







# Bir jeomorfozite olarak Aktepe Traverten Köprüsü'nün oluşumu ve jeoturizm potansiyeli<sup>1</sup>

## Formation and geotourism potential of Aktepe Travertine Bridge as a geomorphosite<sup>2</sup>

Faruk Aylar<sup>a\*</sup> , Halil İbrahim Zeybek<sup>a</sup> , Selçuk Alemdağ<sup>b</sup> , Eren Yürüdü<sup>c</sup> , İsmail Bayram<sup>d</sup> ,  
Musa Altun<sup>d</sup> 

<sup>a</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Samsun, Türkiye.

<sup>b</sup> Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane, Türkiye,

<sup>c</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Tokat, Türkiye.

<sup>d</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Coğrafya Bölümü, Samsun, Türkiye.

ORCID: F.A. 0000-0003-4439-9079; H.I.Z. 0000-0002-4097-9079; S.A. 0000-0003-2893-3681; E.Y. 0000-0002-0847-3529; İ.B. 0009-0004-6519-6128; M.A. 0000-0002-3263-3174

### BİLGİ / INFO

Geliş/Received: 19.09.2023

Kabul/Accepted: 21.11.2023

#### Anahtar Kelimeler:

Traverten  
Doğal köprü  
Jeomorfozite  
Karst  
Giresun

#### Keywords:

Travertine  
Natural bridge  
Geomorphosite  
Karst  
Giresun

\*Sorumlu yazar/Corresponding author:

(F. Aylar) [farukaylar@gmail.com](mailto:farukaylar@gmail.com)

DOI: 10.17211/tcd.1362800



#### Atıf/Citation:

Aylar, F., Zeybek, H.İ., Alemdağ, S., Yürüdü, E., Bayram, İ., & Altun, M. (2023). Bir jeomorfozite olarak Aktepe Traverten Köprüsü'nün oluşumu ve jeoturizm potansiyeli. *Türk Coğrafya Dergisi*, (84), 167-186.

<https://doi.org/10.17211/tcd.1362800>

### ÖZ / ABSTRACT

Bu çalışmada, Giresun ili Alucra ilçesi Aktepe köyüne bağlı Belençayırı mahallesi sınırları içerisindeki traverten köprüsü incelenmiştir. Çalışmanın amacı, Aktepe Traverten köprüsünün oluşumu, jeomorfolojik özellikleri ve jeoturizm potansiyelini ortaya koymaktır. Çalışma arazi ölçüm, gözlem ve laboratuvar analizlerine dayanmaktadır. Traverten köprüsü, Alucra Çayı'nın yan kollarından Hayran Deresi vadisi üzerinde oluşmuştur. Traverten köprüsünün oluşumunda sahanın tektonik, litolojik ve jeomorfolojik gelişiminin önemli etkisi vardır. Çalışma sahasında farklı dönemlere ait kayaç toplulukları bulunmaktadır. Ancak traverten köprüsünün oluşumunda Jura-Alt Kretase yaşlı volkanikler ile kireçtaşının önemli etkisi vardır. Bu yapı içerisinde vadisini açan Hayran deresi, ilerleyen süreçte morfolojik taban düzeyini belirlemiştir. Bu duruma bağlı olarak üstteki kireçtaşı tabakasından yağışlar sonucu sızan sular vadiye doğru akmış ve yamaç kaynaklarının oluşmasına neden olmuştur. Bu kaynaklardan çıkan ve kalsiyum bikarbonat bakımından zengin bu sulardaki karbondioksit yüzeye çıktıktan sonra ortam şartlarına bağlı olarak sudan ayrılmış ve kalsiyum karbonat birikerek Aktepe travertenlerini oluşturmuştur. Süreç içerisinde traverten kütlesi vadinin tamamını batı yönünde ilerleyerek kapatmış ve traverten köprüsünü oluşturmuştur. Laboratuvar analizleri sonucunda yüzeyden alınan travertenin %59.31 CaCO<sub>3</sub> ve %40.69 kil içerirken, köprü altında oluşan sarkıtın %95.96 CaCO<sub>3</sub> ve %0.04 kil içerdiği tespit edilmiştir. Jeoturizm potansiyelini belirlemek amacıyla GAM Modeli ve Sayısallaştırılmış SWOT analizi uygulanmıştır. Bu analizler sonucunda sahanın yüksek jeoturizm potansiyeline sahip olduğu tespit edilmiştir.

*In this study, the travertine bridge within the borders of Belençayırı neighborhood of Aktepe village of Alucra district of Giresun province was examined. The aim of the study is to reveal the formation, geomorphological characteristics and geotourism potential of Aktepe Travertine Bridge. The study is based on field measurements, observations, and laboratory analyses. The travertine bridge was formed over the valley of Hayran Stream, one of the tributaries of Alucra Stream. Tectonic, lithological, and geomorphological development of the site has an important effect on the formation of the travertine bridge. There are rock assemblages belonging to different periods in the study area. However, Jurassic-Lower Cretaceous aged volcanics and limestone have an important effect on the formation of the travertine bridge. Hayran stream, which opened its valley within this structure, determined the morphological base level in the following process. As a result of this situation, the water seeping from the upper limestone layer as a result of precipitation flowed towards the valley and caused the formation of slope springs. The carbon dioxide in these waters' rich in calcium bicarbonate, which originated from these springs, separated from the water depending on the ambient conditions after reaching the surface and calcium carbonate accumulated and formed Aktepe travertines. In the process, the travertine mass closed the entire valley by moving in the west direction and formed the travertine bridge. As a result of the laboratory analyses, it was determined*

<sup>1</sup> Bu çalışma "IAG Regional Conferans of Geomorphology Cappadocia, Türkiye-2023" de sunulan bildiri özetinin genişletilmiş halidir.

<sup>2</sup> This paper is an extended version of the abstract presented at the "IAG Regional Conference of Geomorphology Cappadocia, Turkey-2023".

*that the travertine taken from the surface contains 59.31% CaCO<sub>3</sub> and 40.69% clay, while the stalactite formed under the bridge contains 95.96% CaCO<sub>3</sub> and 0.04% clay. GAM Model and Quantified SWOT analysis were applied to determine the geotourism potential. As a result of these analyses, it was determined that the site has a high geotourism potential.*

## Extended Abstract

### Introduction

Natural bridges are one of the rare landforms on earth. These landforms are among the important morphological units that can develop in areas with different rock properties such as limestone, travertine, and sandstone. Aktepe travertine bridge is one of the natural bridges, of which there are various examples in different countries of the world and in Turkey, formed by the travertine accumulation covering a part of the river valley and the river continues to flow under this accumulation. The term travertine is derived from "Tivertino", the ancient Roman name for the town of Tivoli in Italy, where travertine is commonly found. They are carbonated rocks of terrestrial origin formed because of the separation of carbon dioxide in hot or cold groundwater containing dissolved calcium bicarbonate. Travertine areas identified in Turkey are concentrated in areas where tectonic lines are located.

### Data and Method

During the field studies, the area covered by the travertine field, and the length, coordinate, and height measurements of the natural bridge were made with a GPS device and then controlled from the Google Earth Program. Measurements of the entrance and exit of the natural bridge, the length of the riverbed underneath, and the length, width, and ceiling heights of the cave formed under the bridge were made with the help of laser meters and tape measures. A camera and an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) were used to visualize the natural bridge. Rock samples were taken from the Aktepe Travertine Bridge during the field studies from the travertine forming the natural bridge and the stalactites formed in the cave below it. The "Geosite Preliminary Assessment Model" (GAM Model), which was first used by Vujicic et al. (2011), was used to determine the geotourism potential of the natural bridge. This model can be applied to both geosites and geomorphosites. The "Quantified SWOT Analysis" model was also applied.

### Findings

Aktepe Travertine Bridge is in the Eastern Black Sea Region of the Black Sea Region within the borders of Belençayırı neighborhood of Aktepe village in Alucra district of Giresun province. The main terrains of the study area and its immediate surroundings are composed of Jurassic-Lower Cretaceous aged volcanic and limestones. On top of these, there are sediments consisting of sandstone, mudstone, limestone, and mudstone succession belonging to different periods. The alluvium at the base of the Havran valley and Aktepe travertines constitutes the Quaternary units. According to the modal analysis results of the sample taken from this limestone, which has an important effect on the formation of Aktepe Travertine Bridge, it was reported that the limestone has 1.39% dolomite and 98.61% calcite (CaCO<sub>3</sub>) content.

This tectonic, lithologic, and geomorphologic development of the site has an important effect on the formation of the Aktepe

Travertine Bridge located in the middle avalanche of Hayran Creek. As a matter of fact, the uplift and subsidence occurring in the area with the effect of the CAFZ increased the energy of the streams and accelerated the karstification processes on the Jurassic-Lower Cretaceous aged limestones (Berdiga Formation) around the travertine bridge such as Sarıçiçek Mountain, Büyükçal Hill and Küçükçal Hill with the effect of the climate. Hayran Creek, which opened its valley within this structure, determined the morphological base level depending on its increasing energy in the progressing process and enabled the waters seeping from the upper limestone as a result of precipitation to flow towards the valley and the formation of slope springs. The carbon dioxide in the water rich in calcium carbonate (Ca<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) from these springs was separated from the water when it reached the surface, and the accumulated calcium carbonate (Ca<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) formed Aktepe travertines. Aktepe Travertine Bridge is one of the most important geomorphosite of the Alucra region. This formation, which was formed on the Hayran Creek valley and is a natural monument, has the potential to attract the attention of visitors with its geomorphological features, rarity, and high visibility.

According to the GAM method, the geomorphosite in the Z32 section has high scientific, aesthetic, and conservation values, but has a low-developed tourist and functional sector. When the weight values of the SWOT groups are analyzed, it is seen that the "opportunities" group has the highest priority with a value of 0.387 (38.7%), while the "threats" group has relatively lower importance than the other SWOT groups with a weight value of 0.124 (12.4%).

### Discussion

The tectonic and lithologic features and geomorphologic development of a site have been effective in the formation of Aktepe Travertines as in similar sites in Turkey and around the world. Aktepe Travertine Bridge was formed by the dissolution of Jurassic-Lower Cretaceous aged limestones by karstification and the accumulation of these dissolved elements along the slope and closing the Hayran Creek valley. There are many travertine bridges with similar formations in the literature. The Aktepe Travertine Bridge is still in current formation. The water coming out of the spring under the old travertine mass in the east of the valley floor continues to flow over the travertine bridge and accumulates calcium carbonate in its content.

### Conclusion

Tectonic activities first produce morphological structures in a region and then different erosion processes transform them into different landforms. Therefore, in areas where rocks suitable for karstification are found, karstification processes are experienced under the control of climate. In this process, calcium carbonate, which passes into the body of groundwater because of dissolution, begins to accumulate when the water rises to the surface under favorable conditions and travertine, or tufa formation takes place. Accordingly, it is concluded that tectonics, lithology, and geomorphologic development played a role together in this evolution that led to the formation of the

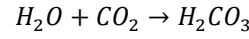
## 1. Giriş

Doğal köprüler yeryüzünde nadir görülen yer şekillerinden birisidir. Bu yer şekilleri kalker, traverten ve kumtaşı gibi farklı kayaç özelliklerine sahip alanlarda gelişebilen önemli morfolojik birimler arasında yer alır. Oluşumlarında farklı faktör ve süreçlerin rol oynayabildiği doğal köprüler; bir mağaranın tavan kısmının çökmesiyle, kırıklı ve çatlaklı bir yapıya sahip kireçtaşlarından oluşan arazide akış gösteren akarsuların zamanla yer altına intikal etmesiyle, vadi tabanının dar olduğu akarsularda yamaçtan iri blokların kopup aşağı sürüklenmesiyle, menderesli akış gösteren akarsularda mendereslerin oluşturduğu mağaraların birleşmesiyle veya karstik sahalarda birikim gösteren travertenlerin vadiyi kaplamasıyla oluşabilmektedir (Bayari, 2002; Williams, 2002; Gunn, 2004; Zeybek, 2004; Gavrilović, 2005; Ford & Williams, 2007; Manning, 2009; Huggett, 2011; Donovan vd., 2013; Doğan, 2015; Petrovic & Carevic, 2015; Zeybek vd. 2015; Porto & Travassos, 2019; Aylar vd., 2020). Aktepe traverten köprüsü, dünyanın farklı ülkelerinde ve Türkiye’de çeşitli örneklerine rastlanılan, traverten birikiminin akarsu vadisinin bir bölümünü kapaması ve akarsuyun bu birikimin altından akmaya devam etmesi ile oluşan doğal köprülerden birisidir (Bayari, 2002; Aylar vd., 2022).

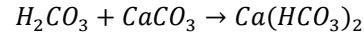
Traverten kavramı, travertenin yaygın olarak bulunduğu İtalya’daki Tivoli kasabasının eski Roma’daki adı olan “Tivertino”dan türemiştir (Bayari, 2002; Polat, 2011; Erkanol, 2018). Bünyesinde çözünmüş halde kalsiyum bikarbonat barındıran sıcak veya soğuk yeraltı sularındaki karbondioksitin ayrılması sonucu oluşan karasal kökenli karbonatlı kayaçlardır (Pedley, 1990; Bayari, 2002; Atalay vd., 2020). Travertenler, yüksek oranda gözenekliliğe sahip, mikrofistik veya makrofistik büyüme gösteren, yapraksı ve odunsu doku özelliğine sahip karbonatça zengin birikimler için kullanılan bir kavramdır (Bayari, 2002, Pentacost, 2005). Karstik veya sıcak su kaynaklarının çevresinde, küçük nehirler ve bataklıklarda oluşabilen, çimentolanmayla ve/veya biyokimyasal yolla çökelebilen travertenler, gözenekli yapısı veya yoğunluğuna bakılmaksızın bitki kalıntıları üzerindeki tüm karbonat kabuklanmaları olarak da tanımlanmaktadır (Pedley, 1990; Ford ve Pedley, 1996; Polat, 2011; Erkanol, 2018). Travertenlerin tanınmasındaki en önemli kriter, bunların üzerinde olduğu bitkilerin özellikleri ve geometrik konumlarıdır.

Traverten birikimleri yanal olarak süresizdir. Yüzelemeleri kalış kabukları, karst vb. veya akarsu ve geçiş çökelleriyle özellikle linyit yatakları, marnlar, silt taşlarıyla ara tabakalı olarak bulunmaktadır (Erkanol, 2018). Literatürde travertenlerin oluşumunu açıklayabilmek için farklı modeller veya sınıflandırmalar önerilmiştir (Golubic, 1969; Buccino vd., 1978; Julia, 1983; Ordonez ve Garcia del Cura, 1983; Chafetz ve Folk, 1984; İnan, 1985; Heimaan ve Sass, 1989; Pedley, 1990; Pentecost, 2005; Efe vd., 2008). Bütün bu çalışmalarda travertenlerin jeokimyasal, doku, mikromorfoloji ve morfolojik özellikleri dikkate alınmıştır.

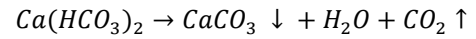
Nitekim çok farklı görüşler olsa da travertenlerin oluşum modeli için aşağıdaki model birçok araştırmacı tarafından kabul görmüştür (İnan, 1985, Heimaan & Sass, 1989, Efe vd., 2008; Polat, 2011). Yağışlarla atmosferden veya diğer kaynaklardan gelen ve karbondioksit bakımından zengin olan sular, mermer ve kireçtaşı gibi kayaçların bünyesindeki kırık ve çatlaklardan sızmaya başlar. Karbonik asitçe zengin bu sular kayacın çözünmesini kolaylaştırır.



Karbonik asitçe zengin bu sular, mermer ve kireçtaşı gibi kayaçların bünyesinden geçerken onlardan bol miktarda kalsiyum karbonatı çözerek bünyesine alır ve kalsiyum bikarbonatça ( $Ca(HCO_3)_2$ ) zengin hale gelir.



Kalsiyum bikarbonatça zengin bu sular tekrar yüzeyle ulaştıklarında, değişen sıcaklık ve basınç koşullarına bağlı olarak, bünyelerindeki karbondioksit buharlaşarak atmosfere karışır ve ardından suyun içindeki ikincil kalsiyum karbonat çökeler. Karasal ortamda ikincil çökelinin ürünü olan bu oluşum travertenleri meydana getirir. Bu olayın tekrarlanması sonucunda travertenler üst üste birikerek kalınlıkları giderek artar.



Yapılan çalışmalarda yeryüzünün farklı kesimlerinde oluşumları tespit edilen travertenlerin, litoloji, morfoloji, fiziksel özellikler ve depolanma şartlarına bağlı olarak sınıflandırıldığı görülmektedir (Tablo 1).

**Tablo 1.** Farklı kriterlere göre travertenlerin sınıflandırılması.

**Table 1.** Classification of travertines according to different criteria.

Litofasiyes özelliklerine göre (Guo ve Riding, 1998; Özkul vd., 2001)	Depolanma ve Fasiyes özelliklerine göre (Özkul vd., 2001)	Morfolojik özelliklerine göre (Chafetz ve Folk, 1984; Altunel, 1996)
1- Kristalin kabuk tipi	1- Yamaç depolanma sistemi	1- Teras tipi
2- Çalı tipi	a) Teraslı yamaç fasiyesi	2- Sırt tipi
3- Pisoid	b) Düz yamaç fasiyesi	3- Fay önü
4- Zarflı hava kabarcıklı	c) Şelale fasiyesi	4- Tabaka tipi
5- Sal tipi	2- Çöküntü depolanma sistemi	5- Kanal tipi
6- Kamış tipi	a) Çalı düzlüğü fasiyesi	6- Dom (koni) tipi
7- Litoklast	b) Bataklık-havuz fasiyesi	7- Mağara travertenleri
8- Çakıllı traverten	3- Tümsek depolanma sistemi	8- Damar tipi
9- Paleotoprak	a) Kamış tümseği	

Traverten, aragonit ve kalsit mineralinden meydana gelen tortul bir kayaç türü olmanın yanında, aynı zamanda karstik bir birikim şeklidir. Bu özelliğiyle travertenler bir sahanın jeomorfolojik, klimatolojik (basınç, sıcaklık, buharlaşma, vb.), yeraltı suyunun fiziksel (suyun yüzeyden akma, yayılma, tortullaşma hızı, debisi), kimyasal ve biyolojik özelliklerine bağlı olarak çeşitli şekiller meydana getirerek depolanmaktadır (Polat, 2011). Travertenler belirgin şekilde sert ve kristalen çökeller olup, sık sık laminalar ve çalı şekline benzeyen büyümeler gösterir. Genellikle yanal yönde sıcak suyun soğuduğu alanlara doğru tufalara geçer (Polat & Ege, 2018). Tufa; Roma döneminde boşluklu, kolayca ufalanabilen, yontulabilen bitki kalıp izlerini bünyesinde barındıran kalkerli tuf ve volkanik tüfleri tanımlamada yaygın olarak kullanılmaktadır (Ford & Pedley, 1996; Polat & Ege, 2018). Saha çalışmaları sırasında alınan numunelerin laboratuvar ortamında yapılan analizlerinde köprüyü oluşturan birikimin traverten olduğu anlaşılmaktadır. Türkiye’de tespit edilen traverten alanları, fay hatların bulunduğu alanlarda yoğunlaşmaktadır. Özellikle Pontid, Anatolid, Torid, Kenar Kıvrımları Kuşağı bölümlerinde önemli traverten alanları bulunmaktadır (Erkanol, 2018). Bu alanların litolojik yapısında mermer ve kireçtaşı gibi kayaçların yaygın olarak bulunması traverten oluşumunda önemli bir etkiye sahiptir. Bu çalışmanın konusunu oluşturan Aktepe Travertenleri, yörede önemli bir jeomorfofit olarak dikkati çekmektedir. Bu jeomorfolojik şekil yörenin jeoturizmine katkı sağlayacak önemli bir potansiyele sahiptir.

Jeoturizm, birçok ülkede turizm faaliyetleri içinde yeni gelişen bir alandır. Turizme yönelik bu yeni yaklaşım, ilgi çekici jeolojik ve jeomorfolojik unsurların ekolojik ve sürdürülebilir bir şekilde turizme kazandırılmasını amaçlamaktadır. Bu turizm şekli özellikle jeoloji, jeomorfoloji ve manzaraya odaklanan bir doğal alan turizm biçimidir (Newsome & Dowling 2010; Dowling, 2011). Jeoturizm, sürdürülebilir turizm gelişimini desteklemek için ülkelerin farklı yerlerinde bulunan jeolojik ve jeomorfolojik ortamların oluşturduğu farklı peyzajı kullanmaya odaklanan yeni bir turizm yaklaşımı olarak tanımlanmaktadır (Ólafsdóttir & Dowling 2014). Jeoturizm, öncelikle dünyanın jeolojik ve jeomorfolojik özelliklerini, çevresel ve kültürel anlayışı, beğeniyi ve korumayı teşvik edecek ve yerel olarak faydalı olacak şekilde deneyimlemeye odaklanan sürdürülebilir bir turizmdir. Ekoturizm, kültür turizmi ve macera turizmi ile bağlantıları vardır. Ancak bu turizm türlerinin hiçbirisiyle eş anlamlı değildir (Dowling, 2010).

Yörede önemli bir doğal varlık olan Aktepe Traverten Köprüsü’nün nadirlik vasfı, turizm potansiyelini arttıran ve korunmasını gerekli kılan temel ölçütlerden birisidir (Uzun vd., 2018; Aylar vd., 2022). Literatürde de ifade edildiği üzere bilimsel, eğitsel, estetik ve ilham verici öneme sahip jeoçeşitliliğin bileşenlerinin jeomiras olarak kabul edildiği ve mutlak korunması gerektiği kabul edilmektedir (Dowling & Newsome 2010; Vujicic vd., 2011; Newsome vd., 2012; Farsani vd., 2014; Lazzari & Aloia 2014; Kayağılı vd., 2017; Özpay & Ocak, 2017; Aytaç & Demir, 2019; Aylar vd., 2020; Hatipoğlu & Bahadır, 2020; Gürgöze vd., 2021; Aylar vd., 2022; Galvao vd., 2022; Güney, 2022). Bu kapsamda yörede önemli bir jeomiras

alanı olan Aktepe Traverten Köprüsü’nün korunması ve sürdürülebilir şekilde turizme kazandırılması büyük önem taşımaktadır. Halihazırda doğal köprü üzerinde yapılan bazı beşerî müdahaleler buranın koruma altına alınması gerekliliğini bir kez daha ortaya koymaktadır. Bu çalışmanın amacı, Aktepe Doğal Köprüsü’nün oluşumu, morfometrik özellikleri ve turizm potansiyelini belirleyerek bir jeomorfofit olarak jeoturizm değerinin belirlenmesidir. Bu kapsamda önemli bir estetik değere sahip olduğu düşünülen doğal köprünün bulunduğu sahada jeoturizmin gelişmesi için nelerin yapılması gerektiği tartışılacaktır. Ayrıca Giresun ili genelinde önemli bir destinasyon alanı olabilecek bu jeomorfofitin yapılacak turizm planlamalarına dahil edilmesi ve yapılacak yatırımlarla sürdürülebilir bir kullanımının nasıl sağlanabileceği tartışılacaktır.

## 2. Materyal ve Metot

Saha çalışmaları sırasında traverten sahasının kapladığı alan, doğal köprünün uzunluğu, koordinat ve yükseklik ölçümleri GPS cihazı ile yapılmış ardından Google Earth Programından kontrolü sağlanmıştır. Doğal köprünün giriş ve çıkış kısmı, altındaki akarsu yatağının uzunluğu, köprünün altında oluşan mağaranın uzunluk, genişlik ve tavan yüksekliklerinin ölçümleri lazer metre ve şerit metre yardımı ile yapılmıştır. Doğal köprünün görüntülenmesinde fotoğraf makinası ile insansız Hava Aracı (İHA) kullanılmıştır. Çalışma sahası için çizilecek bütün haritalara altlık oluşturacak Sayısal Yükseklik Modelinin (SYM) elde edilmesinde Harita Genel Müdürlüğü’nden elde edilen 1/25.000 ölçekli H41a1, H41a2, H41a3, H41a4, H41b1, H41b2, H41b3, H41b4, H41c1, H41c2, H41d1 ve H41d2 sayısal haritalar kullanılmıştır. Yine Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü’nden sağlanan 1/100.000 ölçekli Giresun H41 paftası yardımı ile sahanın litolojik özellikleri sayısallaştırılmıştır. Çalışma sahası ve yakın çevresinin iklim özelliklerinin belirlenmesinde Alucra Meteoroloji İstasyonunun rasat verilerinden yararlanılmıştır.

Aktepe Traverten Köprüsü’nden saha çalışmaları sırasında doğal köprüyü oluşturan traverten ve altındaki mağarada oluşan sarkıtlardan kayaç örnekleri alınmıştır. Alınan kayaç örneklerindeki kalsit ( $\text{CaCO}_3$ ) ve kil minerallerinin oransal değişimini belirlemek için, Dickson (1965) tarafından önerilen yöntem modifiye edilerek analizleri yapılmıştır. 5 Molarlık HCl asit çözeltisi hazırlanmıştır. Laboratuvar ortamına getirilen kayaç numunelerinin ilk olarak çözünmesini hızlandırmak amacıyla kırma ve küçültme işlemine tabi tutulmuştur. Ardından yeteri kadar küçültülen numuneler beherlere alınarak üzerlerine eşit miktarlarda 5 M’lık HCl asit çözeltisi eklenmiştir. Numunelerin tamamen çözünmesi için 48 saat laboratuvarda bekletilmiştir. 48 saat sonunda beherlerde bulunan numuneler süzülerek etüvde 100 °C de kurutulmaya bırakılmıştır. Kurutma işlemi 48 saat olarak belirlendi ve sonrasında kalan numuneler 200 no.lu elekten (75 µm) geçirilerek hassas terazide tartılmıştır. Son olarak ağırlıkları belirlenen  $\text{CaCO}_3$  ve kil minerallerinin değişimi yüzde olarak hesaplanmıştır.

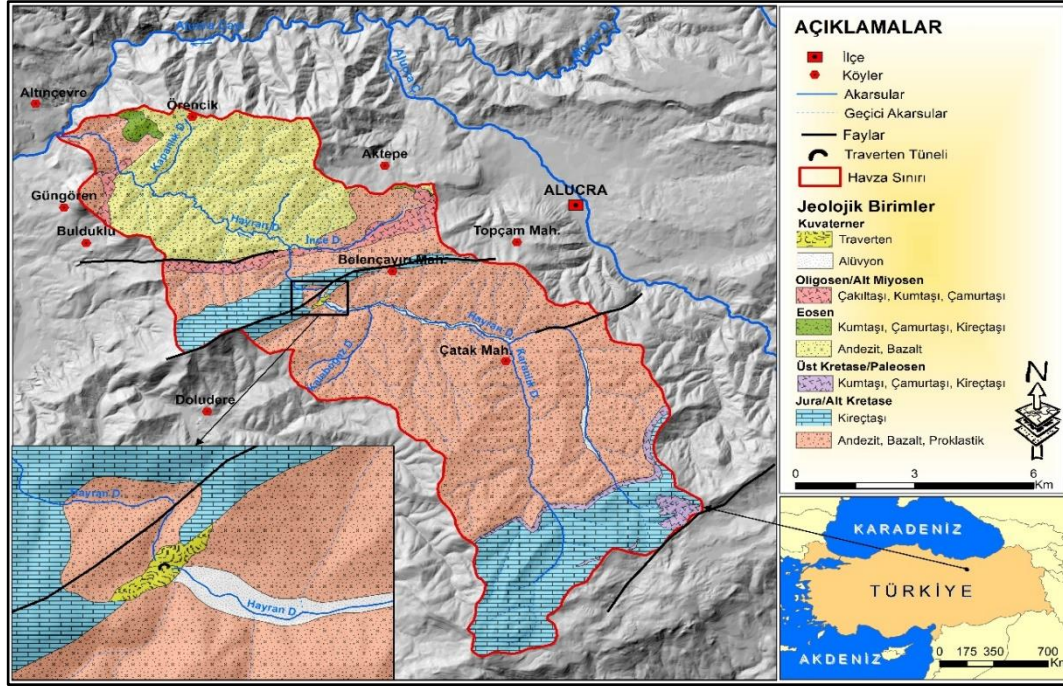
Doğal köprünün jeoturizm potansiyelinin belirlenmesinde Vujicic vd. (2011) tarafından ilk defa kullanılan “Jeosit Ön Değerlendirme Modeli” (GAM Modeli) kullanılmıştır.



Yaklaşık 98 km<sup>2</sup>'lik bir yüzölçüme sahip Hayran Deresi'nin Havzası zirvesi 2000 m'yi bulan tepelerden geçen su bölümü çizgisi ile sınırlandırılmıştır. Havzanın doğusundaki Sarıçiçek Tepe (2368 m), Batı Tepe (2305 m), Gel Tepe (2224 m) ve Tüllüba Tepe (2190 m) gibi zirvelerden kaynağını alan Hayran Deresi'nin Alucra Çayı'na katıldığı yerdeki yükseltisi 1270 m dir. Buna göre kaynak kısmı ile ağız kısmı arasındaki yükselti farkı yaklaşık 1098 m civarındadır.

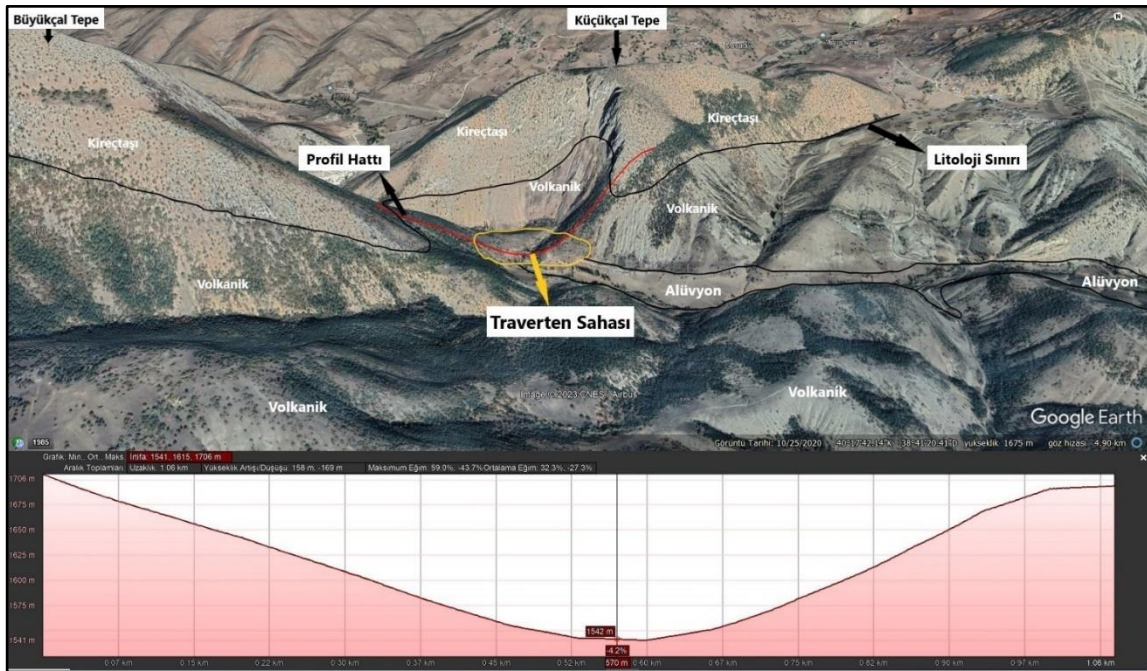
Çalışma sahası ve yakın çevresindeki temel arazileri Jura-Alt

Kretase yaşlı volkanikler ve kireçtaşları oluşturmaktadır (Şekil 2). Bunların üzerinde farklı dönemlere ait kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı, çamurtaşı ardalanmasından oluşan çökeller bulunmaktadır. Havran vadisi tabanındaki alüvyonlar ile Aktepe travertenleri ise Kuvaterner birimlerini oluşturmaktadır (Şekil 3). Oldukça farklı litolojik birimlerin bulunduğu sahada Aktepe travertenlerinin oluşumunda Jura-Alt Kretase yaşlı ve literatürde Berdiga formasyonunun bir üyesi olarak bilinen kireçtaşlarının önemli etkisi vardır.



Şekil 2. Çalışma sahasının jeoloji haritası (Sümengen, 2013'den yararlanılarak çizilmiştir).

Figure 2. Geological map of the study area (Drawing based on Sümengen, 2013).



Şekil 3. Google Earth görüntüsü üzerinde çalışma sahasındaki jeolojik birimlerin topoğrafya yüzeyindeki görünümü.

Figure 3. Topographical view of the geological units in the study area on the Google Earth image.

Berdiga formasyonu, Doğu Pontid'lerin güney zonunda yaygın olarak yüzeylemekte ve bölgede oldukça geniş bir yayılım göstermektedir (Kırmacı, 1992; Sümengen, 2013). Bu formasyon altta yer yer çakıltası, kumtaşı, tuf ve tane destekli çakıllı, kumlu kireçtaşları ile başlar. Bu kesim uyumlu olarak gri renkte, orta-kalın tabakalı kumtaşı, çakıltası, çamurtaşı ardalanmasına geçer. Yer yer dolomit ve dolomitik kireçtaşı fasiyesinde olan bu birimlerin üzerinde gri renkli, orta katmanlı, düzgün katmanlı farklı içeriğe sahip kireçtaşları gelmektedir (Sümengen, 2013). Yaklaşık 350-1000 m kalınlığa sahip bu formasyon derin ve sığ kıta sahanlığı ortamlarında çökelmiştir. Bununla birlikte bu çökme ortamlarının yerel faylanmalara bağlı olarak şekillendiği ya da Berdiga kireçtaşı formasyonunun çökeli süresince yerel ölçekli blok faylanmaların yaygın olarak geliştiği ifade edilmektedir (Kırmacı, 1992). Aktepe Traverten Köprüsü'nün oluşumunda önemli etkisi olan bu kireçtaşından alınan numunenin modal analiz sonuçlarına göre Berdiga kireçtaşının; %1.39 dolomit ve %98.61 kalsit ( $\text{CaCO}_3$ ) içeriğine sahip olduğu belirtilmiştir (Demirağ, 2012). Ayrıca bu kireçtaşının bol çatlaklı olduğu, çatlak ve boşlukların mezo-makrokristalin ikincil karbonat kristallerinden oluştuğu tespit edilmiştir. Bol çatlaklı ve boşluklu olmasının kayaca yer yer breşik bir görümün verdiği de numune sonuçlarında belirtilmiştir. Bütün bu özellikler değerlendirildiğinde Berdiga kireçtaşlarının karstlaşmaya oldukça uygun bir yapıda olduğu söylenebilir. Saha çalışmaları sırasında Aktepe Traverten Köprüsü ile giriş kısmında çökme sonucu açığa çıkan mağaranın tavanındaki sarkıtlardan alınan numunelerin (Şekil 4) analiz sonuçları ise Tablo 1'de verilmiştir.

Aktepe Traverten Köprüsü'nden saha çalışmaları sırasında doğal köprüyü oluşturan traverten ve altındaki mağarada

oluşan sarkıtlardan kayaç örnekleri alınmıştır. Alınan kayaç örneklerindeki (Şekil 4) kalsit ( $\text{CaCO}_3$ ) ve kil minerallerinin yüzde değişimini belirlemek için, Dickson (1965) tarafından önerilen yöntem modifiye edilerek 5 Molarlık HCl asit çözeltisi hazırlanmıştır. Laboratuvara getirilen kayaç numunelerinin ilk olarak çözünmesini hızlandırmak amacıyla kırma ve küçültme işlemine tabi tutulmuştur. Daha sonra yeteri kadar küçültülen numuneler beherlere alınarak üzerlerine eşit miktarlarda 5 M'lık HCl asit çözeltisi eklenmiştir. Numunelerde ilk olarak bir köpürme ve erime meydana gelmiştir (Şekil 5a). HCl asit çözeltisinin konulması ile numune içerisinde bulunan  $\text{CaCO}_3$ 'lar çözülmeye başlamıştır. Daha sonra numunelerin tamamen çözünmesi için 48 saat laboratuvarında bekletilmiştir. 48 saat sonunda beherlerde bulunan numuneler süzülerek etüvde 100 °C de kurutulmaya bırakıldı (Şekil 5b-5c). Kurutma işlemi 48 saat olarak belirlendi ve sonrasında kalan numuneler 200 no.lu elekten (75  $\mu\text{m}$ ) geçirilerek hassas terazide tartılmıştır. Son olarak ağırlıkları belirlenen  $\text{CaCO}_3$  ve kil minerallerinin değişimi yüzde olarak hesaplanmıştır. Ağırlıkları belirlenen  $\text{CaCO}_3$  ve kil minerallerinin değişim sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Bu işlemle birlikte saha çalışmaları sırasında alınan numunelerde ince kesitler yapılarak, kayaçların petrografik tanımlamaları yapılmıştır. Buna göre Şekil 6a'da çift nikol olarak verilen kesit incelendiğinde, %90-95 oranında  $\text{CaCO}_3$  ve yaklaşık %5 oranında kırıntı içerdiği tespit edilmiştir. Yapılan makroskobik ve mikroskobik inceleme neticesinde kayaç adı sarkıt olarak belirlenmiştir. Şekil 6b'de çift nikol olarak verilen kesit incelendiğinde, %5 oranında kırıntı kuvars ve demir içeren, yer yer kristalli yapı gösteren, yaklaşık %90-95 oranında  $\text{CaCO}_3$  içeren traverten olarak belirlenmiştir.

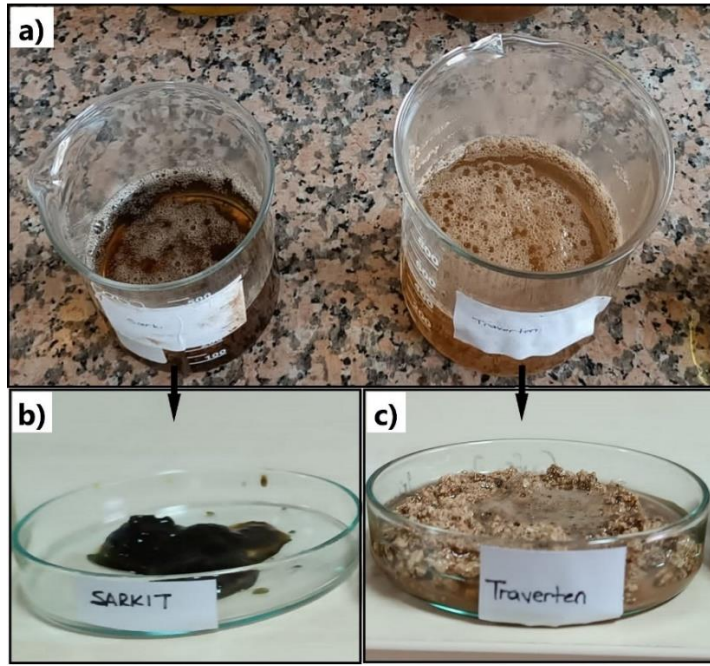


**Şekil 4.** Aktepe Traverten Köprüsü'nden alınan ve laboratuvar ortamında analizi yapılan traverten (a) ve sarkıt (b) numuneleri.  
**Figure 4.** Travertine (a) and stalactite (b) samples taken from Aktepe Travertine Bridge and analysed in the laboratory.

**Tablo 2.** Kayaç örneklerindeki kalsit ve kil minerallerinin yüzde dağılımı.

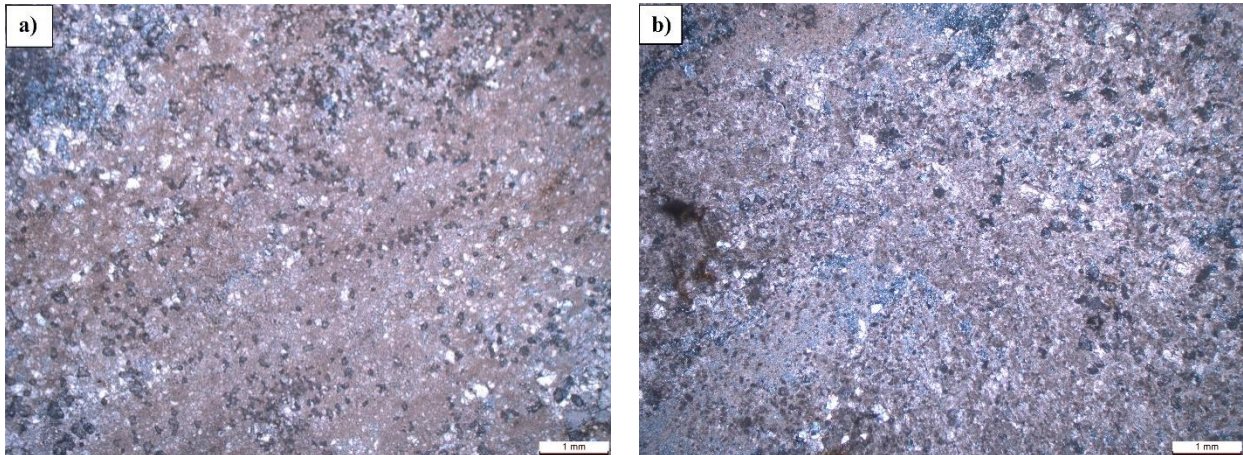
**Table 2.** Percentage distribution of calcite and clay minerals in rock samples.

Örnek Konum	Örnek Ağırlığı (gr)	Kuru ağırlık (Kil) kimyasal işlemlerden sonra (gr)	$\text{CaCO}_3$ (gr)	$\text{CaCO}_3$ (%)	Kil (%)
Sarkıt	87.45	3.53	83.92	95.96	4.04
Traverten	197.27	80.26	117.01	59.31	40.69



**Şekil 5.** Laboratuvarında kayaç örneklerinden kalsit ve kil minerallerini ayırma işlemleri (a; Karbonatın kayaçlarda çözünmesi, b ve c; Kimyasal çözünmeden sonra kalan kil malzemesi).

**Figure 5.** Separation of calcite and clay minerals from rock samples in the laboratory (a; Dissolution of carbonate in rocks, b and c; Clay material remaining after chemical dissolution).



**Şekil 6.** Sahadan alınan sarkıt (a) ve traverten (b) numunelerinin ince kesitleri.

**Figure 6.** Thin sections of stalactite (a) and travertine (b) samples taken from the field.

Aktepe Traverten Köprüsü Alucra Meteoroloji İstasyonu'na (1477 m) kuş uçuşu yaklaşık 7 km uzaklıktadır. Bu nedenle çalışma sahasının iklim özelliklerinin belirlenmesinde bu istasyona ait rasat verileri kullanılmıştır. Alucra Meteoroloji İstasyonu verilerine göre yıllık ortalama sıcaklık 7.9 °C, yıllık ortalama yağış miktarı ise 464.9 mm'dir. Bununla birlikte aylık ortalama kış mevsiminde sıcaklıklar 0 °C'nin altında seyrederken, diğer mevsimlerde sıcaklıklar yükselmekte ve ağustos ayında 19 °C'yi bulmaktadır. Bu durum yağış şartlarını da etkilemekte, kış mevsiminde kar şeklinde gerçekleşen yağışlar, özellikle ilkbahar ve sonbaharda yağmur şeklinde gerçekleşmektedir. Meteoroloji istasyonuna kuş uçuşu 7 km uzaklıkta olan traverten köprüsü de deniz seviyesinden yaklaşık 1500 m yükseklikte bulunmaktadır. Dolayısıyla benzer koşulların çalışma sahasında da etkili olduğu söylenebilir. Genel olarak değerlendirildiğinde Aktepe Traverten Köprüsü'nün de

içinde yer aldığı sahanın iklimi, yıl boyu yağış alan Karadeniz kıyılarının nemli-ılıman iklimi ile iç bölgelerin karasal iklimi arasında geçiş tipi özelliği göstermektedir. Sahada ortalama sıcaklık ve yağış değerleri Karadeniz kıyı kuşağına göre daha düşük, yaz ayları daha kurak ve kış ayları daha soğuk geçmektedir. Ayrıca özellikle çevre dağlık kesimlerde kar yağışı miktarının ve karın yerde kalma süresinin daha uzun olduğu söylenebilir.

Alucra yöresi Avrupa-Sibirya fitocoğrafya bölgesinin Kolşik alt bölgesinde yer almaktadır. Bununla birlikte yörede İran-Turan fitocoğrafya bölgesine ait türler de bulunmaktadır (Atalay, 1994). Aktepe Traverten Köprüsü'nün de bulunduğu vadi tabanı ve az eğimli yamaçlarda tarımsal faaliyetlere bağlı olarak antropojenik bir görünüm hakimdir. Saha çalışmaları sırasında Hayran Deresi vadisi ve Aktepe Traverten Köprüsü çevresinde akçağaç (*Acer campestre*), sarıçam (*Pinus sylvestris*), adi şimşir



(*Buxus sempervirens*), ardiç (*Juniperus sp.*), adi gürgen (*Carpinus betulus*), titrek kavak (*Populus tremula*), mazı meşesi (*Quercus infectoria*), saplı meşe (*Quercus robur*), söğüt (*Salix sp.*) gibi ağaç ve çalı türleri ile step formasyonuna ait geven (*Astragalus*), yavşan otu (*Artemisia fragrans*), sütleğen (*Euphorbia macroclada*), papatyagiller (*Compositae*), gelincik (*Papaveraceae*), sıgırkuyruğu (*Verbascum flavidum*) gibi yaygın türler tespit edilmiştir (Fotoğraf 1a, 1b).

Çalışma sahasında toprak kalınlığı 20-40 cm arasında değişmektedir. Yamaç eğiminin arttığı vadi yamaçlarında toprak kalınlığı giderek azalmakta yer yer çıplak kalkerden oluşan kayalıklar genel manzaraya hâkim olmaktadır. Sahada yayılış gösteren büyük toprak grupları ise yağış ve sıcaklığın kontrolünde gelişen kahverengi orman toprakları ile gri-kahverengi podzolik topraklardır (Atalay, 2011).

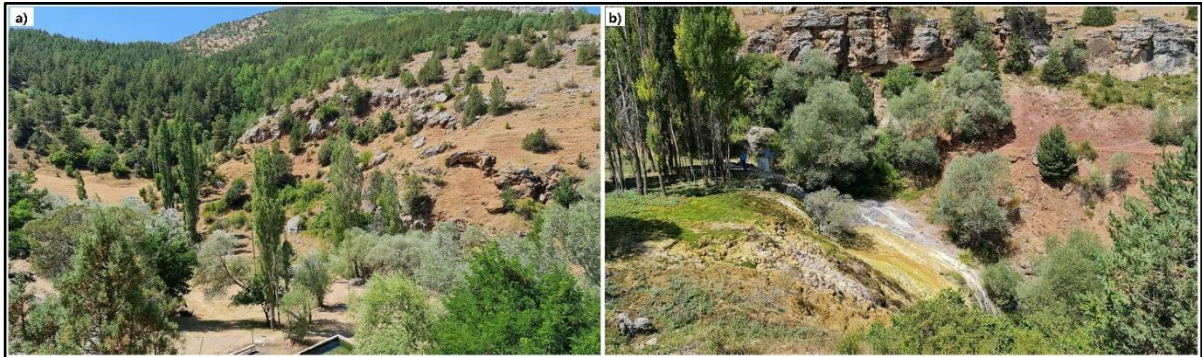
### 3.2. Aktepe Traverten Köprüsü'nün Oluşumu ve Morfometrik Özellikleri

Alucra Havzası'nın da içinde yer aldığı Doğu Pontid güneyinin temel arazisi Jura-Alt Kretase yaşlı volkanikler ile kireçtaşlarından (Berdiga formasyonu) oluşmaktadır. Bu temel kayaların üstünde uyumsuz olarak Alt Kretase'den Miyosen'e kadar farklı dönemlerde oluşan örtü formasyonları yüzeyleir (Sümengen, 2013). Bununla birlikte Alucra Havzası'nın da içinde yer aldığı sahanın en büyük yapısal birimlerini Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) oluşturur. Bu havzanın güneyindeki Kelkit Vadisi boyunca sağ yönlü doğrultu atım karakterli bu fay bölgesinin kuzey-güney yönlü sıkışması sonucu oluşmuştur. Neotektonik dönemin ürünü olan yaklaşık kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu KAFZ ve onun kollarının oluşturduğu bu fay sistemi Miyosen, Pliyo-Kuvaterner ve daha yaşlı birimleri kesmiştir. Bu duruma bağlı olarak KAFZ boyunca çökmeler ve yükselmeler meydana gelmiştir (Sümengen, 2013; Atalay, 2017). Pliyosen sonlarına doğru havzanın Yeşilirmak vasıtasıyla Karadeniz'e boşalması, dağlık alanlarda yeni bir aşınım sürecinin başlamasına neden olmuştur. Bu süreçte başta Alucra Çayı ve tabileri olmak üzere, Yeşilirmak'ın kolları bu yeni kaide seviyesine bağlı olarak yataklarını derinleştirmeye başlamışlardır (Atalay, 2017).

Bununla birlikte Hayran Deresi'nin orta çığırında bulunan Aktepe Traverten Köprüsü'nün oluşumunda sahanın bu tektonik, litolojik ve jeomorfolojik gelişiminin önemli etkisi vardır. Nitekim KAFZ etkisiyle sahada meydana gelen yükselme ve çökmeler akarsuların enerjisini artırırken, iklimin de etkisiyle Sarıçiçek Dağı, Büyükçal tepe ve Küçükçal tepe gibi traverten köprüsünün çevresindeki Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşları (Berdiga formasyonu) üzerinde karstlaşma süreçlerini hızlandırmıştır. Bu yapı içerisinde vadisini açan Hayran Deresi, ilerleyen süreçte artan enerjisine bağlı olarak morfolojik taban düzeyini belirleyerek üstteki kireçtaşından yağışlar sonucu sızan suların vadiye doğru akmasını ve yamaç kaynaklarının oluşmasını sağlamıştır. Bu kaynaklardan çıkan ve kalsiyum karbonat ( $\text{Ca}_2\text{CO}_3$ ) bakımından zengin sulardaki karbondioksit yüzeye çıkınca sudan ayrılmış, biriken kalsiyum karbonat ( $\text{Ca}_2\text{CO}_3$ ) ise Aktepe travertenlerini oluşturmuştur.

Yaklaşık 4.5 hektar alan kaplayan Aktepe travertenleri depolanma ve fasiyes özelliğine göre "Düz Yamaç Fasiyesi" tipinde olup, lineer akış rejiminde, farklı yamaç eğimleri olan ve üzerinde terasların gelişmediği bir fasiyes tipi özelliğindedir. Yapılan saha ve laboratuvar çalışmaları sonucunda Aktepe travertenlerinin genellikle kalın kristalin kabuk tipinden oluştuğu anlaşılmaktadır. Nitekim kalın kristalin kabuklar daha fazla su miktarı, daha fazla çökmeyi ve daha hızlı su akışını temsil ederler (Chafetz & Folk, 1984; Özkul vd., 2001; Pentecost, 2005). Aktepe travertenleri morfolojik olarak ise "Fay Önü" tipinde bir yapı özelliği göstermektedir. Aktif fay zonlarında, düşen bloklar üzerinde gelişen masif, kaba bantlamalı ve fay breşi içerikli travertenler bu tipi oluşturmaktadır. Breşik malzemeler; mermer, şist, kireçtaşı ve traverten gibi çeşitli bileşenlerden oluşabilmektedir. Breşlerin arasını dolduran çökeller, genellikle makro ölçekli yapılarda mikritiktir (Chafetz ve Folk, 1984; Ayaz, 2002).

Traverten birikimi özellikle Hayran Deresi vadi tabanının doğusundaki yamaçtan, vadinin tamamını batı yönünde ilerleyerek kapatmış ve traverten kütesini oluşturmuştur. Hayran Deresi, traverten kütesinin oluşumu ile eş zamanlı olarak birikimin altından akışını sürdürmüş ve üstte traverten köprüsü ortaya çıkmıştır.



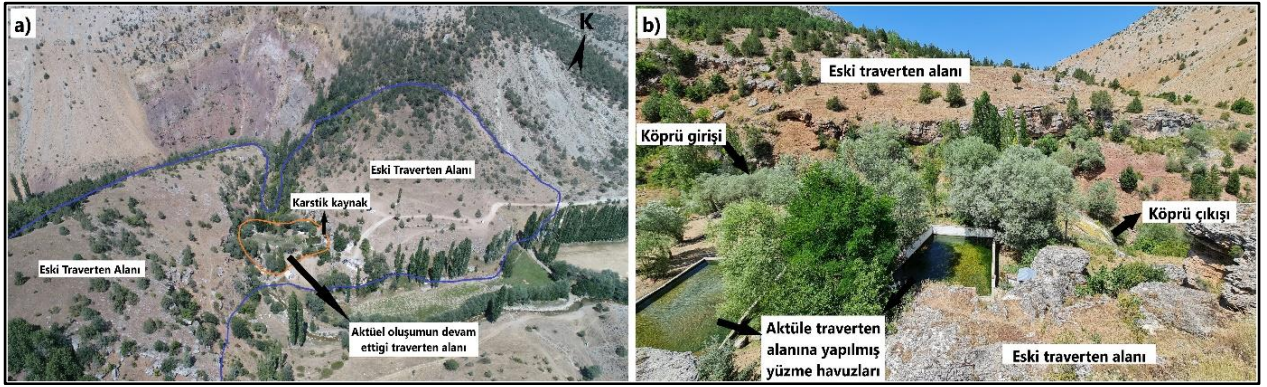
**Fotoğraf 1.** Hayran Deresi vadisinin üst yamaçlarında (a) sarıçam (*Pinus sylvestris*), akçağaç (*Acer campestre*), adi şimşir (*Buxus sempervirens*), ardiç (*Juniperus sp.*) türlerinden oluşan karışık ormanlar yer alırken, Aktepe Traverten Köprüsü ve yakın çevresinde (b) yabani fındık (*Corylus sp.*), adi alıç (*Crataegus monogyna*), kurtbağrı (*Ligustrum vulgare*), yabani elma (*Malus sylvestris subsp. sylvestris*), titrek kavak (*Populus tremula*), erik (*Prunus domestica*), kuşburnu (*Rosa canina*) ve söğüt (*Salix sp.*) gibi türler yayılış göstermektedir.

**Photo 1.** On the upper slopes of Hayran Creek valley (a) there are mixed forests consisting of yellow pine (*Pinus sylvestris*), maple (*Acer campestre*), common boxwood (*Buxus sempervirens*), juniper (*Juniperus sp.*), while in Aktepe Travertine Bridge and its immediate surroundings (b) there are wild hazelnut (*Corylus sp.*), common hawthorn (*Crataegus monogyna*), privet (*Ligustrum vulgare*), wild apple (*Malus sylvestris subsp. sylvestris*), aspen (*Populus tremula*), plum (*Prunus domestica*), rosehip (*Rosa canina*) and willow (*Salix sp.*).

Traverten köprüsünün üzerinde, ağza göre (çıkış) kuzeydoğudan çıkan kaynak sularının biriktirdiği kalsiyum karbonat ( $\text{Ca}_2\text{CO}_3$ ) güncel olarak tortulanmaya devam etmektedir. Bu kaynaktan çıkarak traverten yüzeyinden akan sular birkaç traverten basamağı oluşturmuş olup, akış gösteren suların küçük şelaleler oluşturduğu görülmektedir. Aktepe traverten Köprüsü'nün çevresinde yer alan sağrı seviyeleri, Hayran Deresi'nin Pleistosen sonlarına doğru yaklaşık 1650 m'lerin üzerinde bir seviyeden aktığını düşündürmektedir. Bu durum ayrıca doğal köprünün de oluşumunu sağlayan travertenlerin, Hayran Deresi ve tabilerinin yatağına gömülmesinden önce oluşmuş olduklarını kanıtlar niteliktedir. Üst Pleistosen sonlarına doğru hem iklimin daha nemli bir karakter kazanması hem de tektonik gençleşmeler sonucu (Zeybek vd., 2015) Hayran Deresi yatağını derinleştirmiş ve Aktepe travertenleri vadi yamacının her iki tarafında basamaklar şeklinde kalmıştır. Ana vadide yaklaşık 1600 m seviyelerindeki omuz düzlüklerinin varlığı bu gelişimi destekler

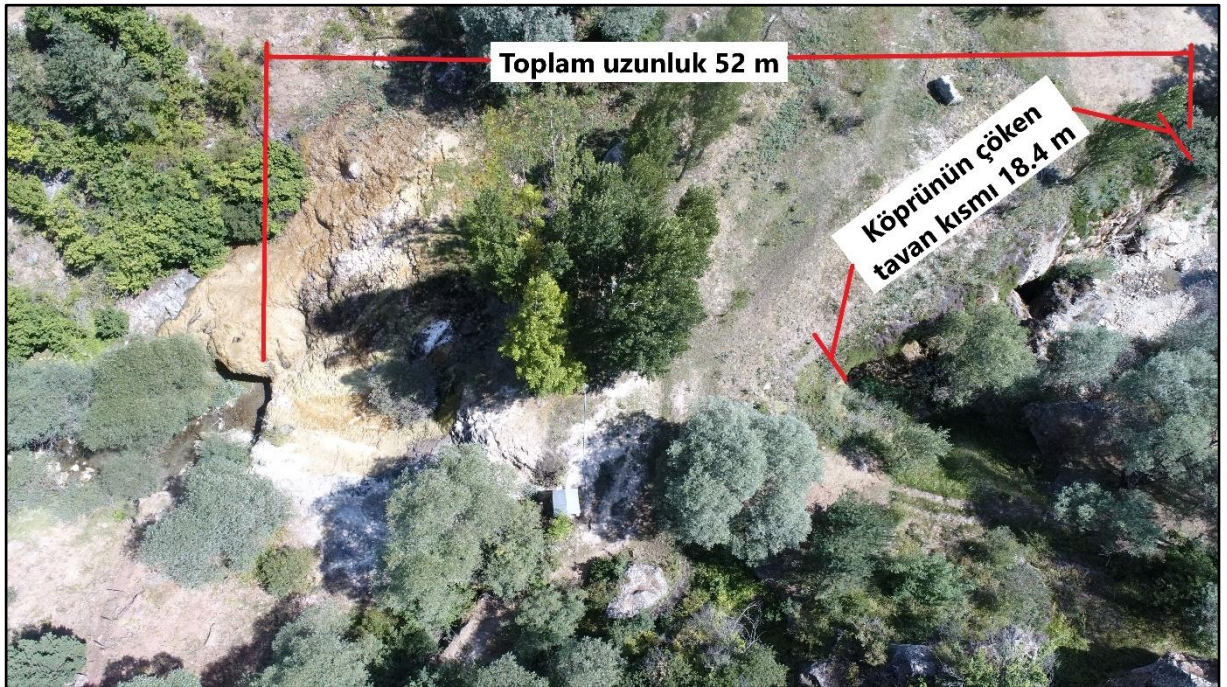
niteliktedir. Bununla birlikte saha çalışmaları sırasında Aktepe travertenlerinin yamacında biriktiği Büyükçal tepe ile Küçükçal tepe eteklerindeki travertenin en üst seviyesinin 1560 m'ler civarında olması da Hayran Deresi'nin traverten sahası oluştuktan sonra bu sahada yatağını derinleştirdiğinin bir diğer göstergesidir (Fotoğraf 2a, 2b).

Bununla birlikte, Hayran deresi Aktepe travertenlerinin içinde vadisini derinleştirmesi ile paralel olarak, iklimdeki değişmeye bağlı olarak meydana gelen karstik süreçlerdeki hızlanma (Zeybek vd., 2015) traverten birikiminin genişlemesine ve kuzeyden güneye doğru vadiyi kapamasına neden olmuştur. Bu sürecin devam etmesine bağlı olarak doğal köprünün bulunduğu alanda hızla genişleyen traverten kütlesi akarsu vadisinin üzerini tamamen kapamış ve Hayran Deresi akışını bu kütlelerin altından sürdürmeye başlamıştır. Saha çalışmaları sırasında yaklaşık 52 m uzunluğundaki Aktepe Traverten Köprüsü'ndeki tonoz yüksekliğinin her yerde aynı olmadığı tespit edilmiştir (Fotoğraf 3).



**Fotoğraf 2.** Aktepe traverten sahasının genel görünüşü (a) ile aktüel oluşumun devam ettiği traverten sahası üzerine yapılmış yüzme havuzları (b).

**Photo 2.** General view of Aktepe travertine field (a) and swimming pools built on the travertine field where the actual formation continues (b).



**Fotoğraf 3.** Aktepe Traverten Köprüsü'nün toplam uzunluğu yaklaşık 52 m olup, giriş kısmında 18,4 m'lik bölümü çökmeye uğramıştır.

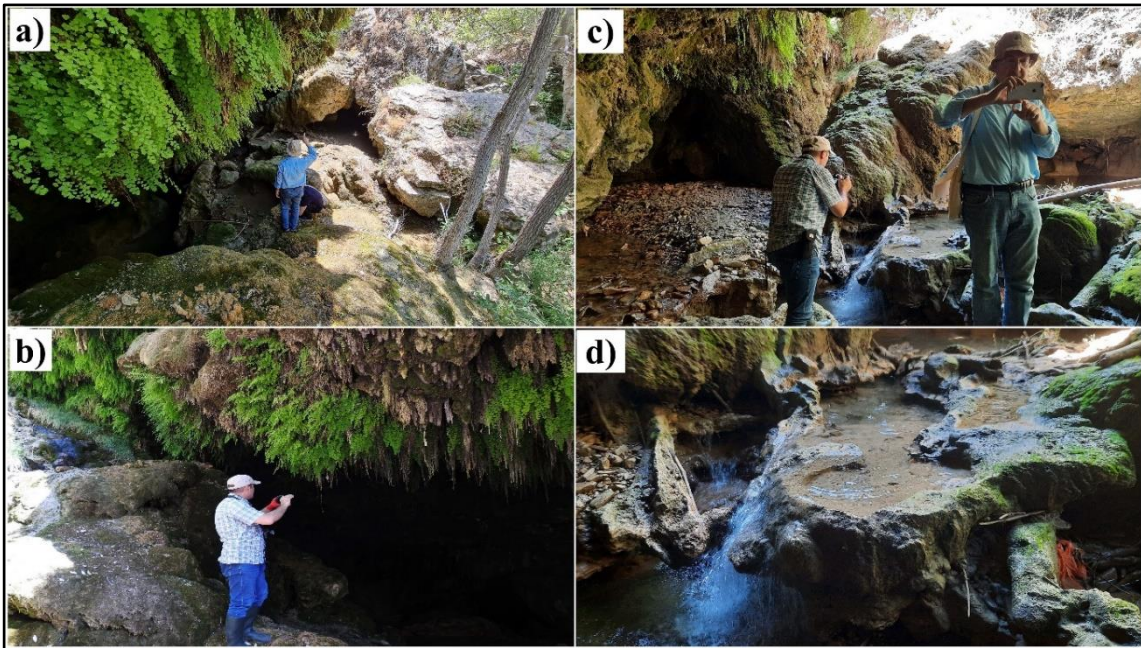
**Photo 3.** The total length of Aktepe Travertine Bridge is approximately 52 m and 18.4 m of it has collapsed at the entrance.

Nitekim köprünün giriş kısmındaki çökmelere bağlı olarak ortaya çıkan mağara boşluğundaki ölçümlerde tonoz kalınlığı 60 cm civarında iken, çıkış kısmındaki ağızdan ancak bir insanın sürünerek girebileceği boşluk olduğu belirlenmiş içeriğin aydınlatılıp lazer metre ile yapılan ölçümde çıkış kısmından giriş kısmına doğru 15 m civarında uzunluğunda ve 70 cm genişliğinde bir boşluğun olduğu belirlenmiştir. Yapılan ölçümde bu kesimdeki tonoz kalınlığının yaklaşık 5.30 m olduğu belirlenmiştir. Bu göre traverten köprüsünün tonoz kalınlığının batıdan doğuya doğru azalması ve akarsuyun bu giriş kısmındaki aşındırma gücünün daha fazla olması köprünün bu kesiminde tavan kısmının çökmesine neden olmuştur. Traverten köprüsünün çöken bu kesiminde ortaya çıkan mağarada yapılan araştırmalarda mağara tavanında sarkit oluşumunun halen devam ettiği gözlenmiştir. Bu durum traverten kütlesinin de aktüel olarak genişlemesini sağlayan kaynaktan çıkan suların halen kütleli yüzeyel olarak kaplayıp akarken aşağı sızmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca traverten köprüsünün giriş kısmında zemine yer alan iri traverten blokları çökmelerin halen devam ettiğini dolayısıyla doğal köprünün boyunun kıaldığına bir işaret olarak kabul edilebilir.

Traverten köprüsünün olduğu Hayran Deresi'nin bu kesiminde akarsu vadisinde 3 farklı seviyede traverten basamakları tespit edilmiştir. Akarsu yatağına yakın olan ilk basamak yüzeyden akan suların oluşturduğu küçük vadiler tarafından parçalanmış haldedir. Traverten köprüsünün çıkış kısmında vadi tabanına en yakın olan bu basamağın üst seviyesinin deniz seviyesinden olan yüksekliği 1547 m olup, vadi tabanı ile arasında yaklaşık 6 m'lik bir nispi yükselti farkı bulunmaktadır. Akarsu vadisinin kuzey ve güney yamacında hemen hemen aynı yükseltide bulunan ikinci traverten basamağının deniz seviyesinden yüksekliği 1554 m olup, vadi tabanına göre nispi yükseltisi 13 m'dir.

En üst traverten basamağı 1559 m yüksekliğinde olup nispi yükseltisi 18 m'dir. Aktepe Traverten Köprüsü'nün giriş kısmının rakımı 1545 m ve koordinatları 40° 18' 0545" kuzey enlemi- 38° 41' 1215" doğu boylamıdır. Köprünün çıkışında ise vadi tabanının rakımı 1541 m ve koordinatları 40° 19' 0558" kuzey enlemi- 38° 41' 1311" doğu boylamıdır. Bu değerlere göre traverten köprüsü altında vadi tabanının girişten çıkışa kadar yaklaşık 4 m yükselti farkına sahiptir.

Aktepe Traverten Köprüsü'nün uzunluğu yaklaşık 52 m'dir. Köprünün giriş kısmının 18.4 m'lik bölümü güney yamaca yakın kısımdan çökmüştür (Fotoğraf 4a ve 4b). Mağara görünümünü kazanan bu bölümün iç kısmının doğu-batı yönünde uzunluğu 25.6 m, kuzey-güney yönünde genişliği 15.3 m ve vadi tabanından tavan yüksekliği 5.70 m'dir. Tavanın bir kısmının çöktüğü bu kesimde yüzeydeki traverten kütlesi üzerinden akan kaynak sularının sızması ile mağara tavanına ulaşan suların içindeki kalsiyum karbonat ( $\text{Ca}_2\text{CO}_3$ ) çözeltisi tavanda birikmeye başlamış, uzunluğu 1 m'yi bulan farklı çap ve genişlikte (max 8-10 cm) sarkitlerin oluşmasını sağlamıştır (Fotoğraf 4c). Sarkitlerin yüzeyi liken ve yosunlarla kaplı iken, tavanda yoğun olarak Venüsaşacı (*Adiantum capillus-veneris*) bitkisi bulunmaktadır. Aktepe Traverten Köprüsü'nün çöken giriş kısmının vadi tabanında farklı boyutlarda traverten havuzlarına rastlanmaktadır. Bunlardan ilki iki havuzun birleşmesiyle oluşmuştur. Toplam uzunluğu 130 cm olan bu bileşik havuzlardan ilkinin uzunluğu 72 cm ve genişliği 36 cm'dir. Diğer havuzun uzunluğu 58 cm ve genişliği yaklaşık 28 cm olup, her iki havuzun da derinliği 10 cm'dir. Bu bileşik havuzların hemen güneyinde uzunluğu 83 cm, genişliği 50 cm ve derinliği 11 cm olan bir başka traverten havuzu yer alır. Bu havuzun batısında en büyük traverten havuzu bulunur. Bu havuzun uzunluğu 187 cm, genişliği 110 cm ve derinliği ise 25 cm'dir (Fotoğraf 4).



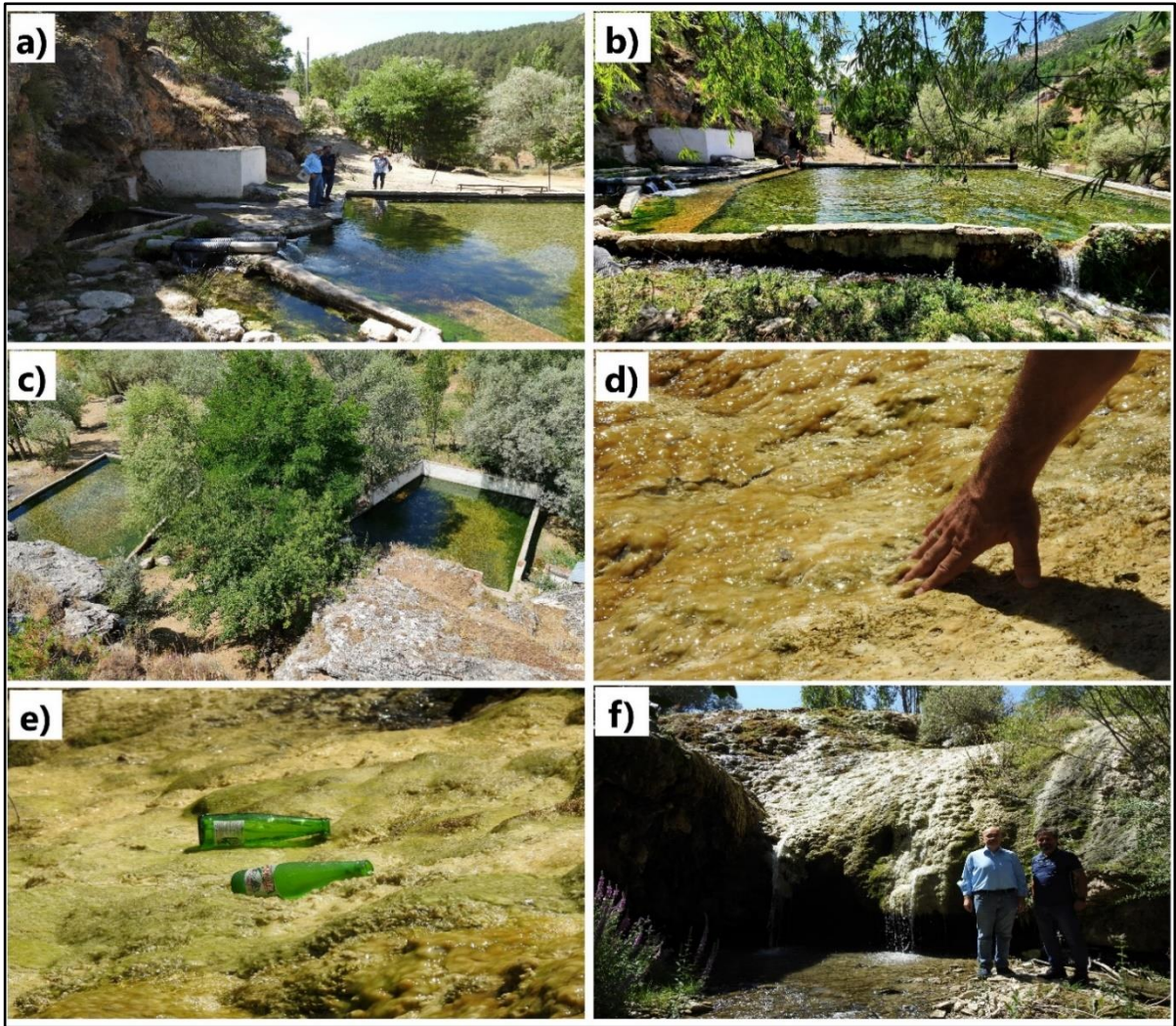
**Fotoğraf 4.** Toplam uzunluğu 52 m olan Aktepe Traverten Köprüsü'nün giriş kısmının (a ve b) bir kısmı çökmeye uğramıştır. Çöken bu kesimde bir mağara bulunmakta olup (c) tabanı kısmında farklı boyutta düşen bloklar bulunmaktadır. Mağaranın tavanında (b) farklı büyüklükte travertenler yer alırken, tabanda (d) traverten havuzları bulunmaktadır.

**Photo 4.** A part of the entrance section (a and b) of Aktepe Travertine Bridge, which has a total length of 52 m, has collapsed. There is a cave in this collapsed section (c) and there are fallen blocks of different sizes at the base. There are travertines of different sizes on the ceiling of the cave (b) and travertine pools on the floor (d).

### 3.3. Aktepe Traverten Köprüsü'nün Turizm Potansiyeli

Aktepe Traverten Köprüsü Alucra yöresinin en önemli jeomorfitlerinden birisidir. Hayran Deresi vadisi üzerinde oluşan ve doğal anıt niteliğindeki bu oluşum, jeomorfolojik özellikleri, nadirliği ve yüksek görselliği ile gelen ziyaretçilerin ilgisini çekebilecek potansiyele sahiptir. Nitekim traverten köprüsünün de oluşumunu sağlayan kaynak (Fotoğraf 5a) yörede "Hayran Kaplıcası" veya "Günlük Ilıcası" adı ile bilinmektedir. Yöre halkı ile yapılan görüşmelerde Alucra ilçe merkezi ve yakın köylerden gelen insanların katıldığı ve "Mayıs 7'si" adını verdikleri şenliklerin yakın zamana kadar bu alanda düzenlendiği ifade edilmiştir. Mayıs 7'si (Miladi 20 Mayıs) etkinliklerinin traverten sahası çevresindeki düzlükte Alucra Belediyesi tarafından organize edildiği ve Covid-19 pandemisinin başladığı 2020 yılına kadar düzenli olarak yapıldığı

yetkililer tarafından belirtilmiştir. Bu şenliklerin kökeninin Osmanlı İmparatorluğu'na kadar uzandığı tarihi kayıtlardan tespit edilmiştir (URL-1). Osmanlı arşivlerinden elde edilen bilgiye göre Aktepe (Zil) köyü yakınlarındaki ılıcada (Hayran Kaplıcası) bir hafta süreyle panayır kurulduğu ve burada ticari değeri olan her şeyin alınıp satıldığı, dışarıdan da satıcıların bu panayıra katıldığı söylenmektedir (URL-1). Buna göre, bu faaliyetin yörenin sosyal ve ekonomik yapısını canlandırmak için düşünülmüş bir uygulama olduğu söylenebilir. Yöre halkının kültürel ve sosyal özelliklerinin yaşatılmasını amaçlayan bu şenlikte, aileler piknik yaparken, belediyenin himayesinde karakucak güreşleri başta olmak üzere farklı etkinliklerin düzenlendiği ifade edilmiştir. Bununla birlikte Alucra Belediyesi traverten köprüsünün bulunduğu bu alana daha fazla ziyaretçi çekmek amacıyla 2003 yılında traverten kütlesinin üzerine bayanlar ve erkekler için ayrı ayrı iki adet havuz yapmıştır.



**Fotoğraf 5.** Aktepe Traverten Köprüsü'nün doğu yamacından çıkan kaynağın önü (a) beton ile kapatılmış ve buradan borularla alınan su önce erkekler havuzuna (b) ve oradan kadınlar havuzuna (c) taşınmaktadır. Bu durum doğal oluşum sürecini bozmuş traverten köprüsünün doğu kesimi yeterli miktarda su alamadığı için gelişimi durmuştur. Traverten köprüsünün çıkış kısmına doğru beslenme halen devam ettiği için aktüel birikim halen devam etmektedir (d). Ancak gelen ziyaretçilerin bıraktığı çöpler (e) önemli bir sorundur. Traverten köprüsünün çıkış kısmında alttan akarsu devam ederken, yukarıdaki kaynaktan gelerek traverten oluşumunu sağlayan su daha sonra akarsuya katılmaktadır (f).

**Photo 5.** The spring coming out of the eastern slope of Aktepe Travertine Bridge (a) is blocked with concrete and the water taken from here with pipes is first transported to the men's pool (b) and then to the women's pool (c). This situation disrupted the natural formation process and the eastern part of the travertine bridge could not get enough water and its development stopped. Since the feeding continues towards the exit of the travertine bridge, the actual accumulation still continues (d). However, rubbish left by visitors (e) is an important problem. At the outlet of the travertine bridge, while the river flow continues from below, the water coming from the source above and providing travertine formation is then added to the river (f).

Öncesinde bu alanda taş duvarlı tek bir havuz bulunmaktaydı. Bu havuzu şenlikler sırasında önce erkekler bir sonraki gün ise kadınlar olacak şekilde yöre halkı kullanıyordu. Ancak 2003 yılında havuzların yapılması ile kadın ve erkekler şenlikler sırasında aynı gün kendilerine ait havuza girmeye başlamışlardır. Yapılan bu havuzlardan erkekler havuzu 12x9 m boyutunda ve 115 cm derinliğinde iken, kadınlar havuzu 10x8 m boyutunda ve 110 cm derinliğindedir (Fotoğraf 5b, 5c). Görüleceği üzere Aktepe Traverten Köprüsü'nün bulunduğu alan yüzlerce yıldır "Mayıs 7'si" şenlikleri ile aslında turizm faaliyetinin yapıldığı bir sahadır. Ancak buradaki önemli ayrıntı gelen ziyaretçilerin traverten köprüsü için değil, bu köprü'nün oluşumunu sağlayan kaynak suyunun doldurduğu havuzlarda yüzmek ve şenlik sırasında yapılan etkinliklere katılmak içindir. Dolayısıyla bir jeomorfit olarak Aktepe Traverten Köprüsü'nün de burada turizm faaliyetlerine entegre edilmesi özellikle yöre dışından daha fazla ziyaretçinin gelmesi bakımından oldukça önemlidir. Bu şekilde hem kültürel ve sosyolojik hem de jeoturizm aktivitesine dönüşme potansiyeline sahip bu alanın daha fazla ziyaretçi ile buluşması mümkün olabilecektir.

Aktepe Traverten Köprüsü'nün bulunduğu saha büyük kısmıyla doğal özelliğini korumaktadır. Ancak yapılan havuzlara kaynaktan direkt borularla suyun alınması traverten alanının kurumasına neden olmuş, sadece suyun bir kısmının akış gösterdiği batı kesim aktüel oluşumunu sürdürülebilmektedir (Fotoğraf 5d, 5e, 5f). Ancak traverten kütlesi üzerine yapılan havuzlar ve şenlikler için yapılmış günümüzde âtil duruma gelmiş çevre düzenlemeleri sahanın bu doğal yapısına gölge düşürmektedir. Bununla birlikte şenlikler sırasında veya diğer zamanlarda gelen ziyaretçilerin havuzları gelişigüzel kullanımı ve geride bıraktığı çöpler önemli bir sorun teşkil etmektedir. Nihayet bütüncül bir bakış açısıyla Aktepe Traverten Köprüsü ve yakın çevresindeki çekicilikler bu sahanın yerel bir turizm destinasyon alanı olarak çok fazla ziyaretçiyi ağırlayabileceğini göstermektedir.

### 3.3.1. Aktepe Traverten Köprüsü'nün GAM Yöntemi ile Analizi

GAM yöntemi ile yapılan analize göre, Aktepe Traverten Köprüsü 27,00 puan üzerinden 16,25 puan almıştır (Tablo 3). Bu puanın 10,00'u ana değerlerden elde edilirken, 6,25'i ise ek değerlerden alınmıştır.

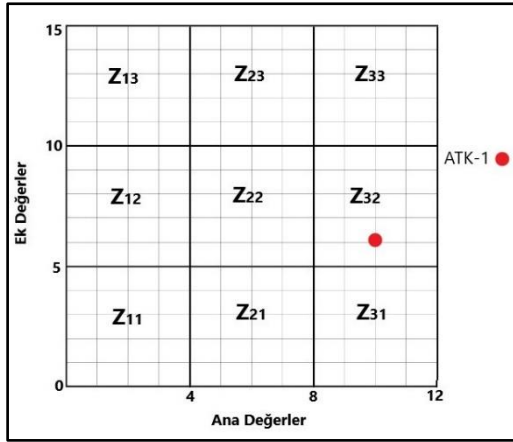
**Tablo 3.** GAM Modeli'ne göre Aktepe Traverten Köprüsü'nün Ana ve Alt Değerlerden Elde Ettiği Puanlar.

**Table 3.** Scores obtained by Aktepe Travertine Bridge from Main and Sub-values according to GAM Model.

Göstergeler / Alt Göstergeler	Açıklama	Aktepe Traverten Köprüsü (ATK-1)
<b>Ana Değerler (MV)</b>		
Bilimsel / Eğitsel Değer (VSE)		
(1) Nadirlik	En yakın benzer sitelerin sayısı	0,75
(2) Temsil edilebilirlik	Kendi değeri ve genel yapılandırması nedeniyle sitenin didaktik ve örnek özellikleri	1,0
(3) Yerbilimi yayımları içindeki ele alınma düzeyi	Kabul edilen dergilerde yazılı metin sayısı, tez, sunum ve diğer yayınlar	0,5
(4) Yorumlama düzeyi	Jeolojik ve jeomorfolojik süreçler, olaylar, şekiller ve bilimsel bilginin aşamaları üzerine açıklayıcı potansiyel düzeyleri	1,0
Doğal / Estetik (VSA)		
(5) Bakış açıları	Yaya yolu ile erişilebilen bakış açısı sayısı. Her biri belirli bir perspektif sunmalı ve sahaya 1 km'den daha az mesafede bulunmalıdır	1,0
(6) Yüzey	Yüzey, sahanın tüm yüzeyi anlamına gelmektedir. Her bir sahanın diğer sahalarla olan niceliksel ilişkisi dikkate alınır.	0,75
(7) Çevreleyen manzara ve doğa	Panoramik manzaranın kalitesi, su kütlesinin ve doğal bitki örtüsünün varlığı, insan kaynaklı bozulmanın olmaması, kentsel alanların yakınlığı vb.	1,0
(8) Sahaların çevresel uyumu	Doğa ile kontrast seviyesi, renk kontrastı, boyut ve şekillerin varlığı, vb.	1,0
Koruma (VPr)		
(9) Mevcut durum	Jeositin mevcut durumu	1,0
(10) Koruma seviyesi	Yerel veya bölgesel gruplar, ulusal hükümet, uluslararası örgütler vb. tarafından korunma durumu	0,5
(11) Güvenlik Açığı	Jeositin zarar görülebilirlik seviyesi	0,75
(12) Uygun ziyaretçi sayısı	Jeositin alanı, hassasiyeti ve mevcut durumuna göre aynı anda jeosite girmesi önerilen ziyaretçi sayısı.	0,75
<b>Ana Değerler Toplamı (VSE+ VSA+ VPr):</b>		<b>10,0</b>
<b>Ek Değerler (AV)</b>		
İşlevsel değerler (VFn)		
(13) Ulaşılabilirlik	Jeosite ulaşım olanakları	0,75
(14) İlave doğal değerler	5 km yarıçapındaki alanda bulunan ek doğal değerlerin sayısı (jeositler de dahil)	0,25
(15) Ek antropojenik değerler	5 km'lik yarıçapındaki alanda bulunan ek antropojenik değerlerin sayısı	0,25
(16) Çevredeki salınım merkezleri	Salınım merkezlerinin yakınlığı	0,5
(17) Çevredeki önemli yol ağı	20 km yarıçapındaki alanda mevcut önemli yol ağlarının yakınlığı	0,5
(18) Ek işlevsel değerler	Otoparklar, benzin istasyonları, mekanik tesisler vb.	0,25
Turistik değerler (VTr)		
(19) Tanıtım	Tanıtım ajansları ve kaynaklarının düzeyi ve sayısı	0,5
(20) Organize ziyaretler	Jeosite yapılan düzenli yıllık ziyaret sayısı.	1,0
(21) Ziyaretçi merkezlerine yakınlık	Ziyaretçi merkezinin jeosite yakınlığı	0,5
(22) Tanıtım Panoları	Metin ve grafiklerin tanımlama özellikleri, malzeme kalitesi, boyutu, dekorasyonu, çevreye uyum vb.	0
(23) Ziyaretçi sayısı	Yıllık ziyaretçi sayısı	0,75
(24) Turizm altyapısı	Turist için ek altyapı seviyesi (yaya yolları, dinlenme yerleri, çöp kutuları, tuvaletler, içme suyu tesisleri vb.).	0,5
(25) Tur rehberi hizmeti	Varsa, uzmanlık seviyesi, yabancı dil (ler) bilgisi, açıklama becerileri vb.	0
(26) Otel hizmeti	Jeosite yakın otel hizmeti.	0,25
(27) Restoran hizmeti	Jeosite yakın restoran hizmeti	0,25
<b>Ek Değerler Toplamı (VFn+VTr):</b>		<b>6,25</b>

Bu puan durumuna göre jeomorfofit ana değerlerden nispeten yüksek sayılabilecek (10,00 p) bir puan alırken, ek değerlerden ise orta değerde (6,25 p) bir puan aldığı görülmektedir. Elde edilen bu puanlara göre hazırlanan matrise göre bu jeomorfofitin Z32 karesinin orta kesimlerinde yer aldığı görülmektedir (Şekil 7).

Bu model kapsamında yorumlama aşamasında jeomorfofitin önemi Tablo 2 belirlenen kriterlerin puanlanmasına dayanır (Vujicic vd., 2011; Tomic & Bozic, 2014; Aylar vd., 2022; Canpolat vd., 2020; Canpolat, 2022; Altun vd., 2023). Kesin değerlendirme yapıldıktan sonra jeomorfofitin ana ve ek değerlerden aldığı puana göre matris alanında uygun yere işaretlenir (Şekil 7). Bu aşamadan sonra, Jeomorfofitin geleceğine yarar sağlayabilecek uygun bir genel turizm planlaması, pazar ve konservasyon (özgün niteliğe uygun olarak koruma) yönetimi politikası ile ilişkilendirilebilir. Bir jeomorfofiti değerlendirirken, karar vericilerin mevcut durumu göz önünde bulundurması önem taşımaktadır (Vujicic vd., 2011; Tomic & Bozic, 2014; Canpolat vd., 2020; Canpolat, 2022; Aylar vd., 2022; Altun vd., 2023). Jeomorfofit ile ilgili değerlendirme yapıp matristeki konumuna bağlı olarak ilgili değerlendirmeler yapılır. Buna göre, jeomorfofitin yer aldığı alan Z31 ve Z32 bölümlerinde yer almışsa bu jeomorfofitin yüksel bilimsel, estetik ve koruma değerlerine sahip, fakat düşük gelişmişlikte turist ve fonksiyonel sektöre sahip olduğunu işaret etmektedir. Bu nedenle karar vericilerin, yüksek olan göstergeleri geri plana itmemekle birlikte, düşük olan göstergeleri desteklemek, planlamak ve geliştirme yönünde çalışmalar yapması gerekmektedir (Vujicic vd., 2011; Tomic ve Bozic, 2014). Bu durum Aktepe Traverten Köprüsü ile ilgili yapılacak bazı tanıtım, düzenleme ve alt yapı gibi çalışmalarla bu jeomorfofitin önemli bir seviyeye yükselbileceğini göstermektedir.



Şekil 7. GAM Modeli'ne göre, Aktepe Traverten Köprüsü'nün (ATK-1) matristeki konumu.

Figure 7. Position of Aktepe Travertine Bridge (ATK-1) in the matrix according to GAM Model.

Tablo 4. AHS (Analitik Hiyerarşi Süreci) değerlendirme ölçeği.

Table 4. AHS (Analytic Hierarchy Process) evaluation scale.

Sayısal Değer	Tanım
1	Öğeler eşit derecede öneme sahip
3	1. faktör 2'ye göre biraz daha önemli
5	1. faktör 2'ye göre fazla önemli
7	1. faktör 2'ye göre çok fazla önemli
9	1. faktör 2'ye göre olası en kuvvetli öneme sahip
2, 4, 6, 8	İki yakın faktör arasındaki ara değerdir, uzlaşma gereken durumlarda kullanılır.

### 3.3.2. Aktepe Traverten Köprüsü'nün Sayısallaştırılmış SWOT Analizi

Aktepe Traverten Köprüsü ve yakın çevresinin turizmini etkileyen faktörlerin SWOT analizi yapılmış, ardından bu faktörlere AHS uygulanmıştır. AHS'nin hiyerarşik yapısına bağlı olarak SWOT analizinde belirlenen faktörlerin kendi aralarında görelî üstünlükleri belirlenmiş ve her düzeyde belirlenen faktörlerin, hiyerarşide hemen bir üst düzeyde yer alan faktörün açısından görelî önemleri saptanarak Tablo 4'te görülen değerler ve tanımlamalara göre bir puanlama yapılmıştır (Saaty, 1980; Akbulak, 2016; Aylar vd., 2022). Elde edilen bu puanlar ile ikili karşılaştırmalı bir matris oluşturularak özdeğer-özvektör hesaplamaları sonucunda SWOT gruplarının ve faktörlerinin ağırlıkları belirlenmiştir (Tablo 5).

SWOT gruplarının ağırlık değerleri incelendiğinde "fırsatlar" grubunun 0,387 (%38,7) değeri ile en yüksek önceliğe sahip olduğu, "tehditler" grubunun ise 0,124 (%12,4) ağırlık değeri ile diğer SWOT gruplarına göre nispeten daha düşük öneme sahip olduğu görülmektedir. SWOT faktörlerinin, grup içindeki genel ağırlıkları gözden geçirildiğinde güçlü yönler grubunda %23,9'lık değerle "Traverten köprüsünün bulunduğu sahanın bozulmamış bir ortama sahip olması", zayıf yönler grubunda %34,1'lik değerle "Tanıtımın olmaması", fırsatlar grubunda %22,6 değerle "Yapılacak düzenlemeler ile gelen ziyaretçi sayısının kolay artırılabilir olması" ve tehditler grubunda ise %22,9'luk değerle "doğal ortamda bozulmaları başlaması" faktörlerinin önem bakımından gruplarında ilk sırada yer aldıkları görülmektedir (Tablo 6).

SWOT faktörlerinin genel ağırlıklarına göz atıldığında ise fırsatlar grubundan "Yapılacak düzenlemeler ile gelen ziyaretçi sayısının kolay artırılabilir olması" faktörünün %8,9'luk değerle ilk sırada yer alırken, zayıf yönler grubundan "Tanıtımın olmaması" faktörü %7,3'lük değerle ikinci sırada ve güçlü yönler grubundan "Traverten köprüsünün bulunduğu sahanın bozulmamış bir ortama sahip olması" faktörünün ise %7,2 ile üçüncü sırada yer aldığı görülmektedir. Bu durum, çalışma sahasının iyileştirmelere açık olduğunu ve belirlenen eksiklerin giderilmesi halinde turistik potansiyelinin artacağını göstermektedir.

### 3.3.3. Aktepe Traverten Köprüsü'nün Ulaşım Durumu

Aktepe Traverten Köprüsü Alucra ilçe merkezine 9,5 km, Şebinkarahisar ilçe merkezine 37 km, Şiran ilçe merkezine 60 km, Kelkit ilçe merkezine 88 km, Gümüşhane şehir merkezine 140 km, Giresun şehir merkezine 157 km ve Erzincan şehir merkezine 166 km uzaklıktadır. Traverten köprüsüne ulaşmak için önce Alucra'yı Şebinkarahisar'a bağlayan Devlet karayolu üzerindeki Mesudiye mahallesi (yaklaşık 5,6 km) yol ayırımından Belençayır mahallesine doğru dönülmektedir.

**Tablo 5.** Aktepe Traverten Köprüsü Sahasının SWOT faktörleri ve ağırlık oranları.**Table 5.** SWOT factors and weight ratios of Aktepe Travertine Bridge Site.

SWOT Grubu	Grubun Ağırlığı	SWOT Faktörleri	Faktörün Grup İçindeki Ağırlığı	Faktörün Genel Ağırlığı
Güçlü Yönler	0,284	G1. Traverten köprüsü içinden akan akarsuyun yıl boyu kesintisiz akıyor olması,	0,098	0,027
		G2. Yöre halkının sıcakkanlı ve misafirperver olması,	0,065	0,023
		G3. Gelen ziyaretçilerin doğal tünel görmeleri dışında farklı aktivite yapma imkânının bulunması,	0,185	0,048
		G4. Traverten köprüsünün bulunduğu sahanın bozulmamış bir ortama sahip olması,	<b>0,239</b>	<b>0,072</b>
		G5. Yakın çevresinde morfolojik oluşum olarak tek olması,	0,168	0,044
		G6. Traverten köprüsü çevresinin hafta sonları rekreatif faaliyetlerden piknik, avcılık, trekking, oryantiring, kamp kurma, dağ bisikleti sürme gibi farklı faaliyetlere uygun olması,	0,182	0,047
		G7. Ulaşımın kolay ve büyük yerleşim merkezlerine yakın olması,	0,063	0,022
Zayıf Yönler	0,213	Z1. Finansman sorunları,	0,153	0,032
		Z2. Altyapının çok sınırlı olması,	0,126	0,024
		Z3. Kırsal turizm konusunda yöre halkının bilinçsiz olması,	0,184	0,041
		Z4. Ulaşım için özel aracın gerekli olması,	0,196	0,043
		Z5. Tanıtımının olmaması,	<b>0,341</b>	<b>0,073</b>
Fırsatlar	0,387	F1. Görsel albenisinin yüksek olması,	0,173	0,065
		F2. Tanıtımının yapılabilir olması,	0,167	0,063
		F3. Taşıma kapasitesinin yeterli olması,	0,145	0,059
		F4. Yapılacak düzenlemeler ile gelen ziyaretçi sayısının kolay arttırılabilir olması,	<b>0,226</b>	<b>0,089</b>
		F5. Alternatif turizm türlerine ve kırsal turizme olan ilginin giderek yaygınlaşması,	0,121	0,048
		F6. Turizmin yılın her ayında yapılabilecek düzeyde olması,	0,168	0,063
Tehditler	0,124	T1. Tünelin üstünden kayarak düşme ihtimali,	0,182	0,023
		T2. Orman yangını ve erozyon riskinin bulunması,	0,144	0,018
		T3. Traverten köprüsünün giriş kısmında çökme riskine bağlı kontrolsüz ziyaretlerde yaralanma riskinin bulunması,	0,175	0,022
		T4. Doğal ortamda bozulmaların başlaması,	<b>0,229</b>	<b>0,029</b>
		T5. Temel ihtiyacı karşılayacak unsurların olmaması (Tuvalet, lokanta, Dinlenme yerleri, vb.),	0,114	0,012
		T6. Yatırımın olmaması,	0,156	0,020

Buradan itibaren yaklaşık 1,3 km sonra yol ayırımından sağa dönülmesi gerekmektedir. Bu yol ayırımına kadar yol asfalt ve bozuk asfalt şeklindedir. Buradan itibaren stabilize toprak bir yoldan yaklaşık 2,5 km gidildiğinde traverten köprüsünün bulunduğu sahaya ulaşılmaktadır. Traverten köprüsüne bisiklet, özel araçla direkt ulaşım sağlanabilirken, köy minibüsleri ile gidilecek ise yol ayırımında inildikten sonra yaklaşık 2,5 km yürüme yolu bulunmaktadır.

#### 4. Tartışma

Bir sahanın tektonik ve litolojik özellikleri ile jeomorfolojik gelişimi Türkiye'deki (Atabey, 2002; Ayaz, 2002; Bayarı, 2002; Polat, 2011; Mesci, 2013; Uzun vd., 2015; Zeybek vd., 2015; Uzun vd., 2018; Delikan ve Mert; 2018; Polat ve Ege, 2018; Kandemir vd., 2021; Yeşilova, 2021) ve dünyadaki (Chafetz ve Folk, 1984; Pedley, 1990; Ford ve Pedley, 1996; Guo ve Riding, 1998; Jamshidi vd., 2016; Lazaridis vd., 2017; Gradzinski vd., 2018; Ranjbaran ve Zamanzadeh, 2021) örneklerinde olduğu gibi çalışmanın konusunu oluşturan Aktepe Travertenlerinin oluşumunda da etkili olmuştur. KAFZ etkisiyle sahada meydana gelen yükselme ve çökmeler akarsuların enerjisini arttırırken, iklimin etkisiyle karstlaşma süreçleri hızlanmış (Zeybek vd., 2015), bu yapı içerisinde akış gösteren Hayran Deresi'nin artan enerjisine bağlı olarak morfolojik taban düzeyini belirleyerek üstteki kireçtaşından yağışlar sonucu sızan suların vadiye doğru

akmasını ve yamaç kaynaklarının oluşmasını sağlamıştır. Bununla birlikte sahanın faylı bir yapıda olması ve traverten birikimi oluşan bu kaynakların yer değiştirmesine neden olduğu gibi, bu kaynaklardan çıkan su miktarında da değişime neden olabilmektedir. Bu kaynaklardan çıkan ve kalsiyum karbonat (Ca<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) bakımından zengin sulardaki karbondioksit yüzeye çıkınca sudan ayrılmış, biriken kalsiyum karbonat (Ca<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) ise Aktepe travertenlerini oluşturmuştur. Günümüzde aktif olarak su çıkışının devam ettiği alanda, yaklaşık KD-GB doğrultulu fay sistemine bağlı olarak bu kaynağın oluştuğu ifade edilmektedir (MTA, 2015). Bu kaynaktan çıkan suların sıcaklığı 24,5 °C ve yaklaşık 6-10 l/sn debiye sahip olduğu görülmektedir (MTA, 2015).

Traverten birikimi ile tektonik bakımdan aktif zonlar arasında çok yakın bir ilişki olduğu görülmektedir. Özellikle bu durum hidrotermal suların yüzeye çıkmasında büyük öneme sahiptir (Sibson vd, 1975; Aydoğdu, 2018). Travertenlerin birçoğunun Pliyoenden günümüze kadar oluşumunun devam etmesinin, aktif ve aktif olmayan traverten kütlelerinin varlığı, tektonik aktivitenin yakın geçmişte ve günümüzde halen devam ettiğinin bir işareti sayılmaktadır (Heimann ve Sas, 1989). Bununla birlikte Aktepe traverten sahasının hemen batısından geçen fay hattının (Şekil 2) varlığı, aktif ve aktif olmayan travertenlerin bulunması ve vadi gençleşmesi bu görüşü destekler niteliktedir.

Aktepe Traverten Köprüsü Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşlarının karstlaşmaya uğrayarak çözünmesi ve çözünen bu unsurların yamaç boyunca birikerek Hayran Deresi vadisini kapamasıyla oluşmuştur. Literatürde benzer oluşuma sahip çok sayıda traverten köprüsü bulunmaktadır. Türkiye'deki en güzel örneklerden birisi Zamantı Çayı üzerinde oluşan Yerköprü-I ve Yerköprü-II traverten köprüleridir (Bayarı, 2002). Bunun dışında Diyadin yakınlarında Murat Çayı üzerinde, Pınarbaşı yakınlarında Zamantı Irmağı üzerinde, Kızılırmak'ın yan kollarından Çilözü Deresi vadisinde, Konya-Hadim yakınlarında Göksu Nehri üzerinde, Adana-Karaisalı yakınlarında Çakıt Çayı üzerinde de farklı boyutlarda çok sayıda traverten köprüsü bulunmaktadır (Polat, 2011; Zeybek vd., 2015). Yapılan bu çalışmanın da Türkiye'deki traverten köprüsü literatürüne katkı sağlaması bakımından önemli olduğu düşünülmektedir.

Aktepe Traverten Köprüsü aktüel olarak oluşumuna devam etmektedir. Vadi tabanının doğusunda eski traverten kütlelerinin altından çıkan kaynaktan çıkan sular, traverten köprüsünün üzerinde yayılarak akışına devam etmekte ve içeriğindeki kalsiyum karbonatı biriktirmektedir. Bununla birlikte köprünün giriş kısmındaki tonoz kalınlığının az olması ve akarsu aşındırmasına bağlı çökmeler meydana gelmiştir. Bu durum köprünün uzunluğunu kısaltırken aktüel oluşumun devam etmesi özellikle çıkış kısmına doğru büyümenin devam etmesini sağlamaktadır. Bu güncel oluşum süreci Türkiye'deki traverten köprülerinin çoğunda görülmektedir (Polat, 2011).

Bu çalışma, birçok örneğine rastlanılan traverten çalışmalarında olduğu gibi, sahanın geçmişteki iklim koşullarının bu tür yeryüzü şekillerinin gelişiminde en az günümüzdeki iklim koşulları kadar etkili olduğunu göstermektedir. Günümüzde sadece yağışlı mevsimde su akışı artan Hayran Deresi'nin Pliyo-Kuvaterner'de sahanın tektonik ve morfolojik özelliklerine bağlı olarak vadisini açmaya başlaması traverten köprüsünün oluşumunda önemli bir aşamadır. Nitekim akarsu vadisinin güneyindeki Büyükçal Tepe (2145 m) ile kuzeyindeki Küçükçal Tepe'nin (1830 m) yaklaşık 1600 m'den itibaren yamaçları boyunca birikmeye başlayan traverten kütlelerinin varlığı akarsuyun bu birikimden önce burada kurulduğunun bir işaretidir. Bununla birlikte traverten köprüsünün oluşumunu sağlayan anakaya içinde çok sayıda bitki kalıntısı bulunmaktadır. Bu durum geçmiş dönemin izlerini yansıtması bakımından önemli olup, günümüzde köprünün üzerinde aynı süreci gözlemlemek de mümkündür.

## 5. Sonuçlar ve Öneriler

Tektonik faaliyetler bir bölgede önce morfolojik yapılar üretir ve daha sonra farklı aşındırma süreçleri bunları farklı yeryüzü şekillerine dönüştürür. Bu nedenle, karstlaşmaya uygun kayaçların bulunduğu arazilerde iklimin kontrolü altında karstlaşma süreçleri yaşanır. Bu süreç içerisinde çözünme sonucunda yeraltı suyunun bünyesine geçen kalsiyum karbonat suyun uygun koşullarda yerüstüne çıkmasıyla birikmeye başlar ve traverten veya tufa oluşumu gerçekleşir. Buna göre Aktepe Traverten Köprüsü'nün de oluşumunu sağlayan bu evrimde tektonik, litoloji ve jeomorfolojik gelişimin birlikte rol oynadığı sonucuna varılmaktadır. Traverten köprüsü, yörenin morfolojik gelişimini değerlendirmek için önemli bir yeryüzü şeklidir.

Aktepe Traverten Köprüsü ile akarsu vadisinin güney ve kuzeyinde bulunan traverten kütlelerinin mevcut morfolojik görünümünde, tektonik oluşum süreci sonrasında gelişen litolojik yapının iklimin kontrolünde karstlaşmaya uğrayarak traverten birikiminin gerçekleştiği söylenebilir. İlerleyen

süreçte akarsuyun vadisini derinleştirilmesi ile eski travertenler yamaçlarda kalmış, ancak traverten oluşumunun devam etmesi ve akarsuyun gücünün azalması neticesinde traverten kütleleri özellikle kuzey yamaç boyunca birikimine devam ederek zamanla vadiyi kapatmıştır. Süreç içerisinde oluşan bu traverten köprüsünün doğu yönünden giriş kısmı çökmeye uğramış ve bu bölümde oluşan mağara açığa çıkmıştır. Günümüzde ise mağaranın tavanında boyu 1 m'yi çapı ise 8-10 cm'yi bulan sarkıtların oluşumu halen devam etmektedir. Bu durum traverten köprüsünün bulunduğu alanda polisiklik bir sürecin yaşandığını göstermektedir.

Traverten köprüsü çevresindeki eski traverten alanlarının varlığı, köprünün tonoz kalınlığının doğudan batıya doğru artması, güncel traverten ve mağara tavanında sarkıtların oluşumu bölgedeki aşındırma-birikirme faaliyetlerinin kökenini yansıtmaktadır. Köprünün giriş kısmının tavanının çökmesi, açığa çıkan mağaranın taban kısmında hem traverten hem volkanik kökenli blokların bulunması, köprünün girişinden çıkışına kadar akarsu vadi genişliğinin değişken olması süreçlerin sahayı kademeli olarak dönüştürdüğünün bir göstergesi olarak düşünülmektedir.

Aktepe Traverten Köprüsü Alucra yöresinin en önemli jeomorfositlerinden birisi olup, günümüzde aktif olarak oluşumunu sağlayan kaynak yörede "Hayran Kaplıcası" veya "Günlük Ilıcası" adı ile bilinmektedir. Kökeni Osmanlı İmparatorluğu'na kadar uzanan ve yakın zamana kadar halen düzenlenen "Mayıs 7'si" şenlikleri sahanın geçmişten beri ticaret ve turizm amaçlı kullanımının bir göstergesidir. Çalışmada zaten kısmi olarak turizm faaliyetlerinin yürütüldüğü bu alanda traverten köprüsünün de dahil edilmesiyle daha farklı kitlelere ulaşma imkânı olacağı görülmektedir. Nitekim Aktepe Traverten Köprüsü'nün jeoturizm potansiyelini ortaya koymak için uygulanan GAM modelindeki matriste bu jeomorfosit Z<sub>32</sub> bölümünde kendine yer bulmuştur. Bu durum jeomorfositin yüksel bilimsel, estetik ve koruma değerlerine sahip, fakat düşük gelişmişlikte turist ve fonksiyonel sektöre sahip olduğunu işaret etmektedir. Bu nedenle karar vericilerin, yüksek olan göstergeleri geri plana itmemekle birlikte, düşük olan göstergeleri desteklemek, planlamak ve geliştirme yönünde çalışmalar yapması gerektiğini ortaya koymuştur. Ayrıca jeomorfosit ve yakın çevresinde jeoturizmi etkileyen faktörlerin sayısallaştırılmış SWOT analizi de yapılmış ve SWOT faktörlerinin, grup içindeki genel ağırlıklarına göre "Traverten köprüsünün bulunduğu sahanın bozulmamış bir ortama sahip olması" ve "Yapılacak düzenlemeler ile gelen ziyaretçi sayısının kolay arttırılabilir olması" gibi özelliklerle sahanın yüksek bir jeoturizm potansiyeline sahip olduğu ortaya konulmuştur.

Traverten köprüsünün bozulmadan ve sürdürülebilir bir şekilde jeoturizm faaliyetlerine açılmadan önce yapılması gereken çalışmalar vardır. Öncelikli olarak sahanın mevcut haliyle korunması için tabiat alanı veya sit alanı şeklinde koruma altına alınması gerekmektedir. Mevcut haliyle piknik yapmaya veya havuzları kullanmaya gelenler hem çevreye hem de traverten köprüsüne zarar vermektedir. Dolayısıyla günübirlik ziyaretçi faaliyetlerine kısıtlama getirilmeli veya kontrol altına alınmalıdır. Yapılan saha çalışmalarında Aktepe traverten sahasında sadece traverten köprüsünün bulunduğu sahada aktüel olarak oluşum devam etmektedir. Ancak köprünün hemen üstündeki traverten düzlüğüne yapılan havuzların doldurulması için su tutulması ve doğusundaki vadi tabanında yapılan tarımsal faaliyetler için buradaki kaynaktan borularla su



taşınması bu aktüel traverten sahasına zarar vermektedir. Yapılacak detaylı jeolojik, hidrojeolojik ve jeofizik çalışmalar ile yeraltı suyunun kimyası, derinliği, rezervi vb. belirlenmelidir. Gerekirse bu yeraltı sularının yüzeye çıkarılması ile travertenlerin doğallığı bozulmadan yenilenmesine devam edilebilir. Travertenlere erişim, ana yoldan yaklaşık 4 km'lik stabilize bir yol üzerinden sağlanmaktadır. Yöre halkı bu yolun yılın büyük bir bölümünde yoğun kar örtüsü altında veya çamur olduğu belirtmektedir. Bu nedenle bu yolun bir an önce iyileştirilmesi ve asfaltlanması önerilmektedir. Bununla birlikte ülkemizdeki birçok yörede karşılaşılan doğal ve kültürel varlıklara karşı yapılan tahribat ve bilinçsiz birtakım müdahaleler Aktepe Traverten Köprüsü içinde geçerlidir. Bu nedenle yerel yönetimler tarafından farkındalık oluşturmak amacıyla konunun uzmanları ve yatırımcılarla iş birliği yapılmalı, toplantılar düzenlenmeli traverten köprüsünün de bulunduğu bu alanın turizm potansiyeli ve yöreye ekonomik katkısı yerel halka anlatılmalıdır. Ayrıca buradaki en önemli çalışma Aktepe Traverten Köprüsü'nün "Tabiat Parkı" statüsü olarak kahverengi tabelaya sahip olmasıdır. Bu şekilde tanıtımı yapılan bu alana daha fazla ziyaretçinin gelmesi mümkün olacaktır.

#### Etik Kurul İzni

Bu çalışma için etik kurul izni gerekmemektedir.

#### Çıkar Çatışması/Conflict of Interest

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder. *The authors declare that there is no conflict of interest.*

#### Veri Erişebilirliği/Data

Çalışmada kullanılan tüm veriler arazi çalışmaları ve laboratuvar analizleri ile elde edilmiştir. İstenildiğinde bu veriler kaynak gösterilerek kullanılabilir. *All data used in this study were obtained by field studies and laboratory analyses. These data can be used upon request by citing the source.*

#### Yazar katkısı/Author contribution

Bu çalışmanın konsepti ve tasarımı F. A, H. İ. Z ve S. A tarafından yapılmıştır. F. A, H. İ. Z ve S. A tarafından biçimsel analiz, araştırma, orjinal taslağı yazma ve editörlük yapılmıştır. E. Y., İ. B. ve M. A. Arazi gözlem ve ölçüm verileri ile şekillerin çizilmesine katkı sağlamışlardır. Ayrıca çalışmanın kavramsallaştırılması, metodolojisinin belirlenmesi ve toplanan verilerin analizi ile yorumlanması F. A, H. İ. Z ve S. A tarafından yapılmıştır. Hazırlanan orjinal taslak tüm yazarlar tarafından okunmuş ve en son düzeltmeler F. A ve H. İ. Z tarafından yapılmıştır. *The concept and design of this study was done by F. A, H. İ. Z and S. A. F. A, H. İ. Z and S. A did the formal analysis, research, original drafting, and editing. E. Y., İ. B. and M. A. contributed to the field observation and measurement data and the drawing of figures. In addition, F. A, H. İ. Z and S. A. conceptualized the study, determined the methodology, analyzed and interpreted the collected data. The original draft was read by all authors and final corrections were made by F. A. and H. İ. Z.*

#### Kaynakça

Akbulak, C. (2016). Ardahan ilinde kırsal turizm potansiyelinin sayısallaştırılmış swot analizi ile değerlendirilmesi. *Humanitas-Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(07), 1-30.

<https://doi.org/10.20304/husbd.86882>

Alucra Mayıs Yedisi Panayırı. (23 Şubat 2015). Alucra Haber, <https://www.alucrahaber.com/haber/13703549/alucra-mayis-yedisi-zil-panayiri>

Altun, M., Aylar, F., & Zeybek, H. İ. (2023). Kabaceviz takım şelalelerinin (Samsun) jeoturizm potansiyeli. *Kesit Akademi Dergisi*, 9 (35), 354-378. <http://dx.doi.org/10.29228/kesit.70332>

Atabey, E. (2002). Çatlak sırt tipi lamine traverten-tufa çökellerinin oluşumu, mikroskobik özellikleri ve diyajenezi, Kırşehir, İç Anadolu. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi* (123-124), 59-65.

Atalay, İ. (1994). *Türkiye vejetasyon coğrafyası*. Ege Üniversitesi Basımevi.

Atalay, İ. (2011). *Toprak oluşumu, sınıflandırılması ve coğrafyası*. Meta Basım Yayın.

Atalay, İ. (2017). *Türkiye jeomorfolojisi*. Meta Basım Yayın.

Atalay, İ., Altunbaş, S., Çoşkun, M., & Muzaffer, S. (2020). *Taşların ekolojisi ile topoğrafyanın toprak oluşumu, tarım ve ormancılık açısından önemi*. Meta Basım ve Yayın.

Ayaz, M. E. (2002). Travertenlerde gözlenen morfolojik yapılar ve tabiat varlığı olarak önemleri. *Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 19(2), 123-134.

Aydoğdu, İ. (2018). *Traverten çökellerinin aktif tektonik çalışmalar için önemi: Tokat Reşadiye travertenini (Kuzey Anadolu Fay Sistemi, Türkiye)* (Tez No. 522325) [Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Yök Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>

Aylar, F., Zeybek, H. İ., & Dinçer, H. (2020) Kayabaşı doğal köprüsü (Ulus/Bartın). *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 11 (1), 171-187.

Aylar, F., Gürgöze, S., Uzun, A., & Zeybek, H. İ. (2022). Yerköprü doğal tüneli'nin jeomorfolojisi ve turizm potansiyeli, Vezirköprü/Samsun. *Coğrafya Dergisi* (44), 115-129. <https://doi.org/10.26650/JGEOG2022-981930>

Aytaç, A. S., & Demir, T. (2019). Kula UNESCO Global Jeoparkı'nda yer bilimleri ve jeomiras açısından uluslararası öneme sahip üç yeni jeosit önerisi. *Mediterranean Journal of Humanities*, 9(2), 125-140. <http://dx.doi.org/10.13114/MJH.2019.480>

Bayarı, C. S. (2002). A rare landform: Yerköprü travertine bridges in the Taurids Karst Range, Turkey. *Earth Surface Processes and Landforms*, 27(6), 577-590. <https://doi.org/10.1002/esp.337>

Bernroider, E. (2002). Factors in swot analysis applied to micro, small-to-medium, and large software enterprises: An austrian study. *European Management Journal*, 20(5), 562-573. [https://doi.org/10.1016/S0263-2373\(02\)00095-6](https://doi.org/10.1016/S0263-2373(02)00095-6)

Buccino, G., D'Argenio, B., Ferreri, V., Brancaccio, L., Ferreri, M., Panichi, C. & Stanzione, D. (1978). I travertini della bassa

- valle del Tanagro (Campania): Studio geomorfologico, Sedimentologico e geochimico. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, 97, 617–646.
- Canpolat, E. (2022). Evaluation of geomorphosite potential and the tourism attractiveness of uçansu waterfall (Gündoğdu-Antalya). *Geographies, Planning&Tourism Studios*, 2(1), 21-32. <https://doi.org/10.5505/gpts.2022.99608>
- Canpolat, E., Çilgin, Z., & Bayrakdar, C. (2020). Jeomorfofotuzizm potansiyeli bakımından Emecik Kanyonu/Şelalesi (Çameli/Denizli). *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (5), 64-86. <https://doi.org/10.46453/jader.784270>
- Chafetz, H. S., & Folk, R. L. (1984). Travertines; depositional morphology and the bacterially constructed constituents. *Journal of Sedimentary Petrology*, 54(1), 289-316.
- Demirağ, İ. (2012). *Sarıçiçek Dağı'nda (Alucra/Giresun) karstlaşma ve karstik sekiller* (Tez No. 306455) [Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü]. Yök Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Delikan, A., & Mert, M. (2019). Depositional and geochemical characteristics of geomorphologically controlled recent tufa deposits on the Göksu River in Yerköprü (Konya, Southern Turkey). *Carbonates and Evaporites*, 34, 441-459. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13146-018-0477-3>
- Dickson, J. A. D. (1965). A modified technique for carbonates in thin section. *Nature* 205 (No. 4971), p. 587.
- Huggett, R. C. (2011). *Fundamentals of Geomorphology* (3. bs) (U. Doğan, Çev.). Nobel (Orijinal çalışma 2011 yılında yayınlandı).
- Donovan, S. K., Harper, D. A. T., Jackson, T. A., Portell, R. W. (2013) A note on a coastal natural bridge in Antigua, West Indies. *Cave and Karst Science*, 40(3), 105-108.
- Dowling, R. K. (2010). Emerging volcano and geothermal related tourism in Iceland. In Erfurt-Cooper, P., Cooper, M. (Eds.), *Volcano and geothermal tourism: sustainable georesources for leisure and recreation*. Earthscan, London, UK, (pp. 209-220). <http://dx.doi.org/10.4324/9781849775182>
- Dowling, R. K. (2011). Geotourism's global growth. *Geoheritage*, 3, 1-13.
- Dowling, R.K., & Newsome, D. (2010). *Global geotourism perspectives*. Goodfellow Publishers Limited.
- Efe, R., Atalay, İ., Soykan, A., Cürebal, İ., & Sarı, C. (2008). Natural Environment and Culture in the Mediterranean. Efe, R., Cravins, G., Öztürk, M., & Atalay, İ. (Eds.), *The formation of Antalya travertine deposit and karstic ground water systems. In Nature Environment and Culture in the Mediterranean Region. Part I. Chapter Six*, (pp. 93-108). Cambridge Scholars Publishing.
- Erkanol, D. (2018). *Türkiye Doğal Taşlar (Mermer-Traverten-Sert Taşlar-Yapı Taşları) Desen ve Tür Envanteri*. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü.
- Farsani, N.T., Coelho, C. O., & Costa, C.M. (2014). Analysis of network activities in geoparks as geotourism destinations. *International Journal of Tourism Research*, 16(1), 1–10. <http://dx.doi.org/10.1002/jtr.1879>
- Ford, D., & Williams, P. (2007). *Karst hydrogeology and geomorphology*. John Wiley & Sons.
- Ford, T., & Pedley, H. (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)
- Galvao, A., Mascarenhas, C., Marques, C., & Braga, V. (2022). Economics and management of geotourism. In Braga, V., Duarte, A., Marques, C. S. (Eds.), *Geotourism as promoter of sustainability development: A systematic review and research agenda*. Springer.
- Gavrilović, D. (2005) Suplja Stena Natural Bridge, *Scindeks Srpski Citatni Indeks, Collection of the Papers, LIII*, 5-12.
- Gradzinski, M., Bella, P., & Holubek, P. (2018). Constructional caves in freshwater limestone: A review of their origin, classification, significance and global occurrence. *Earth-Science Reviews*, 185, 179-201. <http://dx.doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.05.018>
- Gunn, J. (2004). *Encyclopedia of caves and karst science*. Taylor & Francis.
- Guo, L., & Riding, R. (1998). Hot-spring travertine facies and sequences, Late Pleistocene, Rapolano terme, Italy. *Sedimentology*, 45(1), 163-180. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-3091.1998.00141.x>
- Güney, Y. (2022). Türkiye'deki kırgıbayırların jeosit potansiyeli. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*. 46, 51-79.
- Gürgöze, S., Aylar, F., Bağcı, H. R., & Zeybek, H. İ. (2021). Kurşunlu Takım Şelaleleri (Tekkeköy/Samsun): Korunan alanların seçiminde kullanılan kriterler açısından bir değerlendirme. *Kesit Akademi Dergisi*, 7 (29), 293-322. <http://dx.doi.org/10.29228/kesit.54069>
- Hatipoğlu, Ş. C., & Bahadır, M. (2020). Altınordu (Ordu) ilçesindeki jeosit ve jeomorfofositlerin turizm potansiyellerinin Preliminary Geosite Assessment Model (GAM) ile ölçümü. *Mavi Atlas Dergisi*, 8(2), 548–564. <https://doi.org/10.18795/gumusmaviatlas.790874>
- Heimann, A., & Sass, E. (1989). Travertines in the northern Hula Valley, Israel. *Sedimentology*, 36(1), 95-108. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.1989.tb00822.x>
- Huggett, R. J. (2011) *Fundamentals of geomorphology*. Abingdon: This Edition Published in the Taylor&Francis e-Library.
- İnan, N. (1985). The features and genesis of Antalya travertines. *Geol Eng J*, 24, 31-37.
- Jamshidi, A., Nikudel, M. R., Khamehchiyan, M., Zarei Sahamieh, R., & Abdi, Y. (2016). A correlation between P-wave velocity and Schmidt hardness with mechanical properties of travertine building stones. *Arabian Journal of Geosciences*, 9, 1-12. <http://dx.doi.org/10.1007/s12517-016-2542-3>

- Julia, R. (1983). Travertines. 64–72, In P.A. Scholle, D.G. Bebout, C. H. Moore (Eds.), *Carbonate Depositional Environments*, Tulsa, Ok. (American Association of Petroleum Geologists).
- Kajanus, M., Kangas, J., & Kurttila, M. (2004). The use of value focused thinking and the A'WOT hybrid method in tourism management. *Tourism management*, 25(4), 499-506. [http://dx.doi.org/10.1016/S0261-5177\(03\)00120-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0261-5177(03)00120-1)
- Kandemir, R., Tagliasacchi, E., Özer, M. S. K., Şaffak, D., Köroğlu, F., Hu, H. M., & Shen, C. C. (2021). The multidisciplinary approaches on facies development and depositional systems of the Bahçecik Travertines, Gümüşhane, NE-Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 30, 561-579. <http://dx.doi.org/10.3906/yer-2104-20>
- Kayağılı, S., Avşar, N., & Aksoy, E. (2017). Paleontolojik bir kesit örneği: Hasandağı Deresi, Akçadağ, Malatya. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 60(1), 93-105. <https://doi.org/10.25288/tjb.297840>
- Kırmacı, M. Z. (1992). *Alucra-Gümüşhane-Bayburt Yörelerindeki (Doğu Pontid Güney Zonu) Üst Jura-Alt Kretase Yaşlı Berdiga Kireçtaşı'nın Sedimentolojik İncelenmesi* (Tez No. 22171) [Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Yök Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Kurttila, M., Pesonen, M., Kangas, J., & Kajanus, M. (2000). Utilizing the analytic hierarchy process (AHP) in SWOT analysis—a hybrid method and its application to a forest-certification case. *Forest policy and economics*, 1(1), 41-52. [https://doi.org/10.1016/S1389-9341\(99\)00004-0](https://doi.org/10.1016/S1389-9341(99)00004-0)
- Lazaridis, G., Ptrimmis, K., & Pappa, S. (2017). Travertine Caves in Almopia, Greece. *Cave and Karst Science*, 44(2), 58-63.
- Lazzari, M., & Aloia, A. (2014). Geoparks, geoheritage and geotourism: opportunities and tools in sustainable development of the territory. *Geoj Tour Geosites* 13(1), 8–9.
- Manning, A., (2009) Arches and natural bridges. *Journal of Creation* 23(2), 67-68.
- MTA. (2015). *Giresun-Alucra jeotermal jeoloji ve jeofizik etüt raporu* (Rapor No. 11816). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü.
- Mesci, B. L. (2013). Özgün niteliklere sahip travertenler ve önemleri: Sivas yöresi travertenlerinden örnekler. *Türkiye Jeoloji Bülteni*. 56(1), 23-37.
- Newsome, D., & Dowling, R. K. (Eds.). (2010). *Geotourism: The tourism of geology and landscape*. Goodfellow Publishers.
- Newsome D., Dowling R., & Leung Y.F. (2012). The nature and management of geotourism. A case study of two established iconic geotourism destinations. *Tourism Management Perspectives* 2–3, 19-27. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tmp.2011.12.009>
- Ólafsdóttir, R., & Dowling, R. (2014). Geotourism and geoparks—a tool for geoconservation and rural development in vulnerable environments: A case study from Iceland. *Geoheritage*, 6, 71-87. <http://dx.doi.org/10.1007/s12371-013-0095-3>
- Ordóñez, S., & Garcia del Cura, M.A. (1983). Tertiary fluvial carbonates in Central Spain. In J.D. Collinson, J. Lewin (Eds.), *Modern and Ancient Fluvial Systems* (pp. 485-497). International Association of Sedimentologists Special Publication, Blackwell.
- Özkul, M., Alçiçek, M.C., Heybeli, H., Semiz, B., & Erten, H. (2001). In Kibici, Y., & Kağış, S. B. (Eds.), *Denizli sıcak su travertenlerinin depolanma özellikleri ve mermercilik açısından değerlendirilmesi. Türkiye III. Mermer Sempozyumu (Mersem'2001) Bildiriler Kitabı*, (ss. 57-72). TMMOB Mühendisleri Odası Yayınları.
- Özpay, G. A., & Ocak, F. (2017). Sivas ilinde bir jeosit alanı: Eğribucak Kayalıkları. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(18), 77-93.
- Pedley, H. (1990). Classification and environmental models of cool freshwater tufas. *Sedimentary Geology*, 68(1-2), 143-154. [https://doi.org/10.1016/0037-0738\(90\)90124-C](https://doi.org/10.1016/0037-0738(90)90124-C)
- Pentecost, A. (2005). *Travertine*. Springer.
- Petrovic, A. S., & Carevic, I. (2015) Geological influence on the formation of Samar Natural Bridge and Collapse Valley of Ravna River from the Ne Kučaj Mountains (Carpatho-Balkanides, Eastern Serbia). *Acta Carsologica*, 44 (1). 37-46. <http://dx.doi.org/10.3986/ac.v44i1.898>
- Polat, S. (2011) Türkiye'de traverten oluşumu, yayılış alanı ve korunması. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 23, 389-428.
- Polat, S., & Ege, İ. (2018). *Bolluk traverten konileri*. Doğu Mat Grup Matbaacılık.
- Porto, C. S., & Travassos, L. E. P. (2019) Geotourism at the Natural Bridge Caverns, Texas, USA. *IntereSpaço Revista de Geografia e Interdisciplinaridade*, 5 (18), 1-12. <http://dx.doi.org/10.18764/2446-6549.2019.12110>
- Ranjbaran, M., & Zamanzadeh, S. M. (2021). Determining the role of chemical and biological factors in controlling precipitation of tufa and travertine deposits in Shurab area, Northern Iran. *Carbonates and Evaporites*, 36, 73. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13146-021-00691-z>
- Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process*. McGraw Hill.
- Sibson, R. H., Moore, J., & Rankin, A. H. (1975). Seismic pumping a hydrothermal fluid transport mechanism. *Journal of the Geological*, 131, 653-659. <https://doi.org/10.1144/gsjgs.131.6.0653>
- Sümengen, M. (2013). *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü 1:100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Giresun H41 Paftası* (Yayın No. 190). Jeolojik Etütleri Dairesi.
- Tomic, N., & Bozic, S. (2014). A modified Geosite Assessment Model (M-GAM) and its application on the Lazar Canyon area (Serbia). *International Journal of Environmental Research*, 8(4), 1041-1052.
- Vujicic, M., Vasiljevic, D., Markovic, S., Hose, T. A., Lukic, T., Hadzic, O., & Janicevic, S. (2011). Preliminary geosite assessment model (gam) and its application on Fruska

- gora mountain, potential geotourism destination of Serbia. *Acta Geographica Slovenica*, 51(2), 361–377. <http://dx.doi.org/10.3986/AGS51303>
- Williams, E. L., (2002) Natural tunnel, Virginia: Origin speculations. *Creation Research Society Quarterly* 39(4), 220-224.
- Yeşilova, Ç. (2021). Potential geoheritage assessment: Dereiçi Travertines, Başkale, Van (East Anatolian Turkey). *Manas Journal of Engineering*, 9(1), 66-71. <https://doi.org/10.51354/mjen.907396>
- Uzun, A., Zeybek, H. İ., Bahadır, M., Gürgöze, S., & Zorba, T. B. (2018). Geomorphological Characteristics of The Akkaya Travertines (Bolu, Turkey). In Arapgiroğlu, H., Atik, A., Hızıroğlu, S., & Elliott, R. L. (Eds.), *The Most Recent Studies in Science and Art*. (pp. 1714-1725). Gece Publishing.
- Uzun, A., Zeybek, H. İ., Yılmaz, C., & Bahadır, M. (2015). Aksu Çayı Havzası Traverten Mağaraları, Giresun. *Marmara Coğrafya Dergisi* (31), 243-257. <https://doi.org/10.14781/mcd.95521>
- Zeybek, H. İ. (2004) Delikkaya Natural Bridge (Tokat). *International Symposium on Earth System*, 105-110. İstanbul, Türkiye.
- Zeybek, H., Uzun, A., Yılmaz, C., Bahadır, M., Hatipoğlu, İ., Dinçer, H., & Gürgöze, S. (2015, Ekim 15-17). *Yıldız Doğal Köprüsü, Yıldızeli-Sivas* [Sempozyum Sunumu]. IV. *Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu, UJES-2015*, 559-563. Samsun, Türkiye.