

# Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi

## Journal of Geomorphological Researches

© Jeomorfoloji Derneği

www.dergipark.gov.tr/jader

E - ISSN: 2667 - 4238



### Araştırma Makalesi / Research Article

## LİKYA NAPLARI BÖLGESİNDE EPIJENİK BURUK DÜDENİ VE GÜMÜŞDERE OBRUğU'NUN (TAVAS, DENİZLİ) JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE GELİŞİMİ

### Geomorphological characteristics and development of the epigenic Buruk swallow hole and Gümüşdere sinkhole (Tavas, Denizli) in the Lycian Nappes region

Kadir TUNCER

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Burdur  
[tunkadir@gmail.com](mailto:tunkadir@gmail.com) <https://orcid.org/0000-0002-8222-0116>

#### Makale Tariğesi

Geliş 13 Ocak 2023

Kabul 2 Şubat 2023

#### Article History

Received 13 January 2023

Accepted 2 February 2023

#### Anahtar Kelimeler

Buruk Düdeni, Gümüşdere Obruğu, epijenik mağara, çökme dolini, çok dönemli mağara

#### Keywords

Buruk swallow hole, Gümüşdere sinkhole, epigenic cave, callopse doline, polycyclic cave

#### Atıf Bilgisi / Citation Info

Tuncer, K. (2023) Likya Napları Bölgesinde Epijenik Buruk Düdeni ve Gümüşdere Obruğu'nun (Tavas, Denizli) Jeomorfolojik Özellikleri ve Gelişimi / Geomorphological characteristics and development of the epigenic Buruk swallow hole and Gümüşdere sinkhole (Tavas, Denizli) in the Lycian Nappes region, Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi / Journal of Geomorphological Researches, 2023 (10): 91-109

doi: 10.46453/jader.1233907

#### ÖZET

Yüzey ve yeraltı karstının büyük derinliklere ulaştığı Toros Dağları karst kuşağının batısında gelişmiş olan Buruk Düdeni ile aslında bir çökme dolini olan Gümüşdere Obruğu, Denizli ilinin Tavas ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Tektonik olarak aktif bir bölgede yer alan bu karstik şekiller, bindirme, faylanma, grebenleşme, yeraltı su zonlarının daha derinlere göçü, karst ve morfolojik taban düzeylerinin derinleşmesine bağlı olarak çok kökenli-çok dönemli jeomorfik gelişimi karakterize ederler. Her iki karstik şekil de bu çok dönemliliği karakterize eden morfolojik şekil ve yapıları barındırmaktadır. Bu özelliklerin ortaya çıkartılması ve kullanım imkanlarının değerlendirilmesi adına düden ve obruk ayrıntılı bir şekilde etüd edildi. Bunun için düden ve obrukta, doğrultu ve eğim değerleri ölçüldü; taban uzunlukları, sağ-sol genişlikleri ve tavan mesafeleri lazer metreyle ölçüldü. Tüm bu ölçüm değerlerine göre düden mağara ve obruğun planları çıkartıldı, enine ve boyuna kesitleri çizildi. Ayrıca düden mağaranın iklim özelliklerini tespit edebilmek için sıcaklık ve bağlı nem değerleri ile değişik gazların (O<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>) değerleri ölçüldü. Yapılan bu ölçümler sonucunda Buruk Düdeni, ılıman ve nemli bir havaya sahiptir; boğucu ve zehirleyici herhangi bir gaz fazlalığına veya azlığına sahip değildir. Mağara içerisinde yapılan metrik ölçümlere göre düden mağara, 281 m toplam uzunluğa ve girişe göre -71,5 m son nokta derinliğe sahiptir. Ayrıca mağara yarı aktif ve fosil olmak üzere iki kattan oluşmaktadır. Mağaranın 99 metresi fosil kattan oluşmakta olup, bu kat girişe göre -58 metrede son bulmaktadır. Vadoz zonda gelişen mağara, gelişimin henüz başlarında gençleşmeye maruz kalmış ve içerisinde bulunan yeraltı deresi yatağına menderesler çizerek gömülmüştür. Bunu anahtar deliği morfolojisine sahip olmasıyla karakterize eder. Gümüşdere Obruğu ise Barz Polyesi'ne kuzeyden bağlanan flüvyo-karstik bir depresyonunun batı yamacında gelişmiştir. Obruk, oldukça karstik özellikte olan kireçtaşı içerisinde polyenin oluşum döneminin başlarında gelişmeye başlayan bir mağaranın tavanının göçmesiyle oluşmuştur. Yöre halkı tarafından obruk diye isimlendirilen bu karstik çöküntü, bu oluşum şekliyle aslında anakaya çökme dolinidir. Sahip oldukları morfolojik özellikler, riskler ve doğal çevre özellikleri bakımından değerlendirildiğinde düden mağara turizm ve ya başka amaçlarla kullanıma uygun olmasa da obruk turizm ağısından değerlendirilebilir.

#### ABSTRACT

Buruk swallow hole, which developed in the west of the Taurus Mountains karst belt, where surface and underground karst reaches great depths, and Gümüşdere sinkhole, which is actually a collapse doline, are located within the borders of Tavas district of Denizli province. These karst forms, located in a tectonically active region, characterize the polygenic-polycyclic geomorphic development due to thrusting, faulting, grebenization, deeper migration of groundwater zones, and deepening of karst and morphological base levels. Both karst shapes contain morphological shapes and structures that characterize this polycyclic. The swallow hole and the sinkhole were studied in detail in order to reveal these features and evaluate the possibilities of use. For this purpose, strike and slope values were measured in the swallow hole and sinkhole; floor lengths, right-left widths and ceiling distances were measured with a laser meter. According to all these measurement values, the plans of the swallow hole cave and the sinkhole were drawn, and their transverse and longitudinal sections were drawn. In addition, in order to determine the climatic characteristics of the swallow hole cave, the temperature and relative humidity values and the values of different gases (O<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>) were measured. As a result of these measurements, Buruk swallow hole has a temperate and humid weather; It does not have any suffocating and toxic gas excess or less. According to the metric measurements made inside the cave, the

swallow hole cave has a total length of 281 m and an endpoint depth of -71.5 m according to the entrance. In addition, the cave consists of two floors, semi-active and fossil. 99 meters of the cave consists of a fossil layer, which ends at -58 meters from the entrance. The cave, which developed in the vadose zone, was exposed to rejuvenation at the very beginning of the development and was buried by meanders in the underground stream bed flowing through it. It characterizes it by having a keyhole morphology. Gümüşdere sinkhole, on the other hand, developed on the western slope of a fluviokarstic depression connected to the Barz Polje from the north. The sinkhole was formed by the collapse of the ceiling of a cave that started to develop at the beginning of the formation period of the polje in the very karstic limestone. This karst depression, which is called a sinkhole by the local people, is actually a bedrock collapse doline with this formation. When evaluated in terms of their morphological features, risks and natural environment characteristics, the swallow hole cave can be evaluated in terms of sinkhole tourism, although it is not suitable for tourism or other purposes.

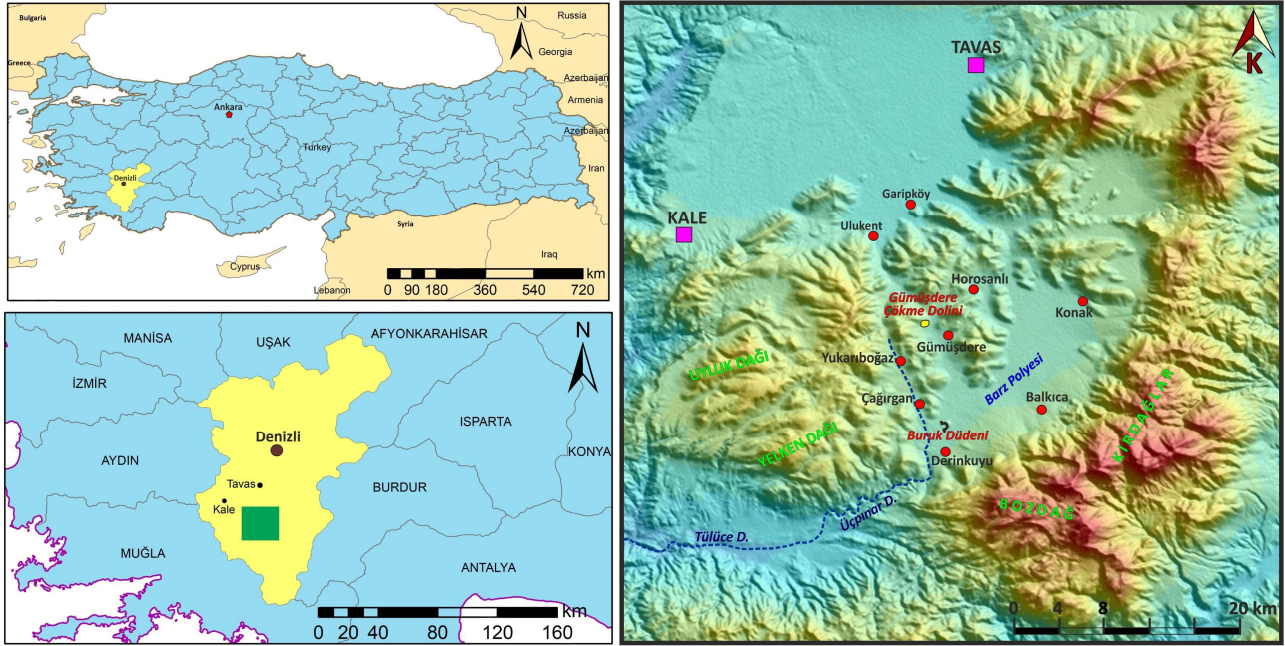
© 2023 Jeomorfoloji Derneği / Turkish Society for Geomorphology  
Tüm hakları saklıdır / All rights reserved.

## 1.GİRİŞ

Türkiye'yi oluşturan ve yüzeylenim gösteren litolojik unsurların %40'ı (Nazik & Tuncer, 2010; Nazik & Poyraz, 2015, 2017; Nazik vd., 2019), derin karstik yapılar olan mağaralar da dikkate alındığında ise %60'ı (Nazik & Poyraz, 2017; Nazik & Bayarı, 2018) karbonatlı ve evaporitik kayalardan oluşmaktadır. Çözünmeye uygun yapısal özelliklere sahip bu kayalar üzerinde ve içerisinde suyun çözücü etkilerinin yanında iklim, vejetatif ve jeomorfolojik Őartların da etkisiyle ilginç ve karakteristik Şekiller meydana gelmektedir (Öztürk vd., 2018; Tuncer, 2018, 2021). Yüzey ve yeraltı karstına ait bu Şekiller en yoğun bir Şekilde Toros Dağları kuşağında jeolojik, tektonik, jeomorfik ve iklimatik koşulların birlikte çalışmasıyla ortaya çıkmıştır (Nazik & Bayarı, 2018; Sener & Öztürk, 2019; Şimşek vd., 2020, 2021). Ülkenin diğer alanlarında olduğu gibi bu karstik arazilerin en büyük Şekilleri yüzeyde polyeler iken yüzey altında yüzeyle ilişkili olarak gelişen mağara sistemleridir. Derin karstın en karakteristik Şekli olan mağaralar, özellikle stratigrafik konuma, yapısal özelliklere ve karst taban seviyesinin konumuna göre gelişim gösterirler. Bu yeraltı galerileri, kaynak konumlu (suçıkan) olabildiği gibi düden konumlu da olabilmektedir. Giriş ağızları yarı yatay, yarı dikey veya dikey (kuyu) Şekilli gelişebilen bu düden sistemlerinin toplam uzunlukları binlerce metreye (Tilkiler Düdeni, 6818 m) ulaşabilmektedir. Türkçede "suyutan" veya "subatan" olarak bilinen düdenler, karstik bölgelerde kırık ve çatlakların genişlemesiyle alttaki galeri sistemlerine bağlanan yeraltı su sistemlerinin ağızlarıdır (Pekcan, 2019). Düdenler, genellikle genişçe bir karstik depresyonda toplanan yüzey sularını yeraltı mecralarına dönüştürürler. Çalışmaya değer bulunan Buruk Düdeni de genişçe bir alan

kaplayan Barz Polyesi'ndeki bir çözüme artığı tepenin (humun) eteğinde gelişmiştir. Araştırması yapılan diğer jeomorfik Şekil ise yakın çevrede yaşayanlar tarafından "obruk" olarak isimlendirilen, ancak bir çökme dolini olan Gümüşdere Obruğu'dur. Bu çökme dolini de Barz Polyesi'ne bağlanan flüvyo-karstik bir vadinin kenarında oluşmuştur. Her iki karstik Şekil de Denizli ilinin Tavas ilçesi sınırları içinde yer almaktadır. Bunlardan Buruk Düdeni ilçenin Derinkuyu mahallesinde (köyünde), Gümüşdere Obruğu ise Gümüşdere mahallesi (köyü) sınırları içerisinde kalmaktadır. Batı Torosların kuzeybatı kesimde yer alan bu jeomorfik unsurların bulunduğu saha, 1050-1450 metreler arasında değişen ve olgun vadilerle parçalanmış engebeli bir topoğrafyaya sahiptir. Buruk Düdeni, bu topoğrafyanın geniş bir alanını kaplayan Barz Ovası'nın içerisindeki Kırburuk Tepe'nin eteğinde gelişirken Gümüşdere Obruğu, yine bu ovaya kuzeyden gelerek bağlanan geniş tabanlı olgun bir vadinin kenarında gelişmiştir (Şekil 1).

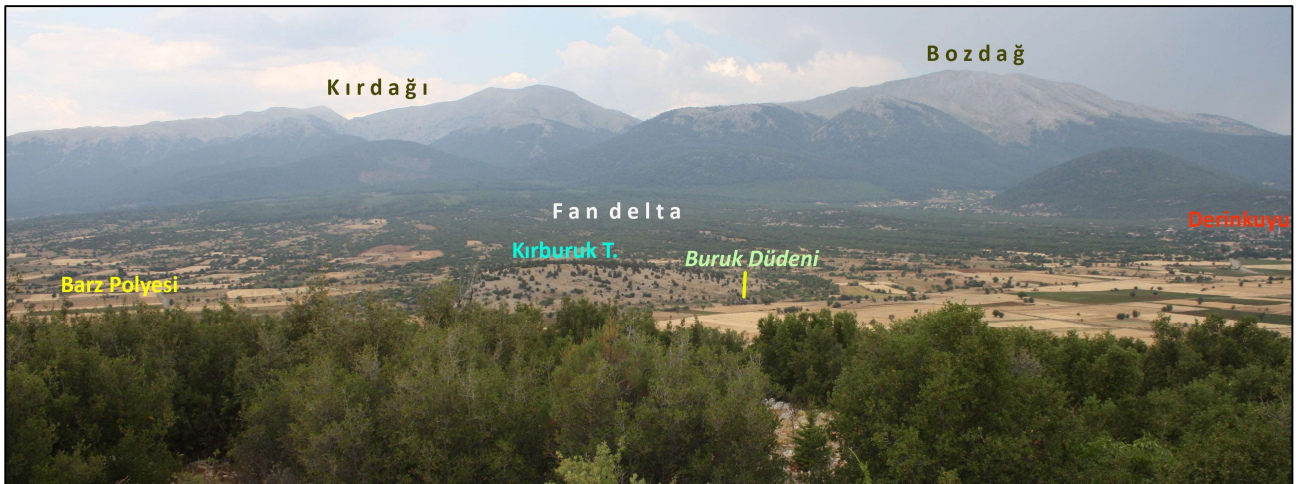
Çalışma alanında derin karstın en önemli iki morfolojisini oluşturan Buruk Düdeni ve Gümüşdere Obruğu, büyük bir karstik depresyon ovasının (Barz Polyesi havzasının) içerisinde gelişim göstermiştir. Bu düden ve obruk, farklı yaşlarda, farklı yapısal ve stratigrafik özelliklerde karstlaşmaya son derece uygun karbonat platformlarının içerisinde gelişmiştir. Bu platformlar, tektonik olarak Batı Toroslar Napı olarak da bilinen Likya Napları'nın (Ersoy, 1989, 1990; Akdeniz, 2011) farklı yaş ve fasiyeslerde oluşmuş kayalarındır. Bunlar, en son Laramiyen faziyla (Paleosen) birbirlerinin üzerlerine itilerek sahada üst üste veya yan yana gelmiş karbonat dilimleridir (Şenel, 1989; Akdeniz, 2011).



**Şekil 1:** Buruk Düdeni ve Gümüşdere Obruğu'nun yer bulduru haritası / **Figure 1:** Location map of Buruk swallow hole and Gümüşdere sinkhole.

Alp orojenezinin ilk en etkili döneminde bölgeye yerleşen bu karbonat napları, Neojen'de yer yer neo-otokton birimlerce transgressif olarak örtülmüşlerdir (Şenel, 1989; Akdeniz, 2011). Üst Pliyosen'den itibaren bölgede meydana gelen tektonik yükselmelerin bir sonucu olarak bu örtü birimleri aşınıp taşınmaya maruz kalmış; Pliyo-kuvaterner'de ise sahada gelişen blok faylanmalar bugünkü morfolojinin temellerini atmış ve sahada karstifikasyonun güçlenmesiyle öncelikle polyeler ve derin karst şekilleri gelişmeye başlamıştır. Sahada gelişen bu polyelerden en büyüğü de Barz Polyese olmuştur. Bu polye, Likya Naplarına ait Bozdağ ile Mallıdağ karbonatlı birimlerin kontak hattında faya bağlı

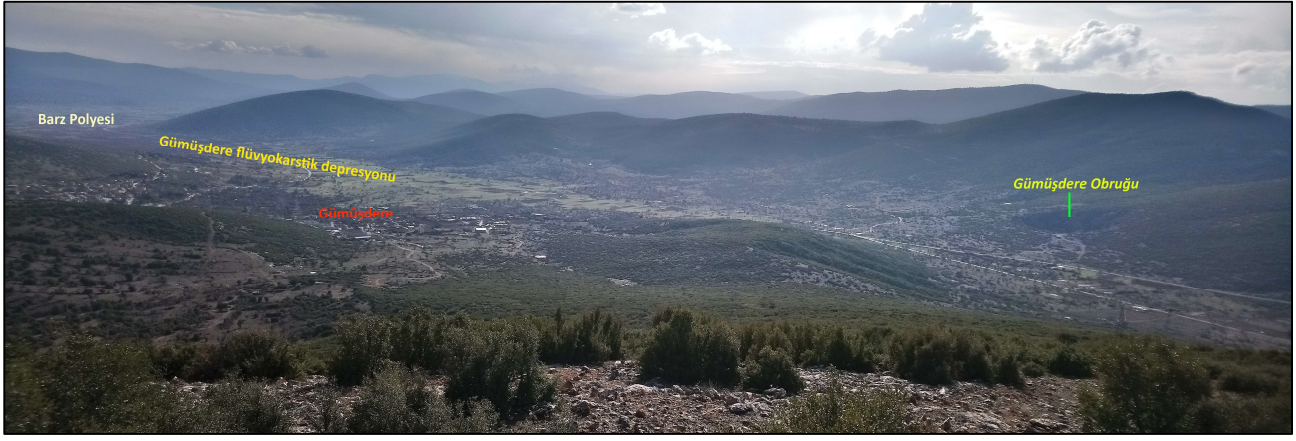
olarak gelişmiştir. Mallıdağ napına ait Dikilitaş formasyonu üzerinde KD-GB uzanımlı olarak gelişen polye, oluşum ve gelişim özelliklerine göre "yapısal polye" (Ford & Williams, 1989) karakterindedir (Tuncer, 2021). Fayın ve karstik olmayan birimlerin dokanağında gelişen Barz Polyese, tabanında çok sayıda huma ve kuzeyden kendisine bağlanan flüvyo-karstik depresyona sahiptir. Buruk Düdeni, polyedeki bir hum karakterinde olan Kırburuk Tepesi'nin batı eteğinde gelişmişken çökme dolini şeklinde gelişen Gümüşdere Obruğu da düdenin 8 km kuzeyinde ve polyeye bağlanan Gümüşdere flüvyo-karstik depresyonunun batı yamacında gelişmiştir (Şekil 1, 2 ve 3).



**Şekil 2:** Barz Polyese içerisindeki bir humun batı eteğinde gelişen Buruk Düdeni'nin konumu.

**Figure 2:** The location of the Buruk swallow hole, which developed on the western skirt of a hum in Barz polye.





**Şekil 3:** Gümüşdere flüvyokarstik depresyonunun batı yamacında gelişen Gümüşdere obruğunun konumu.

**Figure 3:** The location of the Gümüşdere sinkhole that developed on the western slope of the Gümüşdere fluvio karstic depression.

Bilimsel anlamda mağara, akarsu sistemlerindeki gibi suların giriş yağdığı noktalar ile kaynak veya sızıntılarla çıkış yaptığı noktalar arasında su akışı için kanal görevi gören kayalardaki doğal boşluklardır (White, 1984). Su, zayıf hatlar boyunca kireçtaşı bünyesinde çözücü bir güç olarak dolaştıkça, kaya içinin şekillenmesi ve tavan çökmeleri gelişerek bir mağaranın evrimi doğar (Gillieson, 1996). Sonuçta, yüzeye en az bir çıkışı olan ve bir insanın sürünerek dahi hareket edebileceği genişlik ve yüksekliğe sahip yeraltı boşluğu yani mağara gelişmiş olur (Nazik, 2003, 2005, 2008). Çözünabilir kayalarda böyle bir mağaranın oluşabilmesi için ön koşul, kaya içinde suların hareket edebileceği çatlak ve yarık sistemlerinin olmasıdır (Güldalı, 1983). Karbonatlı kayalar üzerine düşen karbondioksitçe (CO<sub>2</sub>) zengin atmosferik sular, kayaların çatlak ve yarıklarından geçerken bir dizi kimyasal reaksiyonlarla buralarda çözünme koridorları ve boşlukları oluştururlar. Genel olarak yer çekimine bağlı olarak düşey yönde hareket eden bu sular; kayaların çatlak geometrisi, bölgenin yüksekliği, kireçtaşı ile çözünmesiz kayaların birbirine göre konumları ve taban düzeylerine (morfolojik, karst ve daimi) bağlı olarak yatay veya yarı-yatay bir şekilde hareket ederler (Nazik, 2008). Suyun bu hareketi esnasında gelişen mağara; taban düzeyi değişimlerine, tektonik hareketlere ve iklim değişikliklerine göre de şekillenir ve mağara katları oluşur. İyi gelişmiş çok katlı mağara sistemlerinde böylece en üstte vadoz mağara katı, onun altında yeraltı su tablasının mevsimsel olarak yükseldiği epifreatik mağara katı ve en altta tamamı sular altında bulunan

freatik mağara katı gelişir. Karstik kayalar içerisinde asidik suların yer çekimine uygun olarak serbest akışı esnasında (epijenik süreçlerle) vadoz ve kısmen epifreatik katlarda oluşturdukları boşluk ve galeriler epijenik mağara olarak isimlendirilirler (Palmer, 2007, 2011; Klimchouk, 2012, 2015; Slabe & Prelovšek, 2013). Bu epijenik mağaralar, çözme kapasitesi yüksek yüzey suları tarafından oluşturulur. Özellikle karbonatlı kayaları çözme özelliği, atmosferden ve özellikle topraktan emilen karbondioksitten kaynaklanmaktadır (Audra & Palmer, 2011). Buna göre epijenik mağaralar, suyun yüzeyden aşağıya, bir kaynağa doğru hareket ettiği klasik karstik mağara türüdür. Karst yüzeyi ile yeraltı suyu tablası arasında vadoz geçitler oluşur ve su bu geçitlerde yerçekimi ile serbestçe akar. Bu yeraltı geçitlerine yüzeyden çoğunlukla şaftlar ve başka dik kanyon benzeri geçitler iner. Akışın çoğunlukla kaynağa doğru yatay olduğu karstik yeraltı suyu tablasının altında freatik geçitler oluşur. Bu gibi durumlarda, tüm mağara duvarları eşit şekilde çözünür ve bu tipik freatik geçitler yuvarlak veya oval (eliptik) şekilde gelişir. Bu hareketli yeraltı suyu zonları içinde gelişen bu tür freatik geçitlere ise hypojenik mağara adı verilmiştir (Klimchouk, 2007) Su tablasının daha alçak kotlara düştüğü alanlarda freatik geçitler vadoza dönüşür. Bu geçitlerin tipik şekli, zemine oyulmuş bir vadoz kanyon ile freatik oval şeklinin birleşiminden oluşan bir anahtar deliği gibidir. Ancak yeryüzeyine yakın konumlarda gelişmesi ve en az bir girişe sahip olması itibarıyla günümüze kadar en fazla araştırılanlar epijenik mağaralar olmuştur. Derinlik karstının en önemli oluşumları olan bu



mağaralar; speleolojik, jeolojik, tektonik, jeomorfolojik, klimatik ve arkeolojik bilgiler vermektedir (Uzun & Zeybek, 1996; Kopar, 2008). Mağaralar aynı zamanda sahip oldukları doğal özellikleri sayesinde insanlık tarihinin

başlangıcından itibaren değişik amaçlarla kullanılmış (Taşkıran, 2018; Nazik, 2018) ve yerbilimsel özellikleri araştırılmıştır (Nazik, 1989; Kopar, 2008, 2009, 2010; Uzun vd., 2020).

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Arazi çalışmaları esnasında tespit edilen ve sahada ön araştırması yapılan Buruk Düdeni ve Gümüşdere Obruğu bölgenin morfolojik evrimine ışık tutacak karakteristik morfolojik ve karstik özelliklere sahip olması itibariyle araştırmaya değer bulunmuştur. Daha sonra bu çalışma üç aşamalı olarak planlanmıştır. İlk önce mağara (düden), obruk ve çökme dolinleriyle ilgi yerli ve yabancı literatür tarandı, sonra arazi çalışması, daha sonra da toplanan verilerin makaleye dönüştürülmesi gerçekleştirildi. Arazi çalışmaları esnasında önce düden ve obruk çevresinin jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri gözlenenip fotoğraflar çekilmiştir. Farklı zamanlarda yapılan arazi çalışmalarıyla obruk ve düdenin planlarının çıkartılması için etüd edildi; mağarada sıcaklık, nem ve gaz ölçümleri yapılarak fotoğraf çekimleri yapıldı. Obruk ve düdenin giriş kısımlarının koordinatları (3 m hassasiyetli) el tipi GPS (Garmin Etrex 22X) ile belirlendi; planlarını çıkartabilmek için girişten itibaren Brunton sight and clino master model pusula ve

eğim ölçer ile doğrultu ve eğim değerleri (°), Rodex D-60 lazer metreyle de uzunluk, genişlik ve tavan yükseklikleri tespit edilmiştir. Aynı zamanda düdenin ağız, giriş, orta ve son bölümlerinde 2021 mayıs ve 2022 temmuz aylarında (aynı noktalardan) Brunton ADC summit ile sıcaklık ve bağıl nem, Crowcon T4 model gaz dedektörü ile CO, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S ve CH<sub>4</sub> değerleri ölçülmüş ve elde edilen değerlerin ortalamaları alınmıştır. Elde edilen metrik ölçüm değerlerine göre düdenin 1:100 ve obruğun 1:1000 ölçekli planları ve kesitleri önce milimetrik kağıda çizildi, daha sonra da bu çizimler taranarak bilgisayar ortamında çizim programları kullanılarak yeniden çizilmiştir. Bu çalışmada düdenin planı, çeşitli kesimlerinden enine kesitleri ile izdüşürülmüş boyuna kesiti çıkartılırken obruğun sadece planı ve enine kesitleri çıkartılmıştır. Tüm bu ölçüm ve çizimlerin sonucunda obruk ve düdenin morfolojik ve iklim özellikleri ortaya çıkartılmış oldu.

## 3. BULGULAR

Ülkemizde yaklaşık 40.000'den fazla mağaranın bulunduğu düşünölmektedir (Aygen, 1984; Nazik & Bayarı, 2018). Bunlar belirgin kuşaklar halinde uzanan çözünebilir kayalara bağlı olarak belirli alanlarda yoğunlaşırken (Törk vd., 2005) kıyılarda denizlerin altından 3500-4000 m yükseltilere kadar çıkan farklı yükseltilerde yer alırlar. Toros Dağları Karst Bölgesinde bu mağaralar, büyük boyut ve derinliklere ulaşmıştır (Nazik vd., 2003). Bu mağaralardan biri de Batı Torosların dış kenarında yer alan ve aynı zamanda Barz Polyesi içerisinde gelişmiş Buruk Düdeni ile açılmış (çökmüş) bir mağara olan Gümüşdere obruğudur (Şekil 1, 2 ve 3).

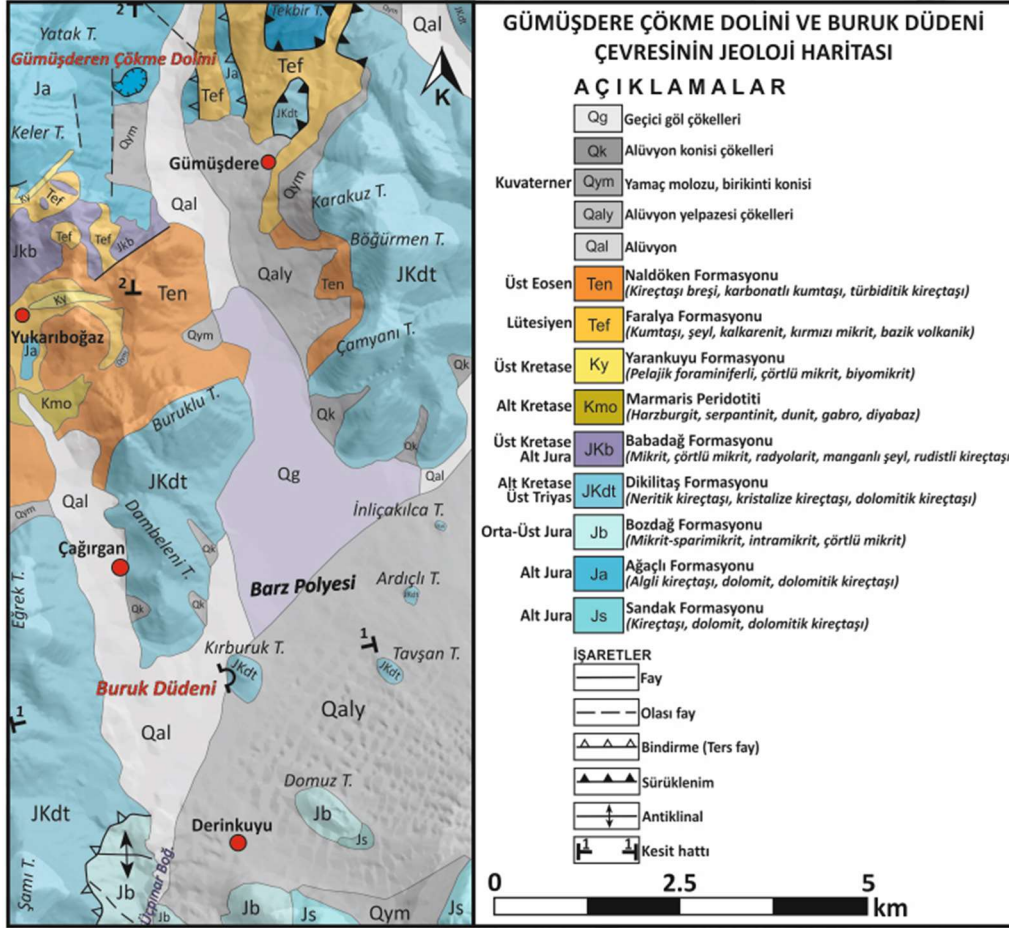
### 3.1. Buruk Düdeni

Mağaraların gelişiminde belirleyici olan parametrelerin başında jeolojik faktörler (litostratigrafik ve yapısal özellikler) gelmektedir (Nazik, 2018). Mağaraların en uzunları ve iyi gelişenleri kireçtaşları içerisinde

olanlardır. Bu kireçtaşının kalsiyum karbonat (CaCO<sub>3</sub>) oranı yükseldikçe mağara gelişimi için gerekli çözünme çok daha güçlü ve hızlı olmaktadır. Tabiki bu, çözücü suların kireçtaşı bünyesine sokulabilmesini sağlayan diyaklaz sistemlerinin varlığı ve yoğunluğu sayesinde gerçekleşmektedir. Buruk Düdeni, kimyasal, petrografik ve yapısal özellikleri itibariyle uygun koşullar sunan Alt Kretase-Üst Triyas yaşlı Dikilitaş formasyonu (Şenel vd., 1989) içerisinde gelişmiştir (Şekil 4 ve 5). Yüksek derecelerde çözünebilir yeteneğine sahip mikritik bir yapıda olan bu fosilli kireçtaşı birimi, Likya naplarının bir parçasını oluşturan Bodrum napının karbonatlı dilimlerindenidir. Mallıdağ istifinin orta bölümünü oluşturan bu formasyon sahada en geniş yeri kaplar ve neritik, kristalize ve dolomitik kireçtaşlarından oluşmaktadır (Akdeniz, 2011). Bu kaya birimi kimyasal özellik olarak %97,1 kalsit ve %2,9 dolomit

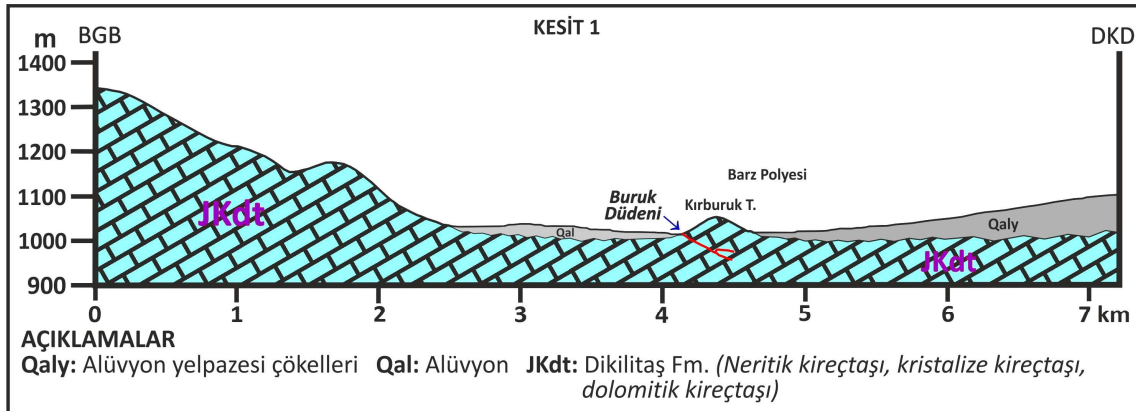
içermektedir. Doku bileşenleri bakımından (Folk, 2004) sparmikrit çamurlu, ooliti-intraklastlı pelsparit taneler içeren ve %2,4 etkin gözenekliliğe sahiptir (Tuncer, 2021). Buna göre bu formasyon, fosilli kireçtaşı sınıfında yer almaktadır ve Geysant (2001)'in karbonat sınıflamasına göre "yüksek saflıkta" (%97-98,5) kireçtaşı sınıfındadır. Bu kireçtaşı, bol eklem sistemlerine sahip olmasına rağmen bunlar genellikle ikincil dolgularla (kalsitle)

doldurulmuştur. Çözünmeye son derece uygun litolojik, petrografik ve yapısal özelliklere sahip olan bu formasyon oldukça karstik özelliktedir. Bu koşullar bu birim üzerinde, öncelikle KD-GB uzanımlı bir faya bağlı olarak Barz Polyesi'nin gelişimini sağlamıştır. Polyenin faylı güney sınırı, aynı zamanda Bozdağ naplarının karbonatlı birimleriyle ve kısmen de Marmaris peridotiti (Çapan, 1980) parçalarıyla sınırlandırılmıştır.



Şekil 4: Buruk Dödeni ve Gümüşdere Obruğu'nun çevresinin jeoloji haritası (Akdeniz, 2011'den düzenlenmiştir).

Figure 4: Geological map of the surroundings of Buruk swallow hole and Gümüşdere sinkhole (edited from Akdeniz, 2011).



Şekil 5: Buruk Dödeni sahasının jeolojik kesiti / Figure 5: Geological section of the Buruk swallow hole area.

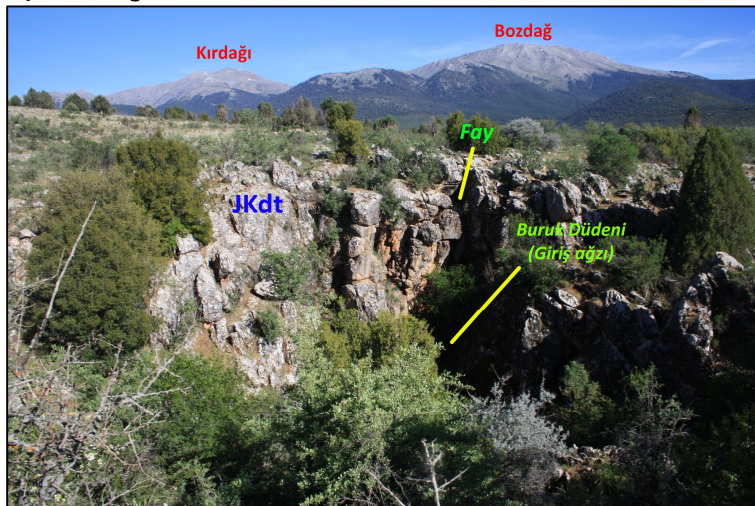


Paleotektonik dönemde bir yarı graben şeklinde oluşmaya başlayan Barz havzası, karstlaşma etken ve sũreçlerin etkili olmaya başlamasıyla beligin bir depresyon haline gelmiş, ancak Eosen'de sahanın molas havzasına dũnũřmesiyle morfoloji kırıntılı malzemelerle ۆrtũlerek fosilize olmuştur. Neotektonik dönemde tektonik rejim değişikliğinin bir sonucu olarak saha yũkselmelere uğrayarak farklı havzalara ayrılmaya başlamış ve ۆrtũler zamanla aşınarak sıyrılmış topoğrafyalar belirmiştir. Pliyosen'de sahada meydana gelen grabenleşmelerle Pliyosen yũzeyi ۆzerinde Barz Polyesi alanı ۆökerken Bozdağ-Kırdağı alanı yũkselmiřtir. ۆöken yũzeyler ۆzerinde zayıf fay hatları boyunca etkili olan karstifikasyonla Pliyo-kuvaterner'de Barz Polyesi bugũnkũ şeklini almaya başlamıştır. Plũvyal dönemde sığ bir gۆlle kaplanan polye tabanı, aynı zamanda gũneydoęudaki yũksek Bozdağ-Kırdağı kũtlesinden inen derelerin taşıdığı alũvyallerle doldurulmaya başlanmıştır. Bu taşınan alũvyaller ۆzellikle polyenin gũneyinde Derinkuyu-Balkıca kۆyleri arasında ۆok geniş birleşmiş yelpazeleri (fan delta) oluşturmuştur (şekil 2). Bugũn bu alũvyal yelpazeler, polyenin ortalarındaki ۆözũnme artığı tepelere (hum) kadar ilerlemiştir. Bugũn dış drenaja yũzeyden batıdan ۆçpınar boğazı ile açık olan polye, muhtemelen Pleistosen başlarında kapalıydı. Buruk Dũdeni de bu jeolojik dönemde polyenin bir humu olan Kırburuk Tepe'nin batı eteğinde, B-D yۆnlũ uzanıma sahip bir fay hattında gelişmeye başlamıştır (şekil 6). Dũden plũvyal dönemde, yelpaze ۆzerinden gelen bazı dererelerin ve gۆlũn yũkseldięi dۆnemlerdeki

fazla sularını boşaltmaktaydı. Gũnũmũzde bir gۆlden sۆz edemesek de dũden, gũneydeki fan delta ۆzerinden gelen birkaç mevsimlik derenin sularını boşaltmaya devam etmektedir.

Çalışma bۆlgesindeki Likya naplarının farklı deformasyonlara uğramış ve yan yana veya ۆst ۆste gelmiş karbonat dilimleri bugũnkũ konumlarını Laramiyen fazları (Üst Kretase sonu-Paleosen başı) esnasında kazanmışlardır (şenel vd., 1989; Akdeniz, 2011). Bu da bize Paleosen'de sahadaki en azından bugũnkũ yũksek kũtlelerin karalaştığını ve ۆzerlerinde erozyonun başladını gۆstermektedir. Bunun yanında sedimantolojik-stratigrafik verilere gۆre bۆlgede napları zaman zaman hareketlendiren makaslama rejiminin Erken Miyosen'e kadar devam ettiğini, Eosen'den itibaren yer yer havzalaşmaların başlamasıyla ۆzellikle Neojen dönemde yũksek alanlardan aşınımlarla taşınan kırıntılı malzemelerin bu havzalarda ۆökeltildięi (neo-otokton ۆrtũ birimleri) anlaşılmaktadır (şenel vd., 1989; Akdeniz, 2011). Bu durumda, çalışma alanında Miyosen'den itibaren aşınımı karakterize eden farklı seviyelerde rۆlyef sistemlerinin gelişmeye başladığı sۆylenebilir.

Buruk Dũdeni evresinde Üst Miyosen (DII), Pliyosen (DIII) ve Pleistosen (DIV) dۆnemlerine ait rۆlyef sistemlerinin şekil ve yapıları (Erol, 1983, 1993) gelişim gۆstermiřtir. Bu şekil ve yapılar, ۆzellikle Pliyo-kuvaterner dۆnemindeki tektonik hareketlerle farklı yũkseklilere çıkmışlar, eğimlenmişler ve deformasyonlara maruz kalmışlardır. ۆzellikle Bozdağ-Kırdağı kũtlesinde bu rۆlyef sisteminin şekilleri daha



**şekil 6:** Buruk Dũdeni'nin giriş ağzı ve mağaranın geliştiği Dikilitaş formasyonu (JKdt).

**Figure 6:** The entrance of the Buruk swallow hole and the Dikilitaş formation (JKdt) where the cave developed.

fazla yükselmiştir. Bunlardan Üst Miyosen dönemine ait şekil ve yapılar, Bozdağ-Kırdağı kütlesinde 1700-2000 metrelerde iken kuzey kesimde 1350-1800 metrelerde yer alırlar. Barz Polyenin oluşumunu başlatan ilk yarı grabenleşme bu yüzeyler üzerinde gerçekleşmiş olduğu var sayılmaktadır. Bu dönemin sahadaki yaygın şekilleri aşınım yüzeyi parçaları, askıda kalmış paleo vadiler veya bunların omuzlarıdır. Bu yüzeyler etrafında ise basamaklar şeklinde Pliyosen dönemine ait şekil ve yapılar gelişim göstermiştir. Bunlar kuzeyde 1100-1350 metreler arasında bulunurken Bozdağ-Kırdağı kütlesinde 1150-1850 metrelere kadar çıkmışlardır. Düden ve obruk çevresinde en yaygın şekiller bu döneme ait olanlardır. Bu dönemin en yaygın şekil ve yapıları eğimlenmiş aşınım yüzeyi parçaları, paleo vadiler, askıda kalmış vadi parçaları, sıyrılmış yüzeyler, polyeler ve flüvyo-karstik depresyonlardır. Bunlar özellikle çok yerde çok dönemli topoğrafyaları karakterize etmektedirler. Barz Polyeni de bu dönemin sıyrılmış yüzeyi içerisinde gelişmiştir. Pleistosen dönemine ait rölyef sistemi şekil ve yapıları ise polye çevresinde ve tabanında, polyeyi dışa akaçlayan boğaz boyunca gelişmiştir. Yine bu dönemin karakteristik şekilleri eğimlenmiş ve iyi gelişmemiş aşınım yüzeyi parçaları, taraçalar, boğazlar, kanyonlar, fan deltalar, flüvyo-karstik vadiler, dolinler, mağaralar ve obruklardır. Buruk Düdeni, Pliyosen yüzeyi üzerinde gelişmiş ve Pleistosen'de son şeklini almış Barz Polyeni içerisindeki Kırburuk humunun batı eteğinde, D-B doğrultulu bir fay kırığı boyunca gelişmiştir (Şekil 7).

Bir mağaranın nihayi planı ve enine kesit biçimleri, hem kireçtaşının saflığına hem de kayayı kesen kırık ve çatlak sistemlerine bağlı olarak değişiklik gösterir (Gillieson, 1996). Mağaraların enine ve boyuna profillerinin geometrileri ise karstik yeraltısuyu zonlarını ve oynamalarını, karst taban seviyesi değişimlerini, litostratigrafik özellikler ile tektonik hareketlerin seyirlerini karakterize ederler (Nazik, 1989). Buruk Düdeni de geometrik özellikleri itibarıyla polye tabanındaki yeraltısuyu zonunun göçünü veya tektonik yükselimleri, morfolojik gençleşmeyi ve yapısal özellikleri karakterize etmektedir. Kırburuk Tepe'nin batı eteğinde yer alan düden, çöküntü

şeklinde gelişmiş genişçe bir ağıza sahip olup giriş ağzının UTM 50'ye göre koordinatı X: 0680530 Doğu, Y: 4132159 Kuzey ve Z: 1050 metredir. Fay boyunca gelişen ve eğimli (35°-40° arası) bir girişe sahip olan mağaranın toplam uzunluğu, 281 metredir. Günümüzde güneydeki fan delta üzerinden gelen birkaç mevsimlik derenin sularını ve yağışlı dönemlerde çevrede biriken suları drene eden mağara, hidrolojik özelliklerine göre düden konumlandırılır. Düden mağara, aynı zamanda yarı aktif ve fosil katlardan oluşmaktadır. Giriş ağzından itibaren başlayan yarı aktif katın uzunluğu 182 metredir. Mağara girişten 135,5 m sonra (orta kesimlerinde) iki kola ayrılmaktadır. Hafif bir eğimle önce yukarıya doğru, sonra yatay ve en nihayetinde aşağıya doğru eğimlenen bu kat, mağaranın vadoz zonda kalmış fosil katını oluşturur. Gelişimini tamamlayarak tümüyle fosilleşen bu fosil katın toplam uzunluğu ise 99 metredir. Gelişimine devam eden alt katın koldan sonraki uzunluğu ise 46,5 metredir. Mağaranın önce daha yukarıdaki katı gelişirken sonra sahanın tektonik yükselime maruz kalmasıyla alttaki aktif katı (bugünkü yarı aktif kat) gelişmiş, daha sonra da yukarı kat fosil kat konumuna dönüşmüştür. Bu durumda mağara iki kattan oluştuğu için gelişim dönemine göre çok katlı bir mağaradır. İki kattan oluşan mağara, bulunduğu hidrolojik zon itibarıyla, vadoz zonda yer almaktadır. Bulduğu bu hidrolojik zon itibarıyla mağara, yüzeyden fay çatlağına serbest akışla giriş yapan ve yukarılardan inen sızıntı suların çözücü gücüyle oluştuğu için epijenik bir mağaradır.

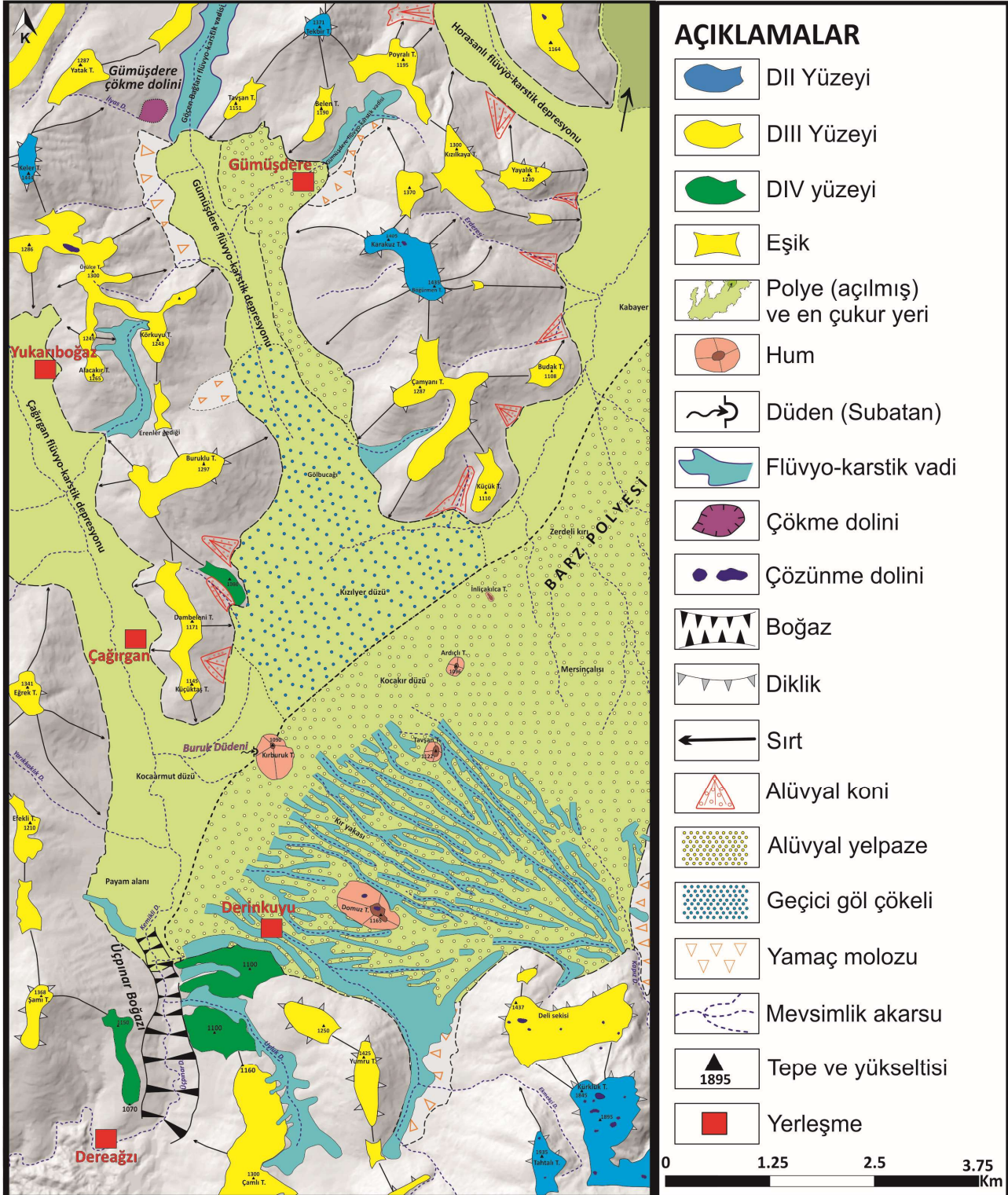
Buruk Düdeni'nin yarı aktif katının son nokta derinliği, mağara girişine göre ( $\pm 0$  m) -71,5 m aşağıdadır. Başka bir deyişle, mağaranın girişi ile son noktası arasındaki yükselti farkı -71,5 metredir. Mağara, girişten -51 m derine indiğinde iki kola ayrılmaktadır. Daha yukarıya doğru uzanan kolu fosil katı oluşturmaktadır ve bu kol önce -42,5 metreye çıkar, daha sonra aşağıya doğru eğimlenerek 70 m sonra -53,5 m kotunda daha yukarıdan gelen bir koridoru keser. Yukarıdan gelen bu koridor girişe göre -47,5 metreden başlar aşağıya doğru eğimli bir şekilde inerek -58 metrede sonlanır. Bu kat, bir sifonla sonlanan daha aşağıdaki yarı aktif katın hemen 13,5 m yukarısında sonlamıştır. Giriş



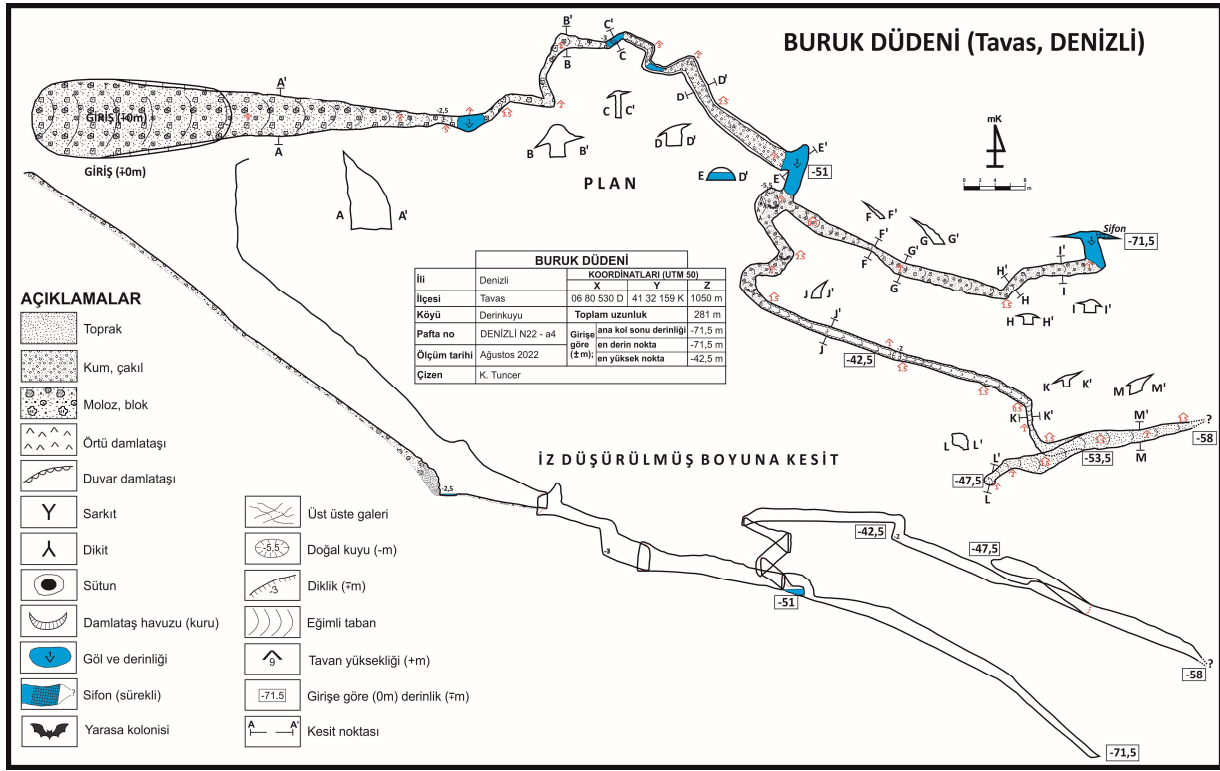
göre -71,5 ve -58 metrelerde sonlanan ve içerisinde 2-3 metrelik dikliklere sahip olan mağara, bu topoğrafik özelliklerine göre yarı yatay-yarı dikey bir mağara karakterindedir. Mağaranın yarı aktif katı boyunca biri giriş bölümünün sonunda, diğeri iki kola ayrıldığı

noktada, sonuncusu da mağara sonunda olmak üzere 1'er m derinliklerinde üç göl yer alır. Bunlardan başka mağara boyunca 0,5 m derinliklerinde küçük su birikintilerine de rastlanılır (Şekil 8 ve 9).

### GÜMÜŞDERE ÇÖKME DOLİNİ VE BURUK DÜDENİ ÇEVRESİNİN JEOMORFOLOJİ HARİTASI



Şekil 7: Buruk Düdeni ve Gümüşdere Obruğu çevresinin jeomorfoloji haritası / Figure 7: Geological section of the Buruk swallow hole area.



**Şekil 8:** Buruk Düdeni planı ve kesitleri / **Figure 8:** Buruk swallow hole plan and profile sections.



**Şekil 9:** Mağaranın iki kola ayrıldığı kesimde göl / **Figure 9:** The lake is in the part where the cave splits into two branches.

Giriş ağzından itibaren belirgin dikliklere ve eğimli tabanlara sahip olan mağara yer yer daralan bir koridor şeklinde uzanmaktadır. Mağaranın sadece giriş bölgesi 1-8 m arasında genişliklere ve 2-9 metreler arasında tavan yüksekliklerine sahiptir (Şekil 10). Mağaranın kola ayrıldığı bölüme kadarki kesimlerinde genişlik 1-2 m, tavan yüksekliği 2-3,5 m arasına düşmektedir. Mağaranın koldan sonraki yarı aktif ve fosil katında ise genişlikler 0,5-1,5 m ve tavan yükseklikleri 0,5-2 m arasına kadar düşmektedir. Özellikle verevine inen bir yarık boyunca gelişen alt katta ancak sürünerek ve yan bir şekilde ilerlenebilmektedir. Koldan

sonraki bu alt kat mağaranın damlatış bakımından en fakir kesimidir. Eğimli bir fay yarığı boyunca eğimli bir şekilde uzanan bu dar koridorun duvarlarında freatik (basınçlı) akımın izleri olan küçük çözünme cepleri gelişmiştir. Verevine yarığın genişlemesiyle oval bir tüp şeklinde gelişen bu koridorda bu küçük cepler suyun girdaplı bir şekilde akışıyla oluşmuştur. Bu koridorda girdaplı akımlar, sağnak yağışlar esnasında geçici olarak tekrarlanmaktadır. Bu bölümde zaman zaman meydana gelen bu basınçlı ve girdaplı akım, bu katta damlatış oluşumuna mücade etmemiştir (Şekil 11).





**Şekil 10:** Buruk Düdeni giriş bölümü / **Figure 10:** Buruk swallow hole entrance section.



**Şekil 11:** Buruk Düdeni'nin dar, damlataş bakımından fakir ve duvarlarında çözünme çeplerinin olduğu son bölümü. **Figure 11:** The last part of the Buruk swallow hole, which is narrow, poor in dripstones and has dissolution pockets on its walls.

Alt kat gibi belirgin bir çatlak boyunca gelişen mağaranın üst katı (fossil katı), büyük boyutlarda olmamakla beraber değişik türlerde damlataş oluşuklarına rastlanılmaktadır. Burada duvar damlataşları, örtü damlataşları sarkıt ve dikitler, küçük perde damlataşları ve tabanda küçük traverten havuzları gelişme imkanı bulmuştur (Şekil 8 ve 12).

Buruk Düdeni'nin giriş bölümünden sonraki bölümünde morfoloji oldukça değişmektedir. Bu bölüm ilk oluşmaya başladığı evrede freatik zonda ve verevine uzanan kırık boyunca, eğimli oval bir morfolojide gelişmeye başlamıştır.

Fakat gelişiminin daha başlangıç evresinde sahadaki tektonik yükselmelerle menderesler şeklinde yatağına gömülmeye başlamıştır. Bu şekilde daha oluşumunu tamamlamadan tektonik gençleşmeye maruz kalan mağara koridorunun yukarı kesiminde oval şekilli bir freatik tüp koridor gelişirken yeraltı deresi vadoz akıma geçmiş ve bu esnada vadoz su akımları hızlı bir şekilde yatağını yarararak gömülmüştür. Bu gömülme esnasında zamanla freatik tüpün altında menderesli geçit gelişerek mağara koridoru anahtar deliği şeklini almıştır. Mağaranın değişik kesimlerinden alınan enine





**Şekil 12:** Mağaranın fosil katında sarkıt, dikit, örtü damlataşları (solda), duvar damlataşları ve tabanda küçük kuru traverten havuzları (sağda) / **Figure 12:** In the fossil level of the cave, stalactites, stalagmites, cover dripstones (on the left), wall dripstones and small dry travertine pools at the floor (on the right).

kesitlerde bu morfoloji belirgin bir şekilde görülebilmektedir (Şekil 8 ve 13). Mağaranın değişik kesimlerinden alınan enine kesitlerinde anahtar deliği veya alt kesimi boğaz şeklinde profile sahip olması, mağarada mevsimlik olarak aktif dönemlerin de yaşandığını ve oynama zonunda yer aldığını (Böglü, 1980; Nazik, 1989, 2005) göstermektedir. Bu şekilde tektonik etkilerden ve buna bağlı olarak hidrolojik zonda meydana gelen kaymalardan (değişmelerden) dolayı mağara, iki farklı evreyi yaşamıştır. Başlangıçta doygun zonda bulunan mağara, bu tektonik ve yeraltı suyu hareketlerinin etkisiyle oynama zonunda veya yüksek su zonunda kalarak bu zonların karakteristik profiline dönüşmüştür. Sahip olduğu bu gelişim özellikleri itibarıyla mağara, çok önemli bir karakterdedir. Yani mağara, gelişiminin başlangıcında yeniden gençleşmeye maruz kalmıştır. Bu gençleşmenin izleri, mağaranın girişi ile son noktası arasında, orta noktaların birleştirilmesiyle oluşturulan boyuna profilinde de görülebilmektedir. Bölgenin

jeomorfolojik evrimi ve tektonik özelliklerinin ortaya konulmasında önemli veriler sağlayan mağaranın izdüşürülmüş boyuna profilinde eğimli bir taban ve 2-3 metrelik dikliklerin varlığı, mağara oluşumunun başlangıç aşamasında tektonik yükselmelerin de var olduğunu ve sonradan taban seviyesinin hızla farklı zamanlarda düştüğünü veya tektonik yükselmelerde hızlı evrelerin yaşandığını göstermektedir (Şekil 8). Mağaranın enine ve boyuna profillerinde açıkça görülebilen bu morfolojik özelliklere göre mağara, henüz erken olgunluk evresini yaşamaktadır. Damlataşların oluşumu ve gelişmelerini, mağara canlılarının yaşamını ve bu canlıların türlerini, mağaraları fiziko-kimyasal özelliklerini ve mağaraların kullanım amaçlarını mağara içerisinin iklimi belirlemektedir (Nazik, 2008). Bu durum mağaranın dışarıyla olan bağlantılarına göre yani dış atmosfere açılan ağız sayısına ve bunların konumlarına göre değişiklik göstermektedir. Mağaralar giriş veya çıkış ağızlarıyla ve yüzeyle bağlantılı yarık ve çatlak





**Şekil 13:** Mağaranın orta bölümünde gençleşme eseri olarak gelişmiş anahtar deliği şekilli koridor. **Figure 13:** In the fossil level of the cave, stalactites, stalagmites, cover dripstones (on the left), wall dripstones and small dry travertine pools at the floor (on the right).

sistemleri vasıtasıyla dışarıyla hava değişimi yaşarlar. Ancak Buruk Düdeni'nde, sadece giriş ağzından ve giriş bölgesindeki yüzeye kadar çıkabilen bazı yarık ve çatlak sistemleri aracılığıyla hava değişimini yaşamaktadır. Tek girişe sahip olan düden, dış atmosfere göre oldukça sabit denilebilecek kararlı bir havaya sahiptir. Mağara içerisinde el tipi rüzgar ölçer aletin ölçebileceği bir rüzgarın varlığı saptanmamıştır. Dışarıda gölgede sıcaklık 28°C iken mağarada ölçülen sıcaklık değerleri 14-18°C arasında seyretmektedir. Buna göre mağaranın giriş bölgesinde sıcaklık 17-18°C iken iki kola ayrıldığı kesimde (gölden sonra) 16°C, alt kolda 14°C ve üstteki fosil katta 15-16°C olarak ölçülmüştür (Tablo 1). 17°C'den yüksek mağaralara sıcak, 11-17°C arasındakilere ılıman ve 11°C'den düşük olanlara ise soğuk mağara (Nazik, 2008) denildiğine göre; bu ölçülen sıcaklık değerlerine göre Buruk Düdeni, genel olarak ılık bir havaya sahiptir. Mağaraları nisbi nem değerlerine göre değerlendirdiğimizde;

%65'den fazla nisbi neme sahip mağaralar nemli, %65'den düşük nisbi neme sahip olanlar ise kuru mağara olarak tanımlanır (Nazik, 2008). Buna göre Buruk Düdeni'nin giriş bölümünde bağıl nem oranı %70-72 arasındayken mağaranın yarı aktif katı sonunda %78, fosil katında %72-73 kadardır (Tablo 1). Birkaç girişi olan mağaralar hariç, tek girişli mağaraların dış atmosfere göre sabit ve kararlı bir havası vardır (Nazik, 2003, 2005, 2008). Buna göre Buruk Düdeni, sahip olduğu nem değerleri itibarıyla nemli bir havaya sahiptir. Mağaranın sahip olduğu gaz özelliklerine göre ise mağarada dışarıdan taşınan ağaç dal ve yapraklarının çürümesiyle ortaya çıkan az miktarlardaki metan gazı (CH<sub>4</sub>) dışında herhangi bir zararlı gaz (H<sub>2</sub>S) tespit edilmediği gibi yaşamsal fonksiyonları olumsuz yönde etkileyecek oksijen azlığı veya fazlalığı, CO fazlalığı da ölçülmemiştir. Mağarada ölçülen 8-17 Lel arasındaki CO varlığı ise sağnak yağışlar esnasında mağara içlerine taşınan dal ve yaprak gibi bitki parçalarının nemli ortamlarda

çürümesinden (biyojenik metan) (Işık & Ökmen, 2013) kaynaklanmaktadır (Tablo 1). Buruk Düdeni'nde özellikle mağaranın fosil katında küçük bir yarasa kolonisine rastlanılmıştır. Işığın

sokulabildiği giriş bölümünün nemli duvarlarında ise yeşil yosunlar gelişmiştir. Bunların dışında mağarada başka bir canlı veya bitki türüne rastlanılmamıştır.

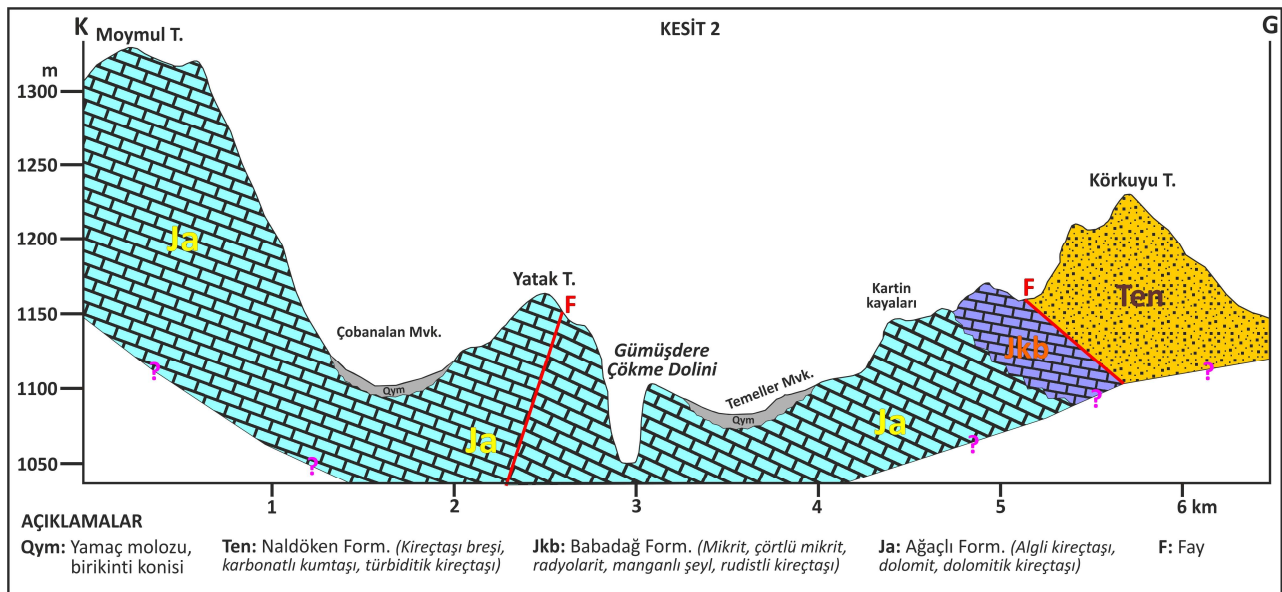
**Tablo 1:** Buruk Düdeninde sıcaklık, nem ve çeşitli gaz ölçüm değerleri / **Table 1:** Temperature, humidity and various gas measurement values in Buruk swallow hole.

Ölçüm Yeri	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	O <sub>2</sub> (Lel)	CO (Lel)	H <sub>2</sub> S (Lel)	CH <sub>4</sub> (Lel)
Mağara Dışında (Gölgede)	28	63	20,6	13	0	2
Mağara Ağzı	18	70	20,7	8-10	0	2
Menderesli koridor sonu (Göl önünde)	17	72	20,7	11	0	1
Kol ayırım önünde (Göl sonrası)	16	73	20,3	2	0	0
Alt koridor (Yarı aktif kol) sonu	14	78	20,3	2	0	0
Üst koridor (Fosil kol) ortası	16	72	20,4	17	0	0
Üst koridor (Fosil kol) sonu	15	73	20,4	17	0	0

### 3.2. Gümüşdere Obruğu (Çökme dolini)

Çökme dolinleri, karsttaki çözünme boşluklarının etrafında kalan desteksiz ana kaya katmanlarının, sütunların ve kemerlerin kırılması ve çökmesiyle oluşan çukurluklar şeklinde tanımlanır. Boyutları değişmekle birlikte, ancak çok azı 100 m'den daha geniştir ve sonrasında meydana gelen erozyonla bozulmadıkça genellikle dik kayalık profillerle ayırt edilirler (Waltham vd., 2005). Bir çökme dolini, esas olarak zeminin hızlı bir şekilde aşağı doğru hareket etmesi yani çökmesi ile oluşur. Burada çözünmenin rolü dolaylıdır; çözünme, yüzey altındaki mağarayı genişletme, yüzeyi alçaltma, çatlakları genişletme şeklinde rol oynar ve tavan, çok zayıf olduğu ve kırıldığı bir noktada çöker ve böylece bir çökme dolini

oluşur (Williams, 2004; Kranjc, 2013). Köy halkının Gümüşdere Obruğu olarak isimlendirdiği bu çöküntü, yukarıda tanımlandığı şekliyle aslında bir çökme dolinidir. Gümüşdere köyünün hemen kuzeybatısında yer alan bu dolin, algli kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve dolomitlerden oluşan Ağaçlı formasyonu (şenel vd., 1994) içerisinde gelişmiştir. Likya naplarının Alt Triyas yaşlı bu karbonatlı birimi (Akdeniz, 2011) sürüklenimler esnasında kırık ve çatlak sistemlerine sahip olması neticesinde oldukça karstik özellikler kazanmıştır. Çöküntü, Barz Polyesi'ne bağlanan geniş tabanlı bir vadinin batı yamacında K-G uzanımlı belirgin bir kırığın (olasılıkla fay) başlangıç bölgesinde gelişmiştir (şekil 4 ve 14).

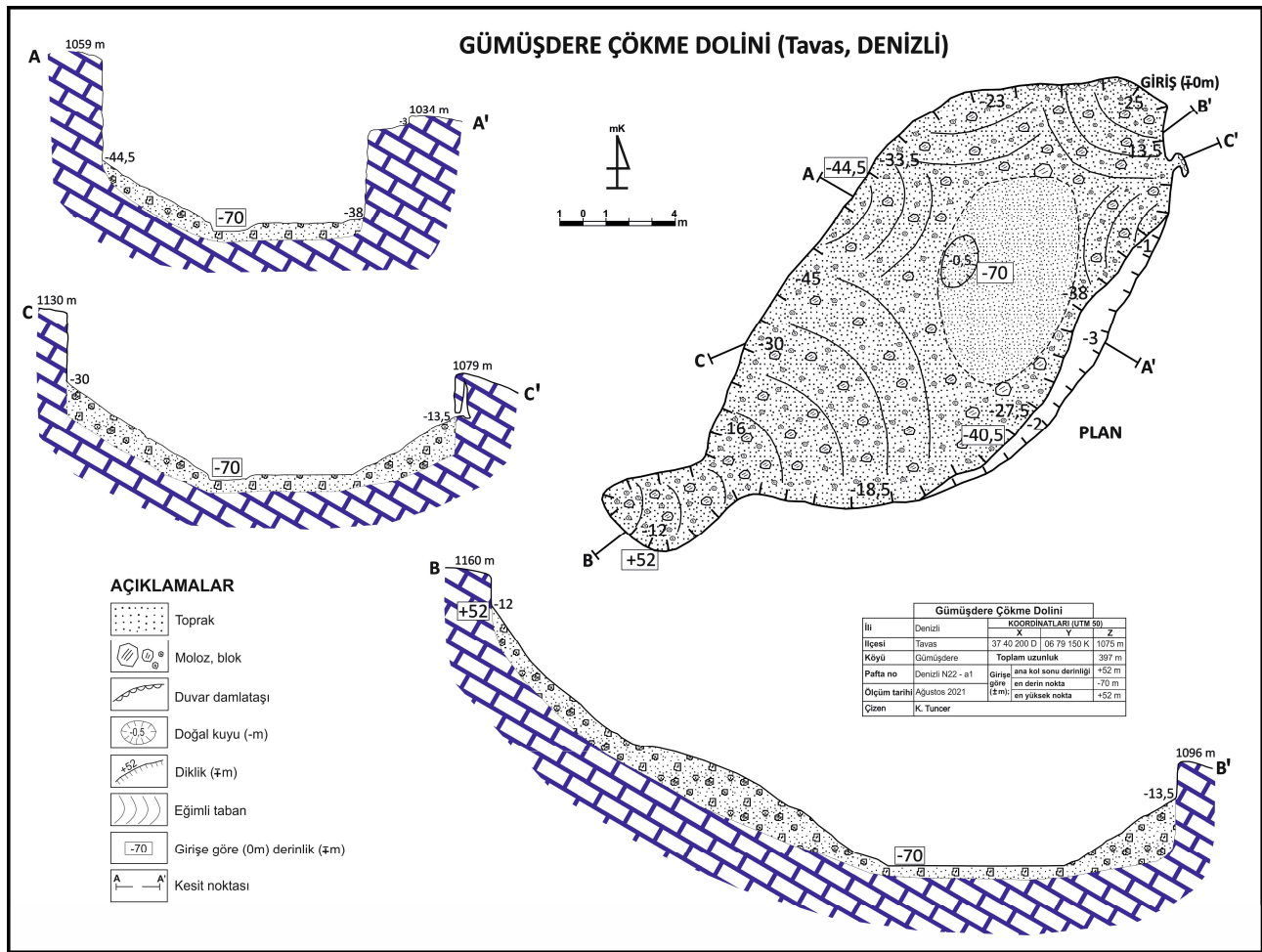


**şekil 14:** Gümüşdere Obruğu'nun (çökme dolininin) jeolojik kesiti / **Figure 14:** Geological section of Gümüşdere sinkhole (collapse doline).



Çökme dolini çevresinde Üst Miyosen, Pliyosen ve Pleyistosen dönemlerine ait rölyef sistemleri yaygınlık gösterir. Sahada bu dönemlere ait aşınım yüzeyi parçalarına, paleo vadilere, askıda kalmış vadi parçalarına, dolinlere, polyeye ve flüvyo-karstik depresyon ve vadilere rastlanılmaktadır. Gümüşdere de Pleistosen döneminde olgunlaşmış bir Pliyosen vadisinin yamacında gelişmiş bir çökme dolinidir (şekil 3 ve 7). Çöküntü dolininin uzun eksenini KD-GB doğrultusunda olup kuş uçuşu yaklaşık 300 m iken kısa eksenini KB-GD yönünde olup kuş uçuşu yaklaşık 125 m uzunluğundadır. Dolinin giriş noktası ( $\pm 0$  m) KB kenarı olarak kabul

edildiğinde çöküntünün tabanına önce -13,5 m diklikle, daha sonra 30° eğimli talus yüzeyinden inilmektedir. Bu girişe göre dolinin en derin noktası ortası olup -70 metrededir (şekil 15). Bu çukurluğun kenarları 12-45 metreler arasında değişen kayalık dikliklerle çevrili olup, bu dikliklerin önlerinde köşeli kırıntılı malzemelerden oluşmuş taluslar (birleşmiş) gelişmiştir. Çukurluğun tabanında çok yağışlı dönemlerde oldukça derin bir gölün meydana geldiğini gösteren kil ve çamur çökelleri ile kenarlardaki dikliklerin üzerlerinde bu göl seviyelerinin izleri görülebilmektedir (şekil 16).



**şekil 15:** Gümüşdere Obruğu'nun (çökme dolininin) planı ve kesitleri / **Figure 15:** Plan and profile sections of Gümüşdere sinkhole (callopse doline).

Çökme dolininin oluşumunda altta bir veya birkaç mağara salonunun gelişimi, tektonik yükselmeler ve buna bağlı olarak morfolojik taban düzeyindeki alçalmalar ile karstik doğgun zonun aşağılara kayması etkili olmuştur. Barz Polyesi'ne bağlanan Gümüşdere paleo vadisinin Pleistosen'de karstik etken ve süreçlerle lateral genişlemelere uğraması esnasında vadinin batı yamacında bir mağara boşluğu gelişmeye

başlamış; akabinde Buruk Düdeni'nde de karşılığı olan tektonik yükselimlerle mağara boşluğu yanlara ve tavana doğru genişlemeye başlamıştır. Sahadaki morfolojinin birden fazla gençleşmeye uğramasıyla en ince kalınlığına erişen mağara boşluğunun tavanı zamanla hızlı bir şekilde çökmeye başlamış ve neticesinde bugün gördüğümüz Gümüşdere çökme dolini oluşmuştur. Çöküntüyü çevreleyen duvarlarda



eski mağaradan kalma duvar ve örtü damlataşlarına, mısır patlağı yapılar

rastlanılması bu eski mağaranın varlığını kanıtlar niteliktedir (şekil 17).



**şekil 16:** Gümüşdere Obruğu (çökme dolininin) / **Figure 16:** Gümüşdere sinkhole (callopse doline).



**şekil 17:** Gümüşdere çökme dolininin oluşumunu sağlayan alttaki eski mağaranın duvarlarındaki perde sarkıt, duvar damlataşı ve mısır patlağı kalıntıları / **Figure 17:** Curtain stalactites, wall stalactites and popcorn remnants on the walls of the old cave below that formed the Gümüşdere collapse doline.

#### 4. SONUÇ

Buruk Düdeni ve Gümüşdere Obruğu (çökme dolini), Türkiye'nin en yoğun bir şekilde yüzey ve yeraltı karstının gelişim gösterdiği Toros Karst kuşağının batı alanında yer almaktadır. Aynı zamanda bu karstik şekiller, tektonik olarak da Fethiye-Burdur makaslama fay zonu (Elitez & Yaltrak, 2014) içerisinde yer almaktadır. Likya naplarının oldukça karstik karbonat dilimleri içerisinde gelişmiş olan Buruk Düdeni ve Gümüşdere çökme dolini, oluşum ve gelişim özellikleri ve sahip oldukları morfolojik

özellikler itibariyle tektonik gençleşmelere maruz kalmıştır. Bunların geçirdikleri jeomorfolojik evrim, sadece doğrudan tektonik yükselmelerin eseri değil aynı zamanda karst veya morfolojik taban düzeylerindeki değişimlerin ve doğgun zonun daha derinlere inmesiyle de ilişkilidir. Mağara tabanındaki eğim kırıklıklarının varlığı, mağara içerisinden akan yeraltı deresinin yatağına gömülmesi ve bu gömülmeye mağara koridorlarının anahtar deliği şekli ni alması; çökme dolininin

oluşmasında önce altta mağara salonunun veya salonlarının oluşması daha sonra bu mağara boşluklarının fosil duruma geçerek tavan kalınlığının okmelerle incelenmesi ve en sonunda tavanın tamamen yıkılarak obruk şekilli okme dolinine dönüşmesi, gençleşmenin varlığını kanıtlar niteliktedir. Buna göre bu karstik şekiller, çok dnemlidirler. Bu karstik şekilleri karst hirolojisi bakımından değerlendirdiğimizde ise Gümüşdere okme dolini, yüzey sularını sızmalarla ve çatlak sistemleriyle yeraltına geçmesini sağlayan (Klimchouk, 1995), karbonatlı kayaçların çözünmeye uğradığı genelde 10 m derinliğe kadar inen (Williams, 2004), jeomorfolojik ve hidrolojik bir kuşak olan epikarstik kuşağın (Bakalowicz, 2004) bir şeklidir. Yani bu okme dolini, epikarstik kuşakta meydana gelen ve tektonik aktivitelerle güçlenen karstifikasyonla meynana gelmiştir. Buruk Düdeni ise giriş bölgesinde kısmen epikarstik süreçlerin etkisinin görüldüğu ancak en baskın bir şekilde epijenik süreçlerin etkisiyle oluşması itibariyle jeomorfolojik ve hidrolojik olarak epijenik bir mağara karakterindedir. Bu düden mağara, epikarstik kuşağın hemen altında yer alan ve suların yerçekiminin etkisiyle yeraltı su tablasına doğru genelde serbest akımlarla ancak bazen kesintili olarak basınçlı akımlarla akması esnasında oluşmuştur. Bu yeraltı suyu akımlarıyla yeraltı koridorları ve salonları oluşmuş ve şekillenmiştir. Oluşumunun başlangıcında meydana gelen basınçlı (freatik) akımlar günümüzde yerini genleşmelerin bir sonucu olarak serbest (vadoz) akımlara bırakmıştır. Mağara koridorlarının tavan kesiminde freatik tüp (elips) şekilli bir boşluğun, alt kesimde ise zaman zaman menderesler çizen boğaz şeklinde boşluğun gelişmiş olması, farklı evrelerde gelişen bu iki farklı yeraltı suyu akımının eseridir. Mağaranın bu morfolojik özelliği mağara koridorlarının değişik yerlerinden alınan enine kesitlerinde belirgin bir şekilde görülebilmektedir. Mağara bu şeklini, oluşumunun başlangıcında birden bire gençleşmeye uğramasıyla kazanmıştır. O halde Buruk Düdeni, henüz olgunluk evresini yaşamaktadır. Eğimli bir tabana sahip olan mağara 281 m toplam uzunluğa ve giriş ağzına göre ( $\pm 0$  m) -71,5 m derinliğe sahiptir. Mağaranın bu bölümü, yağışlı dönemlerde akış gösteren bir dereye sahip olması itibariyle yarı

aktif katı oluşturur. Mağaranın orta bölümünden itibaren yarı aktif alt katın üzerinde sadece damlayan suların var olduğu fosil kat yer almaktadır. Fosil kat, toplamda 99 metrelik bir koridor şeklinindedir ve girişe göre ( $\pm 0$  m) -58 metrede daralarak son bulur. Bu kat, yeni oluşmakta olan küçük damlataş oluşuklarıyla kaplıdır. Mağaranın orta bölümünde ve sonunda birer sifon mevcuttur. Gerek gezilmesinin zor olması, gerek yağışlı dönemlerde su baskınlarına maruz kalması, gerekse görülmeye değecek boyut ve yoğunlukta damlataş yapılarına sahip olmaması nedenleriyle mağara turizm için değerlendirilmeye uygun değildir. Düden mağaraya sadece tecrübeli mağaracılar tarafından araştırma ve sportif amaçlı girilebilir. Ancak Gümüşdere okme dolininin yağışlı mevsimde bir göle dönüşmesi, kurak mevsimde ise içerinde gezilebilmesi, çöküntünün duvarlarında eski mağaradan kalma duvar damlataşı kalıntılarının varlığı, ulaşımının kolay olması, ayrıca sahip olduğu doğal evre güzelliği sayesinde turizm için değerlendirilebilir.

## KATKI BELİRTME VE TEŐEKKÜR

Mağara ve obrukta ölçümler alırken bana yardım eden öğrencilerim, Volkan Tavas ve Ömer Gündürü'ye ve arazide kolaylıklar sağlayan Derinkuyu köyü (Tavas) muhtarı Servet Küükoğul'a teőkükür ederim.

## KAYNAKÇA

- Akdeniz, N. (2011). *1:100.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları Denizli N22 paftası*. Yayın no: 164. MTA Genel Müdürlüğu, Jeoloji Etütleri Dairesi. Ankara: MTA Genel Müdürlüğu.
- Audra, P., & Palmer, A. P. (2011). The pattern of caves: Controls of epigenic speleogenesis. *Morphologie*, 17(4), 359-378. Doi:10.4000/geomorphologie.9571
- Aygen, T. (1984). *Türkiye mağaraları (Turkish caves)*. Türkiye Turing ve Otomobil Kurumu Yayınları.
- Bakalowicz, M. (2004). The epikarst, the skin of karst. In: Jones, W. K., Culver, D. C., & Herman, J. S. (Eds) *Epikarst*. Special Publication 9. Charles Town, WV: Karst Waters Institute: 2(1), 16-22.
- Bögli, A. (1980). *Karst hydrology and physical speleology*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York. Doi:10.1007/978-3-642-67669-7



- Çapan, U. (1980). *Toros Kuşuğı ofiyolit masiflerinin (Marmaris, Mersin, Pozantı, Pınarbaşı ve Divriğı) işyapıları, petrolojisi ve petrokimyasalına yaklaşımlar* [Yayınlanmamış doktora tezi]. Hacettepe Üniv. Yerbilimleri Enstitüsü.
- Elitez, İ., & Yaltırak, C. (2014). Çameli Havzası'nın Miyosen-Kuvaterner jeodinamiğı, Burdur-Fethiye makaslama zonu (GB Türkiye). *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 57(3), 41-67. Doi:10.25288/tjb.298714
- Erol, O. (1983). Türkiye'nin genç tektonik ve jeomorfolojik gelişimi. *Jeomorfoloji Dergisi*, (11), 1-22.
- Erol, O. (1993). Ayrıntılı jeomorfoloji haritalarının çizim yöntemleri. *İstanbul Üniv. Deniz Bilimleri ve Coğrafiya Enstitüsü Bülteni*, (10), 19-39.
- Ersoy, ř. (1989). *Fethiye (Muğla)-Göhlisar (Burdur) arasında Güney Dağı ile Kelebekli Dağ ve dolaylarının jeolojisi* [Yayınlanmamış doktora tezi]. İstanbul Üniv. Fen Bilimleri Enst.
- Ersoy, ř. (1990). Batı Toros (Likya) naplarının yapısal öğelerinin ve evriminin analizi. *Jeoloji Mühendisliğı*, (37), 5-16.
- Folk, R. L. (2004). Spectral subdivision of limestone types. In: Hamm, W. E. (Ed), *Classification of carbonate rocks* (s. 62-84). Tulsa: Memoirs of the American Association of Petroleum Geology.
- Ford, D. C., & Williams, P. W. (1989). *Karst geomorphology and hydrology*. London: Unwin Hyman.
- Geyssant, J. (2001). Geology of calcium carbonate. In: Tegetoff, W. (Ed), *Calcium carbonate: from the cretaceous period into the 21st century* (s. 1-52). Springer Publishing Group.
- Gillieson, D. (1996). *Caves: Processes, development and management*. Oxford: Blackwell Publishers.
- Güldalı, N. (1983, Temmuz). Oluşumları, gelişimleri ve ekonomik değerleriyle: Mağaralar. *Bilim Teknik Dergisi*, 1-4.
- Işık, D., & Ökmen, G. (2013). Metan üreten mikroorganizmalar. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 6(2), 79-85
- Klimchouk, A. B. (1995). Karst morphogenesis in the epikarstic zone. *Cave and Karst science*, 21(2), 45-50.
- Klimchouk. (2007). *Hypogene speleogenesis: Hydrogeological and morphogenetic perspective* (Special Paper no. 1). Carlsbad, NM: National Cave and Karst Research Institute.
- Klimchouk. (2012). Speleogenesis, hypogenic. In: Culver, D. C., White, W. B., Culver, D. C., & White, W. B. (Eds), *Encyclopedia of caves* (s. 748-765). Oxford, UK: Elsevier.
- Klimchouk. (2015). The karst paradigm: changes, trends and perspectives. *Acta Carsologica*, 44(3), 289-313. Doi:10.3986/ac.v44i3.2996
- Kopar, İ. (2008). Elmalı Mağarası (İspir-Erzurum). *Fırat Üniv. Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(2), 71-90.
- Kopar, İ. (2009). Aladağlar'da (Orta Toroslar, Yahyalı-Kayseri) iki fosil mağara: Zindan-ı Köşk-1 ve Zindan-ı Köşk-2 mağaraları. *Türk Coğrafiya Dergisi*, (53), 69-83.
- Kopar, İ. (2010). Aladağların (Orta Toroslar) Fosil Mağara Potansiyelinden Yeni Bir Kayıt: Kapuzbaşı Mağarası (Divrik Dağı). *Türk Coğrafiya Dergisi*, (54), 31-42.
- Kranjc, A. (2013). Classification of closed depressions in carbonate karst. In: Shroder, J. F. (Ed), *Treatise on karst geomorphology*. Elsevier Academic Press.
- Nazik, L., Törk, K., Özel, E., Acar, C., & Tuncer, K. (2003). Türkiye mağaralarının envanter çalışmaları. *Mağara ekosisteminin Türkiye'de korunması ve değerlendirilmesi - Sempozyum I* (s. 91-102). Alanya, Antalya: Türkiye Tabiatını Koruma Derneğı.
- Nazik, L., Poyraz, M., & Karabıyıköğlü, M. (2019). Karstic landscapes and landforms in Turkey. In: Kuzucuoğlu, C., Ciner, A., & Kazancı, N. (Eds), *Landscapes and landforms in Turkey* (s. 181-196). Switzerland: Springer International Publishing.
- Nazik, L. (1989). Mağara morfolojisinin belirlediğı jeolojik-jeomorfolojik ve ekolojik özellikler. *Jeomorfoloji Dergisi*, (17), 53-62.
- Nazik, L. (2003). Mağaraların oluşum ve gelişim özellikleri. *Mağara Ekosisteminin Türkiye'de korunması ve değerlendirilmesi - Sempozyum I* (s. 1-19). Alanya, Antalya: Türkiye Tabiatını Koruma Derneğı.
- Nazik, L. (2005). Mağara nedir, nasıl oluşur? *Ulusal mağara günleri sempozyumu* (s. 1-17). Beyşehir, Konya: Türkiye Tabiatının Koruma Derneğı.
- Nazik, L. (2008). *Mağaraların araştırılma, koruma ve kullanım ilkeleri*. Ankara: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Yerbilimleri ve Kültür Serisi- 2.
- Nazik, L. (2018). Yeraltı karanlıklar dünyasının gizemli oluşumları: Mağaralar. *Mavi Gezegen*, (24), 20-36.



- Nazik, L., & Bayarı, S. (2018). Mağara zengini ülke: Türkiye. *Mavi Gezegen*, (24), 7-19.
- Nazik, L., & Poyraz, M. (2015). Türkiye karst morfolojisinde neotektoniğin rolü. İçinde: Bahadır, M., Uzun, A., & Zeybek, H. İ. (Eds), *IV. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu Bildiriler Kitabı* (s. 203-213). Samsun: Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Nazik, L., & Poyraz, M. (2017). Türkiye karst jeomorfolojisi genelini karakterize eden bir bölge: Orta Anadolu Platoları Karst Kuşağı. *Türk Coğrafya Dergisi*, (68), 43-56. Doi:10.17211/tcd.910578
- Nazik, L., & Tuncer, K. (2010). Türkiye karst morfolojisinin bölgesel özellikleri. *Türk Speleoloji Dergisi, Karst ve Mağara Araştırmaları*, 1(1), 7-19.
- Öztürk, M. Z., Şimşek, M., Şener, M. F., & Utlı, M. (2018). GIS based analysis of doline density on Taurus Mountains, Turkey. *Environmental Earth Sciences*, 77(14), 1-13. Doi:10.1007/s12665-018-7717-7
- Pekcan, N. (2019). *Karst jeomorfolojisi*. Filiz Kitabevi.
- Palmer, A. N. (2007). *Cave geology*. Dayton, Ohio: Cave Books.
- Palmer, A. N. (2011). Distinction between epigenic and hypogenic maze caves. *Geomorphology*, (134), 9-22. Doi:10.1016/j.geomorph.2011.03.014
- Şener, M. F., & Öztürk, M. Z. (2019). Relict drainage effects on distribution and morphometry of karst depressions: A case study from Central Taurus (Turkey). *Journal of Cave and Karst Studies*, 81(1), 33-43. Doi:10.4311/2018ES0111
- Slabe, T., & Prelovšek, M. (2013). Rock features and morphogenesis in epigenic caves. In: Shroder, J. F. (Ed), *Treatise on karst geomorphology* (s. 172-185). Elsevier Academic Press.
- Şenel, M., Selçuk, H., Bilgin, Z. R., Şen, M. A., Karaman, T., Dinçer, M. A., Durukan, E., Arbas, A., Örçen, S., & Bilgi, C. (1989). Çameli (Denizli)-Yeşilova (Burdur)-Elmalı (Antalya) ve dolayının jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 9429.
- Şenel, M., Akdeniz, N., Öztürk, E. M., Özdemir, T., Kadıncık, G., Metin, Y., Öcal, H., Serdaroğlu, M., & Örçen, S. (1994). Fethiye (Muğla)-Kalkan (Antalya) ve kuzeyinin jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 9761.
- Şimşek, M., Doğan, U., & Öztürk, M. Z. (2020). Polyelerin sınıflandırılması ve Toroslardan örnekler. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (5), 1-14. Doi:10.46453/jader.733500
- Şimşek, M., Öztürk, M. Z., Doğan, U., & Utlı, M. (2021). Toros polyelerinin morfometrik özellikleri. *Coğrafya Dergisi*, (42), 101-119. Doi:10.26650/JGEOG2020-834461
- Taşkıran, H. (2018). Prehistorik arkeoloji ve mağaralar. *Mavi Gezegen*, (24), 62-68.
- Törk, K., Nazik, L., Özel, E., Tuncer, K., Acar, C., Kutlay, H., İnan, H., & Savaş, F. (2005). Türkiye mağaraları. *Ulusal mağara günleri sempozyumu* (s. 31-46). Beyşehir, Konya: Türkiye Tabiatını Koruma Derneği.
- Tuncer, K. (2018). *Sakarya Nehri-Göynük Çayı-Çatak Çayı arasındaki sahanın karst jeomorfolojisi* (1. Baskı). İstanbul: Kriter Yayınevi.
- Tuncer, K. (2021). Barz, Ovacık, Kızılca havzalarında (Denizli) karstifikasyonu belirleyen parametreler ve karstın gelişimi. *Turkish Studies - Social Sciences*, 16(4), 1621-1658. Doi:10.47356/TurkishStudies.51785
- Tuncer, K. (2021). Tektonik olarak karmaşık bir bölgede yer alan Barz Polyesi (Tavas, Denizli): Oluşumu, gelişimi ve jeomorfolojik özellikleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, (77), 99-118. Doi:10.17211/tcd.910578
- Uzun, A., & Zeybek, H. İ. (1996). Akçakale mağarası (Gümüşhane). *Türk Coğrafya Dergisi*, (31), 39-53.
- Uzun, A., Aylar, F., & Gürgöze, S. (2020). The Hayat cave karst system (Samsun, Turkey). *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi / Journal of Geomorphological Researches*, (5), 87-100. Doi:10.46453/jader.778432
- Waltham T., Bell, F., & Culshaw, M. (2005). *Sinkholes and subsidence*. Chichester, UK: Springer-Praxis.
- White, W. B. (1984). Rate processes: Chemical kinetics and karst landform development. In: Fleur, R. G. (Ed), *Groundwater as a geomorphic agent* (s. 227-248). Boston: Allen & Unwin.
- Williams, P. (2004). Dolines. In: Gunn, J. (Ed), *Encyclopedia of caves and karst science*. New York and London: Fitzroy Dearborn.
- Williams, P. W. (2004). The epikarst: evolution of understanding. In: Jones, W. K., Culver, D. C. and Herman, J. S. (Eds), *Epikarst*. Special Publication 9. Charles Town, WV: Karst Waters Institute: 2 (1), 11-22.