46). Overall, the geomorphotourism potential of the travertine cones and the surrounding geomorphological units is particularly high with respect to scientific value. The mean geomorphotourism score of all geomorphosites is 0.53, while the averages for scientific value, additional (secondary) value, and usage potential are 0.64, 0.51, and 0.44, respectively. Among the sub-parameters, “educational site example” yields the highest mean score, followed by “temporal accessibility”, “representation of the geomorphological process”, “representation of the geological process”, “ecological impact”, “rarity and uniqueness”, and “spatial accessibility”. The mean values of these parameters exceed 0.68. However, the geomorphotourism potential analysis also reveals several shortcomings. The mean scores for the sub-parameters “service potential”, “utilization of additional attractions”, and “suitability for sporting activities” are relatively low. These results indicate that, although the geomorphological units, especially the travertine cones, possess high scientific value in terms of geomorphology, geosites, geomorphosites, and geomorphotourism, there are significant deficiencies in infrastructure and services, promotion, the development of tourism potential, and the balance between use and conservation.

**ORCID**

Sultan Murat Uzun  <https://orcid.org/0000-0003-2191-3936>

Nuriye Garipağaoğlu  <https://orcid.org/0000-0003-4967-8536>

**KAYNAKLAR / REFERENCES**

- Alagöz, C. A. (1944). *Türkiye’de karst olayları hakkında bir araştırma*. Türk Coğrafya Kurumu, 1.
- Altunel, E. (1996). Morphological Features, Ages And Neotectonic Significance Of Pamukkale Travertines. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 118(118), 25-25.
- Arenas-Abad, C., Vázquez-Urbez, M., Pardo-Tirapu, G. & Sancho-Marcén, C. (2010). Fluvial and associated carbonate deposits. *Developments in Sedimentology*, 61, 133-175. [https://doi.org/10.1016/S0070-4571\(09\)06103-2](https://doi.org/10.1016/S0070-4571(09)06103-2)
- Arenas, C. Auqué, L. Osácar, C. Sancho, C. Lozano, M.V. Vázquez-Urbez, M. & Pardo, G., (2015). Current tufa sedimentation in a high discharge river: a comparison with other synchronous tufa records in the Iberian Range (Spain) *Sedimentary Geology*, 325. 132-157 <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2015.05.007>
- Atabey, E. (2003). *Tufa ve Traverten*. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayını: 75.
- Aytaç, A. S., Kaylı, Ö. ve Göktaş, Y. (2025). Yapraklı Bazalt Sütunları’nın (Siverek) Jeomiras Açısından İncelenmesi, *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (15): 55-72. <https://doi.org/10.46453/jader.1729228>
- Bollati, I., Pelfini, M. & Pellegrini, L. (2012). A geomorphosites selection method for educational purposes: a case study in Trebbia Valley (Emilia Romagna, Italy). *Geografia Fisica E Dinamica Quaternaria*, 35(1), 23-35. <https://doi.org/10.4461/GFDQ.2012.35.3>
- Broggi, A. Capezzuoli, E. Karabacak, V. Alçiçek, M. C. & Luo, L. (2021). Fissure ridges: A reappraisal of faulting and travertine deposition (Travertines). *Geosciences*. <https://doi.org/10.3390/geosciences11070278>
- Bussard, J. & Reynard, E. (2022). Heritage value and stakeholders’ perception of four geomorphological landscapes in Southern Iceland. *Geoheritage* 14, 89. <https://doi.org/10.1007/s12371-022-00722-8>.
- Canik, B. Afşin, M. ve Çelik, M. (2004). *Cihanbeyli-Bolluk Gölü-Yapalı Hamamı ve dolayındaki sıcak ve mineralli su kaynaklarının Hidrojeokimyasal ve izotop açısından incelenmesi*. Ankara: Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurulu.
- Canpolat, E., Çılğın, Z. ve Bayrakdar, C. (2020). Jeomorforturizm Potansiyeli Bakımından Emecik Kanyonu. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi* (5): 64-86 <https://doi.org/10.46453/jader.784270>
- Capezzuoli, E., Gandin, A. & Pedley, M., (2014). Decoding tufa and travertine (fresh water carbonates) in the sedimentary record: The state of the art. *Sedimentology*, 61, 1-21, <https://doi.org/10.1111/sed.12075>
- Coratza, P., Bollati, I.M., Panizza, V., Brandolini, P., Castaldini, D., Cucchi, F., Deiana, vd., (2021). Advances in geoheritage mapping: application to iconic geomorphological examples from the Italian landscape. *Sustainability* 13, Article 11538. <https://doi.org/10.3390/su132011538>
- Çelik, Y. ve Tagliasacchi, E. (2025). Gürlevik Tufa Waterfall: Facies Characteristics, Depositional Systems and Geoheritage Potential (Erzincan, East Anatolia). *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 68(2), 205-224. <https://doi.org/10.25288/tjb.1646179>
- Delibaş, M. (2010). *Türkiye’de korumacılık anlayışında jeolojik yapıların önemi: Bolluk Gölü bölgesi traverten konileri (Cihanbeyli-Konya) [yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]*. Zonguldak Karaelmes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Jeoloji Mühendisliği ABD, Zonguldak.
- Doğan, U. (2004). Dolin sınıflamasında yeni yaklaşımlar. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 249-269.

- Doğan, U., Şenkul, Ç. ve Yeşilyurt, S. (2019) First Paleo-Fairy Chimney Findings in the Cappadocia Region, Turkey: a Possible Geomorphosite. *Geoheritage*, 11, 653–664. <https://doi.org/10.1007/s12371-018-0320-1>
- Dowling R. K. & Newsome, D. (2018) Geotourism: definition, characteristics and international perspectives. *Handbook of Geotourism*, 1–22. <https://doi.org/10.4337/9781785368868.00009>
- Erinç, S. (1960). Konya bölümünde ve İç Toros sınırlarında karst şekilleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, 20, 83-106.
- Erol, O. (1968). Cihanbeyli güneyinde Bolluk Gölü çevresindeki traverten konileri. *Türk Coğrafya Dergisi*, 24-25, 64-98
- Ferdowsi, S., Tavana, M., Heydari, R. & Štrba, L. (2025). Geoeducation: the key to geoheritage conservation in tourism destinations. *International Geology Review*, 67(13), 1674–1696. <https://doi.org/10.1080/00206814.2025.2466028>
- Ferrando, A., Faccini, F., Coratza, P. & Reynard, E. (2025). The management perimeter: A proposal for effective conservation of geomorphosites. *Geomorphology*, 472, Article 109591. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2025.109591>
- Ford, T. D. & Pedley, H. M., (1996). A review of tufa and travertine deposits of the World. *Earth-Science Reviews*, 41, (3-4). 117-175. [https://doi.org/10.1016/S0012-8252\(96\)00030-X](https://doi.org/10.1016/S0012-8252(96)00030-X)
- Ford, D. & Williams, P. (2007). Karst Hydrology and Geomorphology. London: Chapman and Hall. <https://doi.org/10.1002/9781118684986>
- Jones, B. & Peng, X., (2017). Growth and development of spring towers at Shiqiang, Yunnan Province, China. *Sedimentary Geology*, 347, 183–209. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2016.11.013>
- Kaygılı, S., Sinanoğlu, D., Aksoy, E. & Şaşmaz, A. (2018). Geotourism: some examples from Turkey. *Bulletin of the University of Dnepropetrovsk. Geology, Geography*, 26, 79–87. <https://doi.org/10.15421/111809>
- Kazancı, N. (2012). Geological background and three vulnerable geosites of the Kızılcahamam-Çamlıdere Geopark Project in Ankara, Turkey. *Geoheritage*, 4, 249–261. <https://doi.org/10.1007/s12371-012-0064-2>
- Linares, R., Rosell, J., Roqué, C. & Gutiérrez, F. (2010). Origin and evolution of tufa mounds related to artesian karstic springs in Isona area (Pyrenees, NE Spain). *Geodinamica Acta*, 23(1–3), 129–150. <https://doi.org/10.3166/ga.23.129-150>
- Liu, Y., Zhou, X., Fang, B., Zhou, H. & Yamanaka, T. (2012). A preliminary analysis of the formation of travertine and travertine cones in the Jifei hot spring, Yunnan, China. *Environmental Earth Sciences*, 66, 1887–1896. <https://doi.org/10.1007/s12665-011-1413-1>
- Luo, L., Wen, H., Brogi, A. & Capezzuoli, E. (2021). Factors controlling the geometry of travertine mounds: Insights from Heinitang (China). *Sedimentology*, 69(4), 1519–1546. <https://doi.org/10.1111/sed.12961>
- Migoń, P. (2024). Diversity of added cultural values to geomorphosites – Evidence from sandstone landscapes of Central Europe. *Geomorphology*, 451, Article 109086. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2024.109086>
- Özdemir, M. A. & Kaymak, H. (2025) Inventory and assessment of geomorphosites of Mountainous Phrygia (Eskişehir/Türkiye). *Journal of Mountain Science*, 22, 2313–2331. <https://doi.org/10.1007/s11629-025-9694-0>
- Özkul, M., Varol, B. ve Alçiçek, M. C. (2002). Depositional Environments and Petrography of Denizli Travertines. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 125(125), 13-29.
- Özkul, M., Kele, S., Gökgez, A., Shen, C. C., Jones, B., Baykara, M. O., Föziz, I., Nemeth, T., Chang, Y.-W. & Alçiçek, M. C. (2013) Comparison of the Quaternary travertine sites in the Denizli Extensional Basin based on their depositional and

- geochemical data. *Sedimentary Geology*, 294, 179–204. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2013.05.018>
- Özkul, M., Gökğöz, A. & Horvatinčić, N., (2010). Depositional properties and geochemistry of Holocene perched springline tufa deposits and associated spring waters: a case study from the Denizli province, Western Turkey. In Pedley, H. M. (Ed.), *Tufas and Speleothems: Unravelling the Microbial and Physical Controls: The Geological Society, London. Special Publications*, 336, 245–262.
- Özkul M., Gökğöz A. & Yüksel, A. K. (2019) Travertine Spring Towers as Rare Depositional Morphologies in Geothermal Fields: An Example from the Hisaralan Geothermal Area (Sındırgı, Balıkesir, NW Turkey). *International Earth Science Colloquium on the Aegean Region, IESCA-2019* (p.: 101-106). İzmir, Türkiye.
- Özkul, M., Gül, A., Koralay, T. Özen, H., Semiz, B. ve Duman, B., (2024). Denizli Travertine: A Global Heritage Stone Resource Nominee from Western Türkiye. *Geoheritage*, 16, Article 67. <https://doi.org/10.1007/s12371-024-00970-w>
- Öztürk, M. Z. (2018). Karstik kapalı depresyonların (dolinlerin) morfometrik analizleri. *Coğrafya Dergisi*, 36, 1-13. <https://doi.org/10.26650/JGEOG371149>
- Öztürk, M. Z. (2026) Distribution and Main Characteristics of Fairy Chimneys in Türkiye. *Geoheritage*, 18, Article 7. <https://doi.org/10.1007/s12371-025-01256-5>
- Panizza, M. (2001). Geomorphosites: Concepts, methods and examples of geomorphological survey. *Chinese Science Bulletin*, 46, 4–5. <https://doi.org/10.1007/bf03187227>
- Panizza, M. & Piacente, S. (2008). Geomorphosites and geotourism. *Revista Geográfica Acadêmica*, 2(1); 5-9.
- Pedley, M. (2009). Tuffs and Travertine of the Mediterranean Region: A Testing Ground for Freshwater Carbonate Concepts and Development. *Sedimentology*, 56, 221-246. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2008.01012.x>
- Pedley, M., Martín, J. A. G., Delgado, S. O. & García Del Cura, M. (2003), Sedimentology of Quaternary perched springline and paludal tufas: criteria for recognition, with examples from Guadalajara Province, Spain. *Sedimentology*, 50, 23-44. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3091.2003.00502.x>
- Pelfini, M. & Bollati, I., (2014). Landforms and geomorphosites ongoing changes: concepts and implications for geoheritage promotion. *Quaestiones Geographicae*, 33, 131–143. <https://doi.org/10.2478/quageo-2014-0009>
- Pentecost, A. & Viles, H. (1994). A Review and Reassessment of Travertine Classification. *Géographie physique et Quaternaire*, 48(3), 305–314. <https://doi.org/10.7202/033011ar>
- Pınar, A., Buldur, A. D. ve Tuncer, T. (2018). Bolluk Gölü Traverten Konilerinin Geçmişten Günümüze Değişimi. *Marmara Coğrafya Dergisi* (37), 233-252. <https://doi.org/10.14781/mcd.386373>
- Pimentel, N., Pereira, B. & Silva, M.R. (2024). From Geoheritage to Geosites at the Oeste Aspiring Geopark (Portugal). *Geoheritage*, 16, Article 31. <https://doi.org/10.1007/s12371-024-00935-z>
- Polat, S. (2011). Türkiye’de traverten oluşumu, yayılış alanı ve korunması. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 23, 389-428.
- Polat, S. ve Deniz, M. (2016). Some travertine areas in Turkey: as a touristic attraction. *Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Geography Symposium*, 413-426.
- Polat, S. ve Ege, İ. (2018). *Bolluk Traverten Konileri*. Kriter Basım Yayım Dağıtım.
- Reynard, E. & Coratza, P. (2007). Geomorphosites and geodiversity: A new domain of research. *Geographica Helvetica*, 62(3), 138–139. <https://doi.org/10.5194/gh-62-138-2007>
- Reynard, E. & Panizza, M. (2005). Geomorphosites: definition, assessment

- and mapping. *Géomorphologie Reli Process Environment*, 11(3), 177–180. <https://doi.org/10.4000/geomorphologie.337>
- Reynard, E., Coratza, P. & Giusti, C. (2011). Geomorphosites and Geotourism. *Geoheritage* 3, 129–130. <https://doi.org/10.1007/s12371-011-0041-1>
- Reynard, E., Perret, A. & Bussard, J. (2016). Integrated Approach for the Inventory and Management of Geomorphological Heritage at the Regional Scale. *Geoheritage*, 8, 43–60. <https://doi.org/10.1007/s12371-015-0153-0>
- Ruiz-Pedrosa, R. M., González-Amuchástegui, M. J. & Serrano, E. (2024). Geomorphosites as Geotouristic Resources: Assessment of Geomorphological Heritage for Local Development in the Río Lobos Natural Park. *Land*, 13(2), 128. <https://doi.org/10.3390/land13020128>
- Rypl, J., Kirchner, K. & Blažek, V. (2025). The Evaluation of Geomorphosites with regards to Geoheritage: Case Study of the Novohradské Mountains, Czechia. *Geoheritage*, 17, Article 108. <https://doi.org/10.1007/s12371-025-01148-8>
- Sayhan, H. (2005). Aktif Fay Hatları Boyunca Gelişen Traverten Konilerine Kırşehir’den Bir Örnek. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 115-132.
- Serrano, E., González-Amuchástegui, M. J. & Ruiz-Pedrosa, R. M. (2025). Geomorphosites and geomorphological maps applied to public use, tourism and natural heritage management in the Rio Lobos Natural Park (Spain). *Geomorphology*, 471, Article 109573. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2024.109573>
- Skovitina, T. M., Shchetnikov, A. A. & Kotov, A. B. (2025). (2025). Geodiversity and Geomorphosites of the Baikal Rift Zone. *Doklady Earth Sciences*, 522, Article 52. <https://doi.org/10.1134/S1028334X25606613>
- Tagliasacchi, E. & Kayseri-Özer, M. S. (2020). Multidisciplinary approach for palaeoclimatic signals of the non-marine carbonates: The case of the Sarıkavak tufa deposits (Afyon, SW-Turkey), *Quaternary International* 544, 41-56. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2019.12.016>
- Toker, E. (2017). Quaternary fluvial tufas of Sarıkavak area, southwestern Turkey: Facies and depositional systems. *Quaternary International*, 437, (Part A), 37-50. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.06.034>
- Toker, E., Kayseri-Özer, M. S., Özkul, M. & Kele, S. (2015). Depositional system and palaeoclimatic interpretations of Middle to Late Pleistocene travertines: Kocabaş, Denizli, SW Turkey. *Sedimentology*, 62 (5), 1360-1383 <https://doi.org/10.1111/sed.12186>
- Turoğlu, H. (2025). A Discussion About the “Geopark” Terminology Use Based on Turkish Researchers’ Conceptual Perceptions of Their Publications. *Geoheritage*, 17, Article 32. <https://doi.org/10.1007/s12371-025-01078-5>
- Uzun, M. (2015). Kocaeli İli Karadeniz Kıyılarının Jeomorfoturizm Özellikleri ve Kıyı Kullanımına Etkisi Açısından Değerlendirilmesi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 32, 339–366.
- Uzun, M. (2024). Tersakan ve Bolluk Göllerindeki (Konya) Yıllık ve Aylık Su Yüzeyi Değişimlerinin Uydu Görüntüleri ile Analizi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 33(2), 219-243. <https://doi.org/10.51800/ecd.1536680>
- Uzun, S. M. ve Siyavuş, A. E., (2024). Bitlis İli Jeomorfoturizm Potansiyelinin İncelenmesi. Elmastaş, N. (Ed.), *Bitlis Turizm Araştırmaları*. Akademisyen Kitabevi, Ankara.
- Wenzel, H. (1937). Forschungen in Inneranatolien. Die Steppe als Lebensraum. *Schriften des Geographischen Instituts der Universität Kiel*, 7(3).
- Yang, H., Wu, X., Cui, H., Wang, W., Cheng, Y., Gong, X., Luo, X. & Lin, Q. (2024). Formation Mechanism of Muji Travertine in the Pamirs

Plateau, China. *Minerals*, 14(12), Article 1192.  
<https://doi.org/10.3390/min14121192>

Zeybek, H. İ. (2004). Türkiye’de karstik alanların korunma gerekliliği ve alınabilecek bazı önlemler. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 11(9), 93-115.

Zorlu, K., Polat, S., Yılmaz, A. ve Dede, V. (2024). An integrated fuzzy-rough multi-criteria group decision-making model for quantitative assessment of geoheritage resources. *Resources Policy*, 90, Article 104773.  
<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2024.104773>