



**Delikkaya (Bakırcıoğlu, Yıldızeli, Sivas) Doğal Traverten Köprüsü:  
Korunması Gereken Bir Jeolojik Miras**

*Delikkaya (Bakırcıoğlu, Yıldızeli, Sivas) Natural Travertine Bridge: A Geological Heritage to Preserve*

**Bekir Levent Mesci\*** 

*Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Sivas, Türkiye*

• Geliş/Received: 24.09.2025 • Düzeltmiş Metin Geliş/Revised Manuscript Received: 03.12.2025 • 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:** Bilimsel, eğitsel önemi, nadir bulunurluğu ve ekolojik-jeoturizm potansiyeli nedeniyle bazı jeolojik yapı ve kayalar dünya genelinde “jeolojik miras” kapsamında değerlendirilmekte ve koruma altına alınmaktadır. Bu bağlamda traverten oluşumları, Pamukkale ve benzeri örneklerde görüldüğü üzere, estetik değerleri ve turizm-arkeolojik sit alanlarıyla ilişkili konumları nedeniyle korunması gereken önemli bir kayaç grubudur.

Sivas ve yakın çevresinde 16 farklı alanda traverten oluşumları bulunmaktadır. Bu alanların önemli bir kısmı taş ocağı olarak işletilmekte olup, bu doğal yapıların hızla tüketilmesine ve tahrip edilmesine yol açmaktadır.

Bu traverten sahaları içinde yer alan Delikkaya (Yıldızeli-Sivas) traverten sahasında, dört adet sırt tipi traverten bulunmaktadır. Oluşumuna 15,1 ( $\pm 0,5$ ) bin yıl önce (Üst Pleyistosen) başlamış ve 11,4 ( $\pm 0,7$ ) bin yıl (Grönlandiyen) sonra tamamlanmış olan KKB-GGD doğrultulu sırt tipi travertende akarsu aşındırması ve blok kopmaları sonucu şekillenmiş doğal bir traverten köprüsü bulunmaktadır. Köprü hem üzerinden hem de altından geçilebilecek boyutlara sahiptir.

Delikkaya traverten köprüsü ve çevresindeki traverten sahasının korunması, gelecek kuşaklara aktarılması ve bölgesel doğa turizmi-jeoturizm potansiyelinin değerlendirilmesi açısından önem taşımaktadır. Bu alanın jeosit olarak tescil edilmesi, bilimsel ve toplumsal açıdan katkı sağlayacak bir uygulama olarak değerlendirilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Jeolojik miras, jeosit, mağara, Sivas Delikkaya, traverten, traverten köprüsü.

**Abstract:** Travertine formations represent a significant component of geological heritage due to their scientific, educational, aesthetic, and geotourism value. Globally, such structures are protected for their rarity and ecological importance. In Türkiye, travertine deposits are widespread, with 16 distinct localities identified in Sivas and its surroundings. However, extensive quarrying activities threaten the preservation of these natural features, leading to rapid depletion and irreversible destruction.

The Delikkaya travertine field (Yıldızeli–Sivas) is of particular importance, hosting four ridge-type travertines. Geochronological data indicate that formation commenced approximately 15.1 ( $\pm 0.5$ ) ka in the Upper Pleistocene and was completed 11.4 ( $\pm 0.7$ ) ka later, corresponding to the Greenlandian stage. The NNW–SSE-trending ridge-type travertine includes a natural travertine bridge, formed through stream erosion and block disintegration, which is large enough to permit passage both above and below.

Preservation of the Delikkaya Travertine Bridge and its surrounding travertine field is essential to safeguard geological heritage and to promote regional geotourism potential. Registration of this site as a geosite would not

*only ensure its protection for future generations but also contribute to scientific research, educational development, and sustainable tourism initiatives.*

**Keywords:** *Cave, geological heritage, geosite, Sivas Delikkaya, travertine, travertine bridge.*

## GİRİŞ

İnceleme alanının üzerinde bulunduğu Anadolu levhası, Alp-Himalaya dağ oluşum kuşağı içerisinde yer almakta olup, Orta Miyosen döneminde gerçekleşen Arabistan-Anadolu levhaları arasındaki çarpışma ve Ege yayı boyunca Afrika Levhasının Anadolu Levhası altına dalmasıyla ilişkili yoğun kabuksal deformasyonlar oluşmaktadır (Bozkurt, 2001; Şengör, 1980, 1985). Bu tektonik süreçler, Türkiye'nin jeodinamik yapısını şekillendiren çok sayıda jeolojik ve doğal yapısal unsurun oluşumuna neden olmuştur. Bunlar arasında Kuzey Anadolu Fayı, Doğu Anadolu Fayı, Batı Anadolu'daki genişleme tektoniğiyle ilişki normal faylara bağlı horst-graben sistemleri ile bu fayların neden olduğu yoğun deprem etkinlikleridir (Şengör, 1985). Ayrıca, bu jeotektonik gelişimin sonucu olarak gelişen volkanik faaliyetler de dikkat çekicidir. Son 11000 yıldan yakın tarihsel dönemlere kadar süregelen volkanik aktivitelerine göre; Acıgöl (MÖ 11000 ve 4300), Süphan ve Karapınar (MÖ 8000), Hasandağ (MÖ 7550 ve 6750), Erciyes (MÖ 6880), Kula (MÖ 3000), Nemrut (1692), Ağrı Dağı (1840) ve Tendürek (1855) gibi volkanik alanlar bu bağlamda örnek olarak gösterilebilir.

Bu tektonik ve volkanik süreçlerle ilişkili olarak Anadolu'da yoğun jeotermal etkinlik gözlemlenmektedir. Sıcak suların yüzeye çıkışı ile tektonik aktivite arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır. Türkiye'de Denizli (Pamukkale) dışında Tokat (Reşadiye), Amasya (Terziköy), Bolu (Karacasu, Narven), Sivas (Sıcak ve Soğuk Çermik, Delikkaya, Ortaköy), Afyon (Gazlıgöl, Sandıklı), Aydın (Germencik), Ağrı (Diyadin) ve Bingöl (Hacılar) gibi birçok bölgede aktif jeotermal alanlar mevcuttur.

Yeraltı suları, yerkabuğunun derinlerindeki dolaşimleri sırasında mermer ve kireçtaşı gibi karbonatlı kayaçlarla etkileşime girerek çözünme yoluyla CO<sub>2</sub> kazanmakta ve karbonik asit (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) bakımından zenginleşmektedir. Bu sular, CaCO<sub>3</sub> bileşimli kayaçlarla temasları sonucunda kalsiyum bikarbonatça zengin bir kimyasal bileşim kazanır.

Çeşitli şekillerde, özellikle tektonik süreksizlik düzlemleri olan fay ve çatlak sistemleri aracılığı ile yüzeye ulaşan kalsiyum bikarbonat bakımından zengin suların üzerlerindeki basıncın düşmesi ve içerdikleri CO<sub>2</sub>'in atmosferdeki CO<sub>2</sub> ile dengede olmayışı gibi nedenlerle, atmosferdeki CO<sub>2</sub> ile yüzeye ulaşan su içerisindeki CO<sub>2</sub> arasındaki oran dengeye gelinceye kadar, su bünyesindeki CO<sub>2</sub> kaybedilir. Dolayısı ile CO<sub>2</sub>'in ayrılması nedeniyle bikarbonat bileşimi parçalanır pH yükselir, CaCO<sub>3</sub>'e doygunluk artar ve bu kimyasal süreçlerin sonucunda traverten çökelişi gerçekleşir. CO<sub>2</sub> alglerce alındığında CO<sub>2</sub> harcanırken alglerin etrafında CaCO<sub>3</sub>'tan oluşan zar şeklinde bir çökelim gelişir. Alg öldükten sonra içi boş silindirik yapıdaki travertenler biyokimyasal yoldan oluşur.

Traverten oluşumu için birden fazla etkenin bir arada bulunması gerekmektedir. Bunlar: yeraltı suyu, çözülebilir nitelikte CaCO<sub>3</sub> içeren bir kayaç, CO<sub>2</sub> ve yüzeye taşıyan kırık sistemleridir. Yüzey koşullarına ulaşan her yeraltı suyu yukarıda sayılan etmenlerin tümünü sağlayamayabilir ve bu nedenle yüzeye ulaşan bütün yeraltı suları traverten çökeltmez. Bu durum, yani travertenlerin çökeliminin yeryüzünde nadir gerçekleşen süreçler gerektirdiğini gösterir. Bu nadirlik ve görünüş itibarıyla estetik değerleri nedeniyle Dünya'da birçok traverten alanı koruma altına alınmıştır. Travertenlerin yapı taşı olarak ve kültürel varlıklarda hem günümüzde hem de antik

dönemlerde yaygın olarak dekoratif kullanımları da dikkati çekmektedir.

Travertenler, sadece kimyasal ve biyokimyasal oluşum süreçleriyle değil, aynı zamanda morfolojik çeşitlilikleriyle de dikkat çekmektedir. Chafetz ve Folk (1984) ve Altunel ve Hancock (1993) travertenleri morfolojik özelliklerine göre sınıflandırmıştır. Bu sınıflamada yer alan ve genişleme tektoniğinin etkin olduğu bölgelerde gözlenen yüzey şekilleri itibarıyla bir sırta benzeyen *sirt tipi* travertenler, Pamukkale örneğinde görülen *teras tipi* ve *kendiliğinden oluşan kanal tipi* travertenler özgün şekiller sunmaktadır. Ayrıca, traverten köprüleri ve mağara ortamlarında iç mekanlarda oluşan sarkit-dikitle de önemli morfolojik yapılar arasında yer almaktadır. Denizli (Honaz) Kaklık Mağarası, Tokat Ballica Mağarası ve Zonguldak Gököl Mağarası bu tür oluşumların en iyi örneklerini temsil etmektedir.

Bu çalışma, Yıldızeli (Sivas) ilçesine bağlı Bakırcıoğlu köyü yakınında yer alan Delikkaya traverten sahasında gözlemlenen traverten köprüsünün oluşum süreci, jeolojik-jeomorfolojik özellikleri, jeolojik miras değeri ve korunma gerekliliğini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

## DELİKKAYA TRAVERTEN SAHASININ JEOLJİK ÖZELLİKLERİ

Delikkaya traverten sahası, Sivas il merkezinin yaklaşık 35 km KB'sında bulunmaktadır (Şekil 1). Bölgede Paleozoyik yaşlı Akdağmadeni metamorfite ve bunun üzerinde uyumsuz olarak çökelmiş Neojen yaşlı İncesu Formasyonu'nun Derindere çakıltası üyesi ve genç traverten oluşumları yüzeylenmektedir. Aral ve Söylem (1991), Delikkaya traverten sahasının yaklaşık 8 km GGB'sındaki Sıcak Çermik jeotermal alanında MTA ve DSİ tarafından gerçekleştirilen sondaj çalışmalarında, temel kayac olarak Akdağmadeni metamorfiteinin tanımlandığını ve bu birim

içerisindeki mermerin sıcak sular için hazne kaya (rezervuar) işlevi gördüğünü belirtmişlerdir.

Traverten yüzleklerinin altında ise İncesu Formasyonu'nun Derindere çakıltası üyesi yer almaktadır. İncesu Formasyonu (Yılmaz, 1981), Derindere çakıltası üyesi yatay veya yataya yakın konumlu, kırmızı-gri renkli, gevşek çimentolu, yer yer çapraz katmanlı, iri ve ince taneli kırıntılı karasal çökellerden oluşan bir stratigrafi sunmaktadır. Derindere çakıltası üyesinin üzerinde çalışma alanının dışında, doğu kesiminde, Porsuk Kireçtaşı, Yılmaz (1981) ve Poisson vd. (1996) tarafından tanımlanan erken Pliyosen yaşlı, görsel ortamda çökelmiş yeşil renkli marn ve karbonatlı çökellerle karakterize edilen Meraküm Formasyonu yüzeyler.

## DELİKKAYA TRAVERTEN KÖPRÜSÜ

Delikkaya traverten sahası Bakırcıoğlu köyünün 500 m DKD'sunda yer almaktadır. Delikkaya traverten alanında dört adet sirt tipi traverten oluşumu tespit edilmiştir (Şekil 2 ve 3). Şekil 3'te I, II, III ve IV olarak numaralandırılan bu sırtlar arasında, I numaralı sirt tipi traverten oluşumu hem morfolojik hem de jeolojik açıdan özgün nitelikler sergilemekte olup, küresel ölçekte nadir rastlanan bir örnek olarak dikkat çekmektedir. Traverten köprüsünün üzerinde gelişmiş olduğu I numaralı sirt, *sirt tipi* travertenlerin karakteristik özelliklerini tam anlamıyla yansıttığı için hem görsel hem de bilimsel açıdan yüksek *jeolojik miras* değeri taşımaktadır.

I numaralı sirt üzerinde, KKB-GGD doğrultulu yaklaşık 580 metre uzunluğunda bir merkezi çatlak eksen gelişmiştir. Bu eksen, jeotermal suların yüzeye çıkışını sağlayan ana yapısal unsurdur. Çatlak zonu boyunca düşey bantlı traverten çökelleri gözlemlenmektedir. Bantlı travertenler sirt tipi travertenler için karakteristik özelliklere sahiptir. Bunların başında U/TH yaşlandırma yöntemi uygulanarak

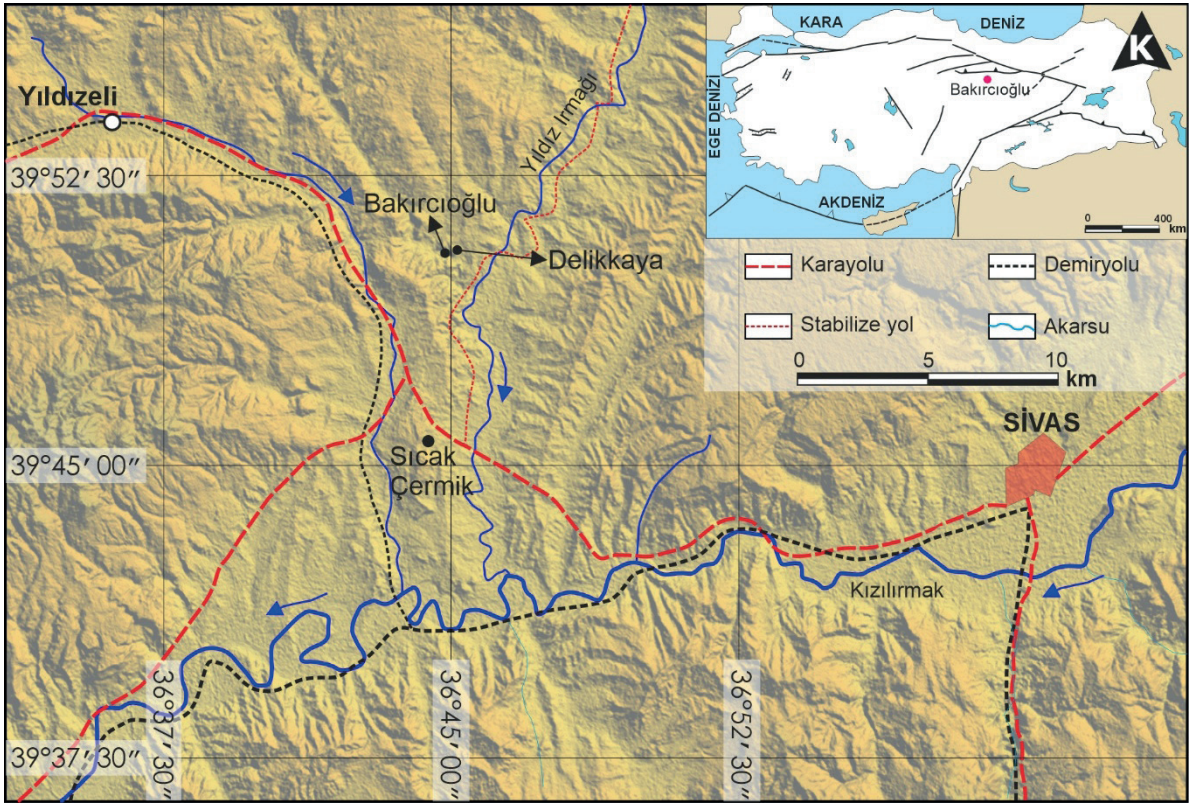
sırt gelişimi ve açılma oranları ile ilgili önemli bilgiler sağlamaktadır (Altunel ve Hancock, 1993; Mesci vd. 2008). Bantlı travertenlerle eş zamanlı çökelmiş olan tabakalı travertenler ise sırtın doğu ve batı kanatlarında yer almaktadır. Doğu kanattaki tabakalı travertenlerin eğimi  $3^{\circ}$  ile  $11^{\circ}$  arasında değişirken, batı kanatta Çilözü Deresi'nin aşındırıcı etkisi nedeniyle topoğrafya daha sarp olup, eğim değerleri  $21^{\circ}$  ile  $52^{\circ}$  arasında değişmektedir (Şekil 2 ve 3).

Mesci vd. (2008) tarafından gerçekleştirilen U/Th yaş analizlerine göre, I numaralı sırt tipi traverten oluşumunda çökelim süreci ve dolayısıyla jeotermal aktivite, günümüzden yaklaşık 15,1 ( $\pm 0,5$ ) bin yıl önce (Üst Pleyistosen dönemi) başlamış ve 11,4 ( $\pm 0,7$ ) bin yıl öncesine, yani Greenlandian (Erken Holosen) evresine kadar devam etmiştir (Şekil 2). Araştırmacılar ayrıca

bu sonuçlar ile bölgede 0,110 mm/yıllık bir açılma oranı belirlemişlerdir. Bu veriler, bölgede yer alan sırt tipi travertenlerin jeokronolojik özellikleri, jeotermal sistemlerle ilişkileri ve yerel tektonik (açılma/genişleme miktarları) hakkında önemli kayıtlar sunduğunu ortaya koymaktadır.

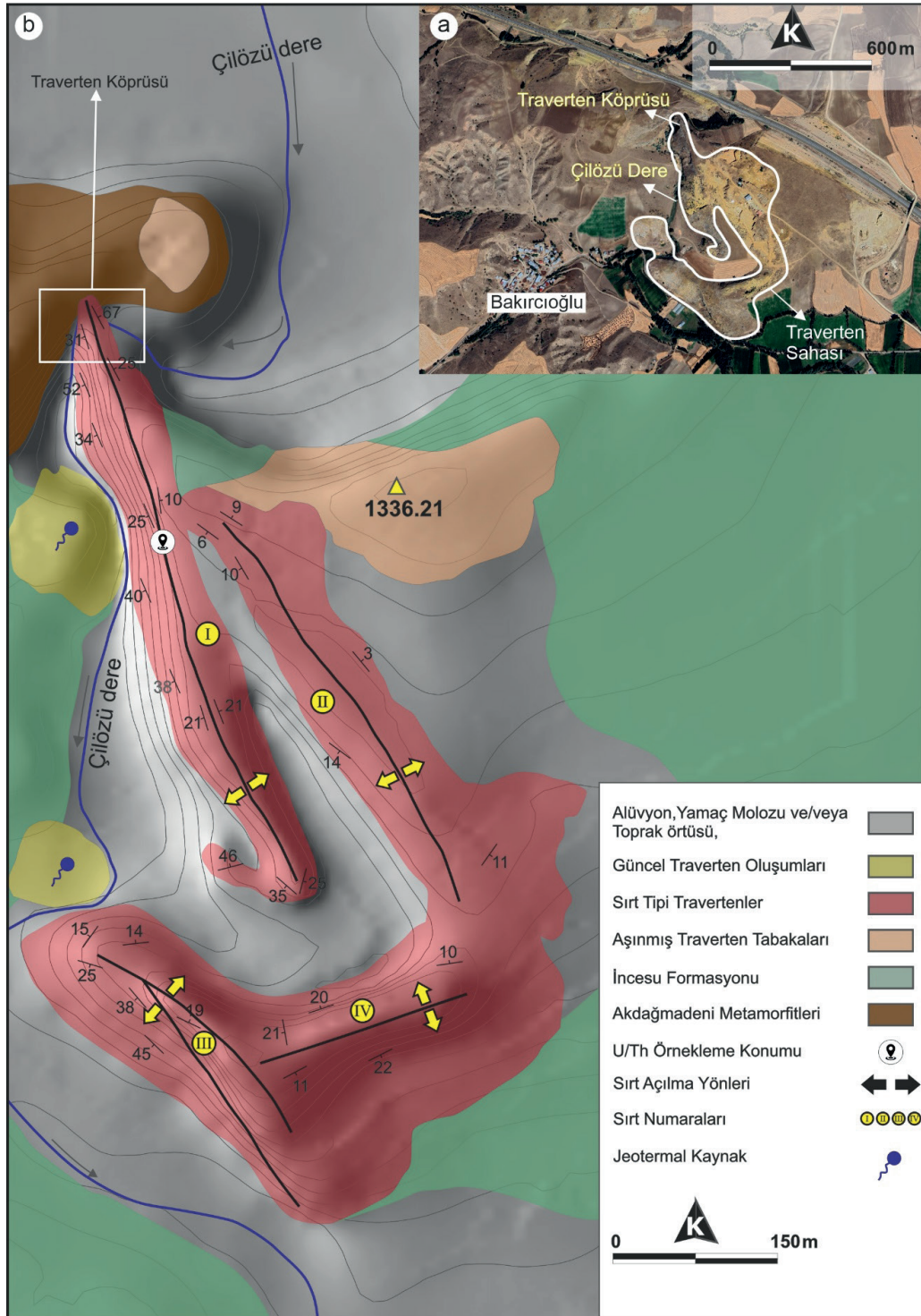
### Mağaralar ve Traverten Köprüleri

Mağaralar, birçok araştırmacı tarafından yeryüzünde bulunan ve bir insanın sığabileceği, hareket edebileceği büyüklükteki doğal boşluklar olarak tanımlanmaktadır (Jennings, 1985; Curl, 1964). Genel olarak mağaralar doğal ve yapay olmak üzere iki ana sınıfa ayrılmaktadır. Doğal mağaralar ise birincil ve ikincil mağaralar olmak üzere ayrılmaktadır.



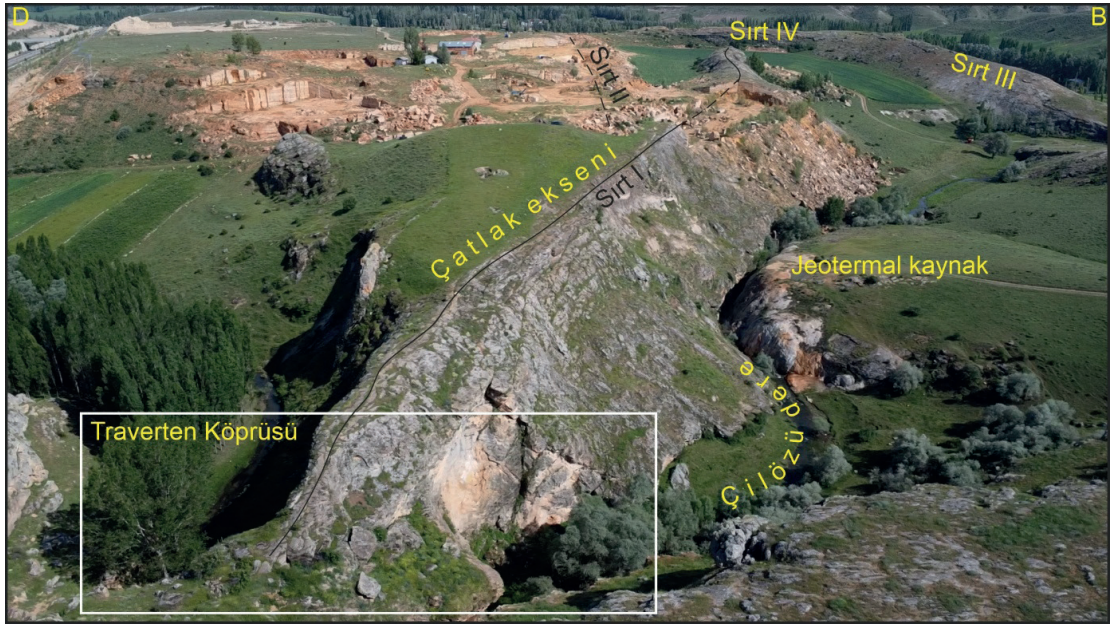
Şekil 1. İnceleme alanı yer bulduru haritası.

Figure 1. Location map of the study area.



şekil 2. a) Delikkaya (Bakırcıoğlu koy) traverten sahasının Google Earth uydu görüntüsü (2025) ve b) jeolojik haritası.

Figure 2. a) Google Earth satellite image (2025), and b) Geological map of the Delikkaya (Bakırcıoğlu village) travertine field.



**Şekil 3.** Delikkaya traverten sahasının drone ile alınmış genel görünümü.

**Figure 3.** General view of the Delikkaya travertine field taken with a drone.

Travertenlerde gelişen boşluklar, traverten köprüleri (yerköprüler) bu sınıflama içerisinde birincil mağaralar sınıfında yer almaktadır (Nazik, 2018). Mağaralar, tarih öncesi dönemlerden itibaren insanlar tarafından barınma, ibadet, depolama gibi temel ihtiyaçlar doğrultusunda kullanılmıştır. Bu amaçlarla ya doğal mağaralar (örneğin Magura [Bulgaristan], Cueva de Las Manos [Arjantin], Chauvet [Fransa], Karain [Antalya], İnsuyu [Burdur]) tercih edilmiş ya da insanlar tarafından kazılarak yapay mağaralar oluşturulmuştur (örneğin Derinkuyu ve Mazı [Nevşehir]). Genellikle güvenlik açısından dik yamaçlar, kolay işlenebilirlik bakımından ise tuf, kireçtaşı, jips, mermer gibi kayaçların bulunduğu alanlar tercih edilmiştir. Bu tür mağaralar, barındırdıkları arkeolojik kalıntılar ve mağara resimleri nedeniyle de antropolojik açıdan yüksek öneme sahiptir.

Bu bağlamda, az bilinen ancak dikkat çekici örneklerden biri de Sivas'ın 55 km KKD'sunda Tödürge köyünde yer alan ve "kaya mağaralar" olarak adlandırılan yapılardır. Sayıları onlarla ifade edilen bu mağaralar, Kızılırmak tarafından

şekillendirilmiş vadinin dik yamaçlarında, bölgedeki yaygın Oligosen yaşlı jips birimleri Hafik Formasyonu içerisine insanlar tarafından oyularak oluşturulmuştur (Şekil 4).

Doğal mağaralar ise oluşum mekanizmalarına göre çözünme (karstik), deniz kökenli, lav tüpleri ve buzul mağaraları şeklinde sınıflandırılmaktadır. Bunlar arasında en yaygın olanı çözünme (karstik) mağaralardır. Bu tür mağaralar, kalsiyum karbonat içeren kireçtaşı, mermer ve dolomit gibi kayaçlar ile jipslerin çözünmesiyle oluşur. Saf su, sıcaklığı ne olursa olsun kalsiyum karbonatı çözemez; ancak yeraltı ve yüzey sularının atmosferden aldıkları CO<sub>2</sub> ile karbonik asit oluşur. Bu asitçe zenginleşmiş su, süreksizlik düzlemleri boyunca hareket ederek kalsiyum karbonatı çözer ve yeraltı boşluklarının gelişimini sağlar.

Traverten ve tufalar da esas olarak kalsiyum karbonattan oluştuğundan, bu kayaçlarda da mağara gelişimi gözlenebilmektedir. Başka bir deyişle, travertenler bir tür kireçtaşıdır ve bu nedenle mağara oluşumlarına uygun ortamlar sunarlar.



**Şekil 4.** Tödürge köyünde bulunan Oligosen yaşlı (Hafik Formasyonu) tabakalı jips oluşumları içinde insanlar tarafından açılan mağaraların görünümü.

**Figure 4.** View of caves excavated by human activity within the layered gypsum deposits of the Oligocene Hafik Formation at Tödürge village.

Traverten köprüleri, traverten çökelimlerinin ardından yüzeysel akış veya yeraltı sularının çatlak ve kırık sistemleri boyunca dolaşımı sırasında traverten kütesini çözerek ve/veya aşındırarak doğal mağara benzeri boşluklar oluşturması sonucu meydana gelmektedir (Şekil 6a). Bu süreç hem kimyasal çözünme hem de mekanik aşındırma mekanizmalarının birlikte etkili olduğu karmaşık bir jeomorfolojik evrimi temsil etmektedir. Literatürde bu tür yapılara “traverten köprüsü” adı verilirken, Türkçe karşılığı olarak “*yerköprü*” terimi kullanılmaktadır (Şekil 5).

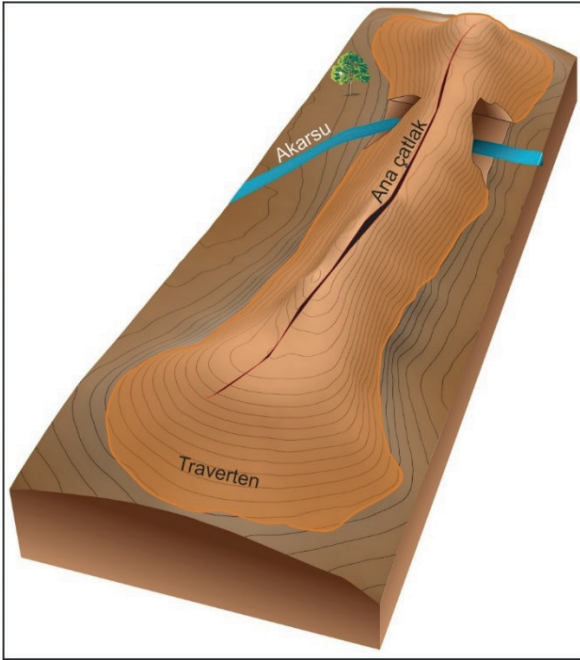
Traverten köprüleri, Dünya ve Türkiye’de çeşitli örneklerle temsil edilmektedir. Bu oluşumlar arasında en iyi bilinen ve en etkileyici örnek, Amerika Birleşik Devletleri’nin Arizona eyaletinde, Payson kenti yakınlarında yer alan Tonto Traverten Köprüsü’dür. Bu yapı, 56 metre yüksekliği, 121 metre uzunluğu ve 46 metreye

ulaşan genişliği ile dünyanın en büyük doğal traverten köprüsü olarak tanımlanmaktadır (Steenerson, 1990). Tonto Köprüsü hem boyutsal özellikleri hem de jeolojik oluşum süreci ve jeoturizm nitelikleri açısından uluslararası literatürde önemli bir referans noktasıdır.

Türkiye’de ise Diyardin (Ağrı) bölgesinde yer alan traverten köprüleri dikkat çekici örnekler arasında yer almaktadır.

### **Delikkaya Traverten Köprüsü**

Delikkaya traverten sahasında yer alan sırt tipi travertenler arasında, I numaralı sırt üzerinde gelişmiş önemli bir yapı dikkat çekmektedir. Bu traverten kütesinin kuzey ucunda, Çilözü Deresi’nin aşındırıcı etkisiyle mağara biçiminde geniş bir geçit oluşmuştur.



**Şekil 5.** Sırt tipi bir travertende gelişmiş traverten köprüsünün şematik blok diyagramı.

**Figure 5.** Schematic block diagram of a travertine bridge developed in a ridge-type travertine.

Doğal süreçlerle oluşan bu yapı hem jeomorfolojik hem de jeolojik miras açısından korunması gereken özgün bir oluşum niteliği taşımaktadır. Bu traverten köprüsüne ilk dikkat çeken araştırmacı Atiker (1991) olmuştur ve Sivas yakınlarında yer alan sıcak çermik travertenleriyle birlikte korunması gerektiğini belirtmiştir.

Bu yapılar, hem bölgesel jeotermal sistemlerle ilişkili olmaları hem de morfolojik özgünlükleri nedeniyle jeolojik miras kapsamında değerlendirilmekte ve korunmaları önerilmektedir (Polat ve Ege, 2024). Bilimsel ve jeoturizm açısından değerlendirilmesi gereken bu yapılar, Türkiye'deki traverten köprülerinin çeşitliliği ve potansiyelinin anlaşılması bakımından da önem taşımaktadır.

Delikkaya traverten köprüsü'nün oluşumuna neden olan Çilözü Deresi, Sivas il sınırları içerisinde doğan ve Kızılırmak Nehri'ne bağlanan Yıldız Irmağı'nın kollarından biridir (Şekil 1). Bu

dere, I numaralı sırt tipi travertenin kuzey ucunu D-B doğrultusunda keserek, doğu tarafından köprüye girip batıdan çıkış yapmaktadır (Şekil 2 ve 3).

Köprü'nün girişi yaklaşık 17 metre genişlik ve 13 metre yükseklik ile tanımlanırken (Şekil 6a ve c), çıkışı ise 14 metre genişlik ve 22 metre yüksekliğe sahiptir (Şekil 6b ve d). Köprü'nün toplam uzunluğu 38 metre olup, morfolojik özellikleri, oluşumunda hem çözünme hem de mekanik süreçlerin birlikte etkili olduğunu göstermektedir. Köprü'nün çıkış tarafında, tavandan kopmuş büyük traverten blokları gözlemlenmektedir (Şekil 6b ve d). Bu durum, köprü oluşumunun başlangıç aşamasındaki mağaranın alt seviyeden başlayan çözünme süreciyle oluşmaya başladığını, üst seviyelerinde ise zayıf çatlak düzlemlerini kullanarak yerçekimine bağlı blok kopmalarıyla genişlediğini ve günümüzdeki morfolojisini kazandığını göstermektedir.

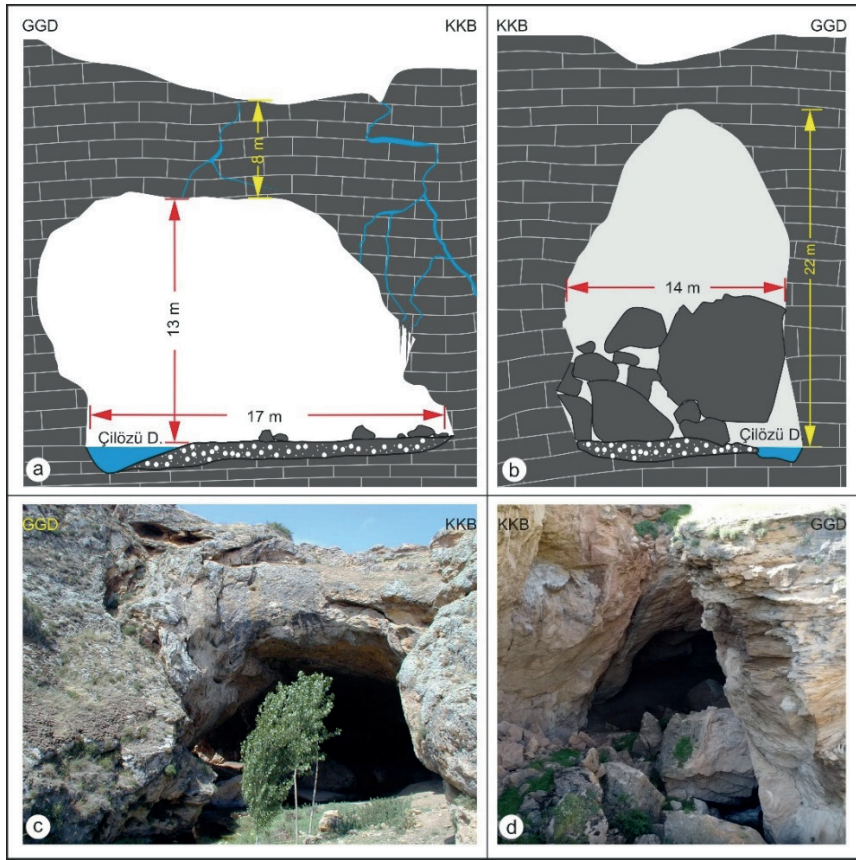
Köprü içerisinde, tavandan sızan suların çöktüğü sarkıt benzeri ikincil karbonat çökelimleri gözlemlenmektedir (Şekil 7a). Ayrıca, tavanda sırt tipi travertenlerin oluşumunu sağlayan jeotermal suyu yüzeye taşıyan çatlak eksenini net biçimde izlenebilmektedir (Şekil 7b).

Son bantlı traverten çökeliminin 11,4 ( $\pm 0,7$ ) bin yıl önce gerçekleştiği dikkate alındığında, sırtın oluşumuna neden olan jeotermal etkinliğin bu dönemde sona erdiği anlaşılmaktadır. Bu veri, traverten köprüsünün gelişiminin büyük ölçüde bu tarihten itibaren başladığını ve günümüze kadar devam ettiğini göstermektedir.

Sırt I ve Delikkaya Traverten Köprüsü, bu özellikleri bakımından ele alındığında hem oluşum mekanizması hem de morfolojik özellikleriyle ulusal ölçekte önemli bir örnek teşkil etmektedir (Şekil 8).

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Türkiye; jeolojik çeşitliliği, morfolojik zenginliği ve doğal miras varlıklarıyla küresel ölçekte dikkat çeken bir coğrafyada yer almaktadır.



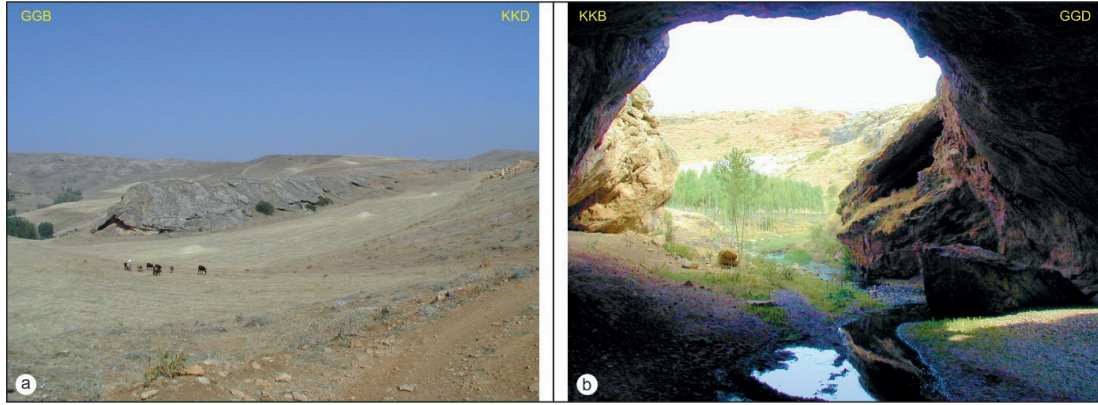
Şekil 6. Delikkaya traverten koprusunun giriş (a ve c) ve çıkıŐının (b ve c) kesit gorunumu ve fotoğrafları.

Figure 6. Sectional view and photographs of the entrance (a and c) and exit (b and c) of the Delikkaya travertine bridge.



Şekil 7. a) Delikkaya traverten koprusunda bulunan sarkıt ve dikit benzeri okelimlerin ve b) atlak ekseninin mağara tavanındaki gorunumu.

Figure 7. a) View of the stalactite and stalagmite-like deposits and b) the crack axis on the ceiling inside the Delikkaya travertine bridge cave.



**Şekil 8. a)** Sırt I'in ve **b)** traverten köprüsünün doğuya bakan girişin görünümü.

**Figure 8. a)** View of ridge I and **b)** the east entrance of the travertine bridge.

Orta Anadolu'da Kapadokya'daki peri bacaları (Nevşehir); Pamukkale travertenleri (Denizli) UGS'in belirlediği ve 2022'de Dünya kamuoyuna duyurduğu İlk 100 Jeolojik Miras Alanı içinde yer almıştır. Doğu Anadolu'da Ağrı, Süphan ve Nemrut (Bitlis), Tendürek (Ağrı) ve Batı Anadolu'daki Kula (Manisa), gibi volkanik sahalar ile zengin jeotermal kaynaklar hem bilimsel hem de estetik açıdan yüksek değere sahip ulusal ve uluslararası ölçekte jeolojik miras alanları arasında yer almaktadır. Bu oluşumlar, tektonik süreçlerin, volkanik faaliyetlerin ve hidrotermal sistemlerin uzun jeolojik zaman dilimleri süresince meydana gelmiş olup Türkiye'nin günümüzdeki jeomorfolojik çeşitliliğini en iyi şekilde yansıtmaktadır.

Pamukkale örneğinde olduğu gibi (Altunel ve Hancock, 1993; Özkul vd., 2013), kamuoyunda daha az bilinen ancak bilimsel açıdan son derece önemli traverten sahaları da mevcuttur. Diyardin (Ağrı), Reşadiye (Tokat) ve Sıcak Çermik (Sivas) (Mesci vd., 2008 ve Mesci vd., 2020) gibi alanlar bu bağlamda öne çıkmaktadır. Ne yazık ki bu sahaların büyük bir kısmı taş ocağı olarak işletilmekte ve bu doğal yapıların tahribatına neden olunmaktadır. Traverten oluşumu, jeokimyasal, tektonik, morfolojik ve sedimentolojik olarak yalnızca çok özel jeolojik koşullar altında gerçekleşebildiğinden, bu kayalar nadir jeolojik oluşumlar olarak değerlendirilmelidir. Ayrıca, teras tipi, kanal tipi ve sırt tipi travertenlerin

morfolojik özgünlükleri, bu oluşumların bilimsel ve kültürel değerini daha da artırmaktadır.

Özkul vd. (2024), Denizli travertenlerinin kültürel mirastaşı olarak değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamış ve "Denizli Traverteni", Uluslararası Jeoloji Bilimleri Birliği (IUGS) tarafından Ağustos 2024'te küresel mirastaş olarak onaylanmıştır (Özkul vd., 2025). Bu gelişme, Türkiye'deki traverten oluşumlarının uluslararası düzeyde tanınması açısından önemli bir dönüm noktasıdır.

Uluslararası literatürde, özel niteliklere sahip jeolojik oluşumların büyük bir kısmı doğal miras statüsünde koruma altına alınmakta ve sürdürülebilir turizm kapsamında değerlendirilmektedir. Bu bağlamda, Delikkaya Traverten Köprüsü hem morfolojik özgünlüğü hem de jeoturizm potansiyeli nedeniyle korunması ve jeosit olarak ilan edilmesi gereken önemli bir doğal miras niteliği taşımaktadır.

Delikkaya Traverten Köprüsü'nü diğer örneklerden ayıran en belirgin özellik, bir uçtan girilip diğer uçtan çıkılabilen ve yürüyüş rotası oluşturulabilen bir geçit yapısına sahip olmasıdır. ABD'deki Tonto Traverten Köprüsü Parkı'nda üç tırmanış rotası, piknik alanları ve grup etkinlikleri için düzenlenmiş alanlar bulunmaktadır (Steenerson, 1990). Buna karşılık Diyardin Traverten Köprüleri Murat Nehri tarafından şekillendirilmiş olup, nehrin yüksek debisi ve

koprusunun i hacminin sınırlı olması nedeniyle jeoturizm potansiyeli bakımından Delikkaya örneğinden farklılık göstermektedir.

Sivas çevresindeki traverten sahaları da Türkiye genelindeki diğer traverten alanları gibi taş ocağı faaliyetleriyle tehdit altındadır. Özellikle atlık eksenlerinde gelişmiş bantlı travertenler, dekoratif görünümleri nedeniyle ss taşı ve yapı malzemesi olarak; tabakalı travertenler ise yüzey kaplama taşı olarak hızla tüketilmektedir. Şekil 3'te görüldüğü üzere, Delikkaya traverten sahasındaki taş ocakları özellikle I numaralı sırt ve traverten kprusne ciddi tahribat vermektedir. Şekil 2 ve Şekil 3'te açıkça görülebileceği gibi, II numaralı sırt işletme sonucunda geri döndürülemez biçimde yok edilmiştir.

Bu nedenle, traverten sahalarına yönelik tahribatın etkin koruma önlemleriyle sınırlandırılması, hatta bazı alanlarda tamamen yasaklanması önerilmektedir. Delikkaya Traverten Kprusu başta olmak üzere Türkiye'deki bu tür jeositlerin korunması, yalnızca doğal mirasın sürdürülebilirliği açısından değil, aynı zamanda jeoloji, arkeoloji ve antropoloji gibi bilimsel disiplinlere katkı sağlaması bakımından da büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, bu alanların yerel kalkınmada ekoturizm ve jeoturizm kapsamında önemli ekonomik ve kültürel getiriler sağlama potansiyeli bulunmaktadır.

Bu amaçla, Delikkaya Traverten Kprusu içerisinde ve etrafında yürüyüş rotaları, piknik alanları ve doğal yaşam gözlemleri için uygun tesislerin planlanması önerilmektedir. Bölgenin jeosit olarak tescillenerek koruma altına alınması hem bilimsel hem de toplumsal açıdan srdrlebilir bir kazanım sağlayacaktır.

#### **EXTENDED SUMMARY**

*This study aims to evaluate the geological, geomorphological, and geoconservation significance of the Delikkaya Travertine Bridge in Sivas Province, central Türkiye. The region lies within the Alpine-Himalayan orogenic belt and exhibits complex tectonic, volcanic, and hydrothermal features that have contributed to the*

*formation of rare travertine structures. Travertine deposition in the area is controlled by fault systems and geothermal activity, with four distinct ridge-type travertine bodies identified in the Delikkaya field.*

*The most prominent of these, referred to as Ridge I, hosts a natural travertine bridge formed by the erosive action of the ilz Stream – a tributary of the Yıldız River. The stream cuts through the travertine ridge from east to west, creating a tunnel-like passage measuring 38 meters in length, with entrance and exit dimensions of 17×13 meters and 14×22 meters, respectively. The bridge displays evidence of both dissolutional processes and mechanical collapse, including large travertine blocks detached from the ceiling and secondary carbonate precipitates forming stalactite- and stalagmite-like structures.*

*Uranium-thorium dating indicates that travertine precipitation began around 15.1 (±0.5) thousand years ago during the Late Pleistocene and continued until approximately 11.4 (±0.7) thousand years ago, marking the end of geothermal activity in the area. The bridge's formation likely initiated after this period, shaped by fluvial erosion and structural weakening.*

*Despite its scientific and geotouristic value, the Delikkaya travertine field is under threat from quarrying activities, particularly targeting banded and layered travertines for decorative and construction purposes. Visual evidence reveals irreversible damage to Ridge II and encroachment upon Ridge I, where the travertine bridge is located.*

*The study emphasizes the urgent need to protect this unique geological feature by designating it as a geosite and integrating it into sustainable tourism planning. Proposed measures include the development of hiking trails, ecological observation points, and visitor facilities. The Delikkaya Travertine Bridge stands as a rare example of walkable travertine morphology and offers significant potential for scientific research, education, and regional geotourism.*

## KATKI BELİRTME

Çalışmada bilimsel desteklerinden dolayı Prof. Dr. Halil Gürsoy'a, drone görüntülemelerindeki katkılarından dolayı Doç. Dr. Oktay Canbaz ve Doç. Dr. Sinan Koşaroğlu'na teşekkür ederim.

## ORCID

Bekir Levent Mesci  <https://orcid.org/0000-0002-7983-3923>

## KAYNAKÇA / REFERENCES

- Altunel, E. & Hancock, P. L. (1993). Morphological features and tectonic setting of Quaternary travertines at Pamukkale, western Turkey. *Geological Journal*, 28(3-4), 335-346. <https://doi.org/10.1002/gj.3350280312>
- Aral, F. ve Söylem, B. (1991). Sıcak Çermik (Sivas) Sıcak su Kaynaklarının Jeolojik ve Hidrojeolojik İncelenmesi. *Ahmet Acar Jeoloji Sempozyumu Bildiriler Kitapçığı. Çukurova Üniversitesi*, s.: 23-32.
- Atiker, M. (1991). Koruyamadığımız doğal anıtlar (Sivas travertenlerindeki dev çatlaklar ve bir akarsu tüneli). *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*, 691, 32-35.
- Bozkurt, E. (2001). Neotectonics of Turkey – a synthesis. *Geodinamica Acta*, 14(1-3), 3-30. <https://doi.org/10.1080/09853111.2001.11432432>
- Chafetz, H. S. & Folk, R. L. (1984). Travertines: depositional morphology and the bacterially constructed constituents. *Journal of Sedimentary Research*, 54(1), 289-316. <https://doi.org/10.1306/212F8404-2B24-11D7-8648000102C1865D>
- Curl, R. L. (1964). On the Definition of a Cave. *The National Speleological Society Bulletin* 26(1), 1-6
- Google Earth. (2025). Sivas, Bakırcıoğlu köyü ve çevresinin görüntüsü. <https://earth.google.com>
- Jennings, J. N. (1985). *Cave and karst terminology*. Australian Karst Index, 1-13.
- Mesci, B. L., Gürsoy, H. & Tatar, O. (2008). The evolution of travertine masses in the Sivas area (central Turkey) and their relationships to active tectonics. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 17(2), 219-240.
- Mesci, B. L., Gürsoy, H., Ghaleb, B. & Tatar, O. (2020). An Extensional Fracture Acting as Hot Water Source for Travertine Deposition on the North Anatolian Fault Zone, Turkey: the Reşadiye Fissure-Ridge. *Geological Bulletin of Turkey*, 63(1), 1-18. <https://doi.org/10.25288/tjb.623535>
- Nazik, L. (2018). Yeraltı Karanlıklar Dünyasının Gizemli Oluşumları: Mağaralar. *TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Mavi Gezegen*, 24, 20-36.
- Özkul, M., Kele, S., Gökğöz A., Shen, C. C., Jones, B., Baykara M. O., Förizs, I., Németh, T., Chang, Y. W., Alçıçek, M. C. (2013). Comparison of the Quaternary travertine sites in the Denizli extensional basin based on their depositional and geochemical data. *Sedimentary Geology*, 94, 179-204. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2013.05.018>
- Özkul, M., Gül, A., Koralay, T., Özen, H., Semiz, B. & Duman, B. (2024). Denizli Travertine: a global heritage stone resource nominee from Western Türkiye. *Geoheritage*, 16(3), Article 67. <https://doi.org/10.1007/s12371-024-00970-w>
- Özkul, M., Gül, A., Semiz, B., Koralay, T., Topal, A. ... & Kumsar, H. (2025). Denizli İlinin (GB Türkiye) Jeoçeşitliliği ve Önemli Jeositleri / Geodiversity and Significant Geosites of the Denizli Province (SW Türkiye). *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 68(4), 145-188. <https://doi.org/10.25288/tjb.1559108>
- Poisson, A., Guezou, J. C., Öztürk, A., İnan, S., Temiz, H., Gürsoy, H., Kavak, K. Ş. & Özden, S. (1996). Tectonic Setting and Evolution of the Sivas Basin, Central Anatolia, Turkey. *International Geology Review*, 38, 838-853. <https://doi.org/10.1080/00206819709465366>
- Polat, S. ve Ege, İ. (2024). Diyardin (Ağrı) Doğal Traverten Köprülerinin Jeomorfolojisi ve Oluşumları, Doğu Anadolu, Türkiye. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 67(2), 231-252. <https://doi.org/10.25288/tjb.1390845>
- Steenerson C. A. (1990). Tonto Natural Bridge Arizona's Newest State Park. *Arizona Geological Survey Arizona Geology*, 20(4), 7-10.
- Şengör, A. M. C. (1980). *Türkiye'nin Neotektoniğinin Esasları*. Türkiye Jeoloji Kurumu Yayını Ankara, 40 s.
- Şengör, A. M. C. (1985). Türkiye'nin tektonik tarihinin yapısal sınıflaması. *Türkiye Jeoloji Kurumu Ketin Sempozyumu*, 37-61.
- IUGS, (2022). *The First 100 IUGS Geological Heritage Sites* (pp. 301). ISBN: 978-1-7923-9975-6. International Union of Geological Sciences Publication.
- Yılmaz, A. (1981). Tokat ile Sivas Arasındaki Bölgede Ofiyolitli Karışığın iç Yapısı ve Yerleşme Yaşı. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 24(1), 31-38. [https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/a8d616d51ce9709\\_ek.pdf](https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/a8d616d51ce9709_ek.pdf)