

DOI: 10.26650/JGEOG2021-896683

COĞRAFYA DERGİSİ
JOURNAL OF GEOGRAPHY
2021, (43)

<https://iupress.istanbul.edu.tr/en/journal/jgeography/home>


Epikarstik Kuşağın Denetiminde Gelişmiş Mağara Örneği Olarak: İkiz İncirli Çengirek (Marmaris - Muğla)

İkiz İncirli Çengirek as an Example for Caves Formed Under the Control of Epikarstic Zone (Marmaris–Muğla)

Ümit GÜNHAN¹ , Ertuğ ÖNER² 

¹Yüksek Lisans Öğrencisi, Kâtip Çelebi Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, İzmir, Türkiye

²Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, İzmir, Türkiye

ORCID: Ü.G. 0000-0003-2761-1496; E.Ö. 0000-0002-9712-5277

ÖZ

Bozburun Yarımadası'nda gerçekleştirilen mağara araştırmalarında, keşfedilen çok sayıda mağaradan biri olan İkiz İncirli Çengirek'in speleojenetik (mağara oluşum kökeni ve süreci) olarak epikarstik kuşakta işleyen süreçler ile oluşmuş bir mağara olduğu anlaşılmıştır. Uzun süre aşınım halinde olan bölgede, tektonik zayıf direnç çizgileri oldukça fazla olması ve mağara oluşumu için uygun iklim koşullarının ve litolojinin bulunması, çok sayıda mağaranın oluşmasını sağlamıştır. Türkiye'de yapılan speleojenetik araştırmalarda, epikarstik kuşağın rolüne yeteri kadar değinilmemiştir. İkiz İncirli Çengirek ise epikarstik kuşakta işleyen süreçlerin, mağaranın oluşum ve gelişimindeki rolüne iyi bir örnek oluşturmaktadır. Mağara, Pliyo-Pleyistosen'de meydana gelen tektonik hareketler sonucu oluşan tektonik zayıflıkları kullanmış ve epikarstik kuşakta meydana gelen damlama ve süzülme süreçlerinin kontrolünde derinleşmiş ve şekillenmiştir. Mağara, uygun ortam şartları sunmasıyla, *Lyciasalamandra flavimembris* türüne ait çok sayıda bireye, *Dolichopoda sp.* cinsine ait çok sayıda mağara çekirgesine ve türü belirlenememiş yarasaya, akrep ve örümcek gibi diğer canlılara da ev sahipliği yapmaktadır.

Anahtar kelimeler: Epikarst Kuşağı, Marmaris-Bozburun, İkiz İncirli Çengirek, Speleoloji, Mağara Bilimi

ABSTRACT

During the cave research in Bozburun Peninsula, it was understood that İkiz İncirli Çengirek (cave), one of the many caves discovered, was formed by speleogenetic processes at the epikarstic zone. The formation of many caves in the Bozburun Peninsula region is due to the numerous weak tectonic lineations, suitable climatic conditions, lithology needed for cave formation, and exposure to long-time denudation. Speleogenetic researches carried out in Turkey ignored the role of the epikarstic zone. İkiz İncirli Çengirek is an excellent example for evaluating the impacts of processes in the epikarstic zone on the speleogenesis of the cave. Tectonic weaknesses occurred as a result of tectonic movements during the Plio–Pleistocene, provided the necessary conditions for the formation of İkiz İncirli Çengirek Cave at that location. Dripping and water-film action in the epikarstic zone under the control of fluviokarstic processes shaped and deepened the morphological structure of the cave. As a result of favorable environmental conditions, the cave is home to many species of *Lyciasalamandra flavimembris*, cave grasshoppers belonging to the *Dolichopoda sp.* genus, and other organisms, such as bats, scorpions, and spiders whose species are yet to be identified.

Keywords: Epikarstic Zone, Marmaris-Bozburun, İkiz İncirli Çengirek, Speleology

Başvuru/Submitted: 14.03.2021 • **Revizyon Talebi/Revision Requested:** 21.09.2021 • **Son Revizyon/Last Revision Received:** 10.12.2021 •

Kabul/Accepted: 29.12.2021



Sorumlu yazar/Corresponding author: Ümit GÜNHAN / gunhan.umit@gmail.com

Atıf/Citation: Gunhan, U., & Oner, E. (2021). Epikarstik kuşağın denetiminde gelişmiş mağara örneği olarak: İkiz İncirli Çengirek (Marmaris - Muğla). *Coğrafya Dergisi*, 43, 197-216. <https://doi.org/10.26650/JGEOG2021-896683>



EXTENDED ABSTRACT

An essential part of the Bozburun Peninsula (Muğla-Marmaris) consists of karstic rocks. In the region, which is lithologically suitable for cave formation, tectonic activities created weak tectonic lineations, suitable for karstic shapes and landforms, and limited the continuity of karstification. However, due to the excellent development of the epikarstic zone, many caves have been formed in the region shaped by denudation since the Miocene. One of these caves, İkiz İncirli Çengirek (Twin Fig Cave), is a 131 m deep vertical cave formed under karstic processes occurring at the epikarstic zone.

Although our country is rich in karstic shapes, especially caves, only a few models have been considered in the speleogenetic studies. Studies related to the cave formation processes in the epikarstic zone have been limited, even ignored. However, it was impossible to explain some of the caves explored in the peninsula with these models alone. Thus, it has been understood that the karstification processes occurring in the epikarstic zone in a significant part of the karstic shapes (especially caves) in the region are important. In this study, the cave development under the effect of the epikarstic zone in İkiz İncirli Çengirek is explained.

The epikarstic zone has developed very well by the geomorphological evolution of the region, which has been formed under favorable geological structure and climatic conditions. Perched water in the clayey soil within the abundantly fractured limestone passes underground through cracks after waiting in this zone for a while. Simultaneously, the perched water in this zone caused erosion in some parts of the cave due to its strong acidity and CO₂ content. It enabled the cave to be enriched in terms of speleothems in some places.

By dropping the rock at the mouth of a hole near the main entrance of the cave, it was found that the shaft here was connected to the main shaft of the cave. The main shaft opens to a chamber that was opened due to the tectonic movements with a descent of 83 m, where two shafts coalesced at the main entrance. These shafts are deepened by drip events occurring in the epikarstic zone. The roof collapsed, and the cave opened to the surface as a result of the condensation that happened in the epikarstic zone (Klimchouk, 1995, p. 49; Dublyansky ve Dublyansky, 2000, p. 9), and other epikarstic processes (water-film action and dripping events) (Baron, 2002, p. 11). It was possible to connect to shafts found in different developmental stages in the chamber. One of these acoustically decorated shafts has evolved from erosion to accumulation processes, and decorated with speleothems has gone through accumulation without abrasion. The floor was covered entirely with block-sized rocks with ceiling collapse due to tectonic movements in the first of the branches located in the south (Tahsin's passage). The southernmost shaft is divided into two and continues to be formed by dripping processes. Also, the deepest point of the cave is located in this passage.

The fact that the environmental conditions, especially the climate of the cave, are suitable in terms of vitality has caused rich biodiversity in the cave. A large number of *Lyciasalamandra flavimembris*, an endangered locally endemic species in the "EN" category (Başkale, Sözbilen, Özyılmaz ve Dilbe, 2019, s.37), have been observed. Organisms that belong to the *Dolichopoda* sp. genus, whose origins and habitats are from the Aegean islands and the Mediterranean, respectively, (Taylan, Di Russo, Rampini ve Cobolli, 2011, s. 60; Taylan ve Şirin, 2018, s. 8), were also observed in large numbers in the chamber. Besides, organisms similar to *Mesostalita nocturna* sp. (Kostanjšek ve Kuntner, 2015, s. 18; Pantini ve Isaia, 2019, s. 138) and *Meta menardi* sp. were seen. Apart from these, many bats and two scorpions whose species were not identified were also observed. Besides the suitable climatic conditions of the cave, the epikarstic zone also affects the diversity of life. Water is perched in the epikarstic zone for a while before leaking underground. It creates nutrient-enriched water percolating by incorporating the minerals in the soil.

1. GİRİŞ

İkiz İncirli Çengirek, Türkiye'nin güneybatı ucunda, Bozburun Yarımadası'nda, Marmaris ilçesine bağlı Bayır Mahallesi güneyinde, Kayalı Deresi'nin kuzey yamacında yer alır (Şekil 1, 2, 3). Türkiye'nin farklı yörelerinde farklı isimlerle ifade edilen karanlık ve gizemli ilgi çekici doğal oluşumlar için, Bozburun Yarımadası genelinde "Çengirek" şeklinde telaffuz edilen, "toprak içine açılan büyük delik yani mağara" anlamına gelen "çengerek" (TDK, 2020) adı kullanılmaktadır.

İlk başta yüzeyden girişi olmayan İkiz İncirli Çengirek, epikarstik kuşakta meydana gelen karstlaşma süreçleri sonucunda yüzeye açılmıştır. Mağaranın vadoz kuşağında gelişmiş olan bacalar ise epikarstik kuşaktan süzülen ve damlayan sularla oluşmuştur.

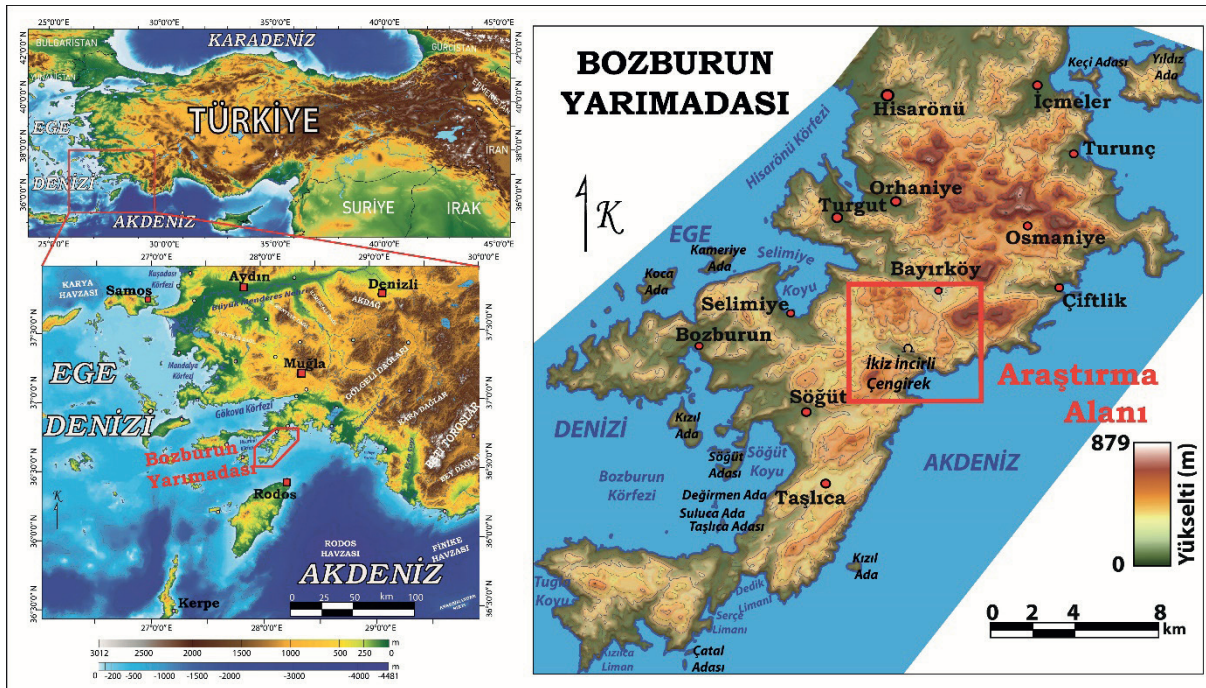
Epikarst, hem yüzey ve yeraltı karstı ile birlikte, hem de bunların arasında yer alan; çatlak sistemlerini, dolinleri ve çatlaklarda biriken toprağı içeren ve bünyesine geçen suyun bir süre bekledikten sonra yeraltına ulaşmasını sağlayan bir kuşaktır (Klimchouk, 1995, s. 45). Epikarstik kuşak, karbonatlı kayaların çözünmeye uğradığı genelde 10 m derinliğe kadar inen (Williams, 2004, s. 9) çatlak ve kırık sistemlerinin karstlaşmayla genişleyerek daha geçirgen bir özellik kazandığı (Bakalowicz, 2004, s. 17) jeomorfolojik, hidrolojik ve biyolojik açıdan önemli karstik bir kuşaktır.

2. AMAÇ VE YÖNTEM

Bölgede çok sayıda keşfi gerçekleştirilen mağaraların oluşum sürecini anlayabilmek için mağaraların morfolojik özellikleri ve mağaranın bulunduğu yörenin fiziki coğrafya koşulları bir arada ele alınmıştır. Mağaraların keşfi ve zorlu arazide hem yol hem de mağara bulabilmek için yöre halkının rehberliğinde arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Mağara, Bayır sakinlerinin bize bildirmesi ve yerini göstermesi ile bulunmuştur. Girişinde incir ağacı bulunduğundan mağaraya İncirli Çengirek ismi verilmiştir. Mağaranın keşfini yaptığımız sırada, mağara girişine 10 m uzaklıkta bulunan üstü kapalı bir deliğin çevresi eşelendiğinde, bu deliğin de oldukça derin bir mağara bacası (şaft) olduğu anlaşılmıştır. Ardından ağızdaki karstlaşma ve flüviyo-karstik süreçler sonucu aşınma ile mağara ağızına tıpkı bir kapak gibi oturan kaya, odundan kamalar vasıtasıyla düşürülmüş ve böylece bu kolun da İncirli Çengirek'e bağlandığı anlaşılmıştır. İki girişi olduğunu anladıktan sonra mağara, "İkiz İncirli Çengirek" olarak adlandırılmıştır.

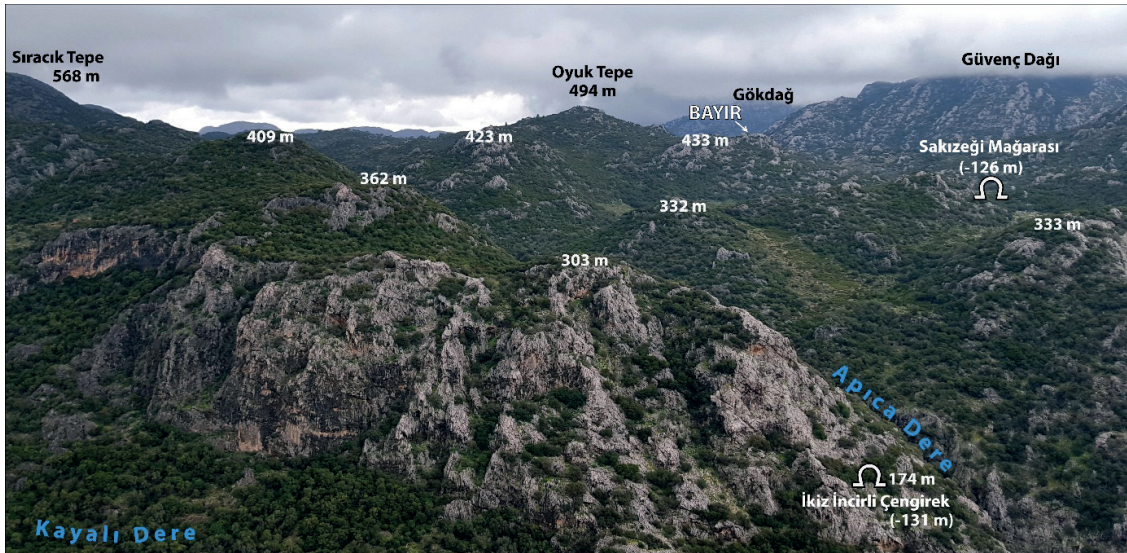
Mağaranın araştırılabilmesi ve eğitim amaçlı kullanılabilmesi için 10,5 mm çapında ve uygun sertifikasyona sahip yarı statik iplerle, Tek İp Tekniği'ne uygun bir şekilde hatlar döşenmiş ve uygun iniş çıkış ekipmanlarıyla mağaranın keşfi gerçekleştirilmiştir. Mağaranın ölçümleri, iki yılda



Şekil 1: Araştırma alanının ve mağaranın lokasyonu ve genel topoğrafik özellikleri.
Figure 1: Location and general topographic features of the research area and the cave.



Şekil 2: İki İncirli Çengirek çevresinin hipsometrik haritası.
Figure 2: Hypsometric map of the cave's surrounding.



Şekil 3: Bayır Mahallesi güneyinde, Kayalı Deresi'nin kuzeyinde bulunan karstik plato yüzeyinden bir görünüm. Kayalı Deresi'nin dike yakın tektonokarstik kuzey yamaçları ile İki İncirli Çengirek'in konumu ve çevresinin genel jeomorfolojik birimleri görülebilmektedir. Bakış K-KD yönündedir.

Figure 3: A view from the hilly karstic plateau surface in the south of Bayır Mahallesi and north of the Kayalı Stream. In the photograph, the nearly steep tectono-karstic northern slopes of the Kayalı Stream, the location of İki İncirli Çengirek, and the general geomorphological units of its surroundings can be seen. The view is in the N-NE direction.

gerçekleştirilen 3 farklı etkinlikte “Suunto Tandem/360PC/360R” klinometre/pusula ve “CEM LDM-70” dijital lazer metre ile alınmıştır. Fakat okuması oldukça dikkat gerektiren bu pusula/klinometre cihazı ile alınan ölçümlerde kişiye bağlı olarak hata payları değişebilmektedir. Yatayda oldukça yüksek bir hata payına sahip (500 m için ~30 m) (Redovniković, Ivković, Cetl ve Sambunjak, 2014, s. 272-273) olan bu alet ile araştırmış olduğumuz dikey mağarada, 3-6 m arasında bir hata payının olduğu tahmin edilmektedir. Mağara planı, “Walls v2.0” adlı program ile birleştirilmiş ardından vektör tabanlı bir çizim programı olan “Adobe Illustrator CC 2020” ile çizilmiştir. Mağaranın verileri ve özellikleri diğer mağaracıların ve speleologların (mağara bilimcilerinin) erişebilmesi adına Türkiye Mağara Veritabanı’na (Özakın, 2018, s. 35) eklenmiştir.

3. ARAŞTIRMA ALANININ FİZİKİ COĞRAFYA KOŞULLARI

3.1. Jeolojik ve Jeomorfolojik Özellikleri

Mağaranın yer aldığı Bozburun Yarımadası, Türkiye’nin paleotektonik dönem yapılarından, Likya Napları’na ait jeolojik birimlerden meydana gelmiştir (Ersoy, 1990, s. 14). Likya Napları, farklı dönemlerde bir araya gelmiş olan hem sedimenter hem de ofiyolitik nap dilimlerinden oluşur. Senoniyen’de başlayan ve Akitanien’den En Alt Langiyen’e (~23–16 Ma) kadar sürmüş olan bindirmeler ile Likya Napları, muhtemelen Menderes Masifi ile birlikte en az ~75 km güneydoğuya doğru Beydağları Otoktonu üzerine taşınmış ve naplaşma hareketlerinin son bulması ile bölgede Paleotektonik dönem sona erip Neotektonik dönem başlamıştır (Ersoy, 1990, s. 14; Okay, 2008, s. 33; van Hinsbergen, 2010, s. 67; Okay, Tansel ve Tüysüz, s. 131; 2001; Şengör ve Yılmaz, 1983, s. 53).

Likya Napları’nın güneybatı ucunu oluşturan Bozburun Yarımadası’nda birbirlerini kısmen örterek kiremitler gibi dizilmiş olan nap paketlerinden (Graciansky, 1968, s. 74), kabaca doğu batı doğrultusunda kuşaklar şeklinde uzanan naplar, güneyden kuzeye doğru; üstte önemli bir alan kaplayan Bodrum Napı, hemen üstünde Gülbahar Napı ve onun da üstünde Marmaris Ofiyolit Napı şeklinde yer almaktadır. Hisarönü ile İçmeler arasında uzanan hattın kuzeyinde Marmaris Ofiyolit Napı, güneyinde yani yarımada genelinde ise Gülbahar ve Bodrum napları bulunur.

Bodrum Napı, yarımada boyunca geniş bir alan kaplayan Bozburun Birimi ile bu birime göre çok kısıtlı alanlarda mostra veren Çökek Birimi’ne ait formasyonlardan oluşmaktadır. Yarımada’nın çok büyük bir kısmında yüzlek vermiş Bozburun Birimi’nde altta, yarımada boyunca sınırlı yerlerde yüzeyleşmiş ve tabanı tektonik olan Geç Triyas yaşlı Bayırköy Formasyonu yer almaktadır. Toplam kalınlığı yaklaşık 120 m olarak ölçülen formasyon (Bilgin, Metin, Çörekçioğlu, Bilgiç ve Şan, 1997, s. 57), ince tabakalı dolomit, silttaşı, kiltası ardalanmasından oluşur. Bu formasyonun üzerinde geçişli olarak yer alan Triyas-Liyas yaşlı neritik kireçtaşlarından oluşan –(oldukça çatlaklı bir yapıya sahip olduğundan karstlaşmanın çok iyi izlenebildiği ve çok sayıda mağaranın yer aldığı)- Güverdağı Formasyonu yer almaktadır. Formasyon, altta dolomitlerden yer yer çört yumrulu kireçtaşlarından (**Foto 1-a**) meydana gelmekte olup genel olarak orta-kalın tabakalı ve masif bir görünüm sunmaktadır (**Foto 1-b**). Gelgit ve çok sığ şelf ortamında çökelen formasyon (Tunaboşlu, 2008, s. 38), genel olarak çok kıvrımlı ve kendi içinde de ekaylanmış bir yapıya sahip olup bu nedenle tabakaların duruşları kısa mesafelerde hızlı değişiklikler göstermektedir. 800 m kalınlığında olduğu tahmin edilen bu formasyon, uyumsuz olarak Karanasıflar Formasyonu ile üzerlenmiş olsa da yarımada genelinde, Karanasıflar Formasyonu üzerine bindirmeli olarak

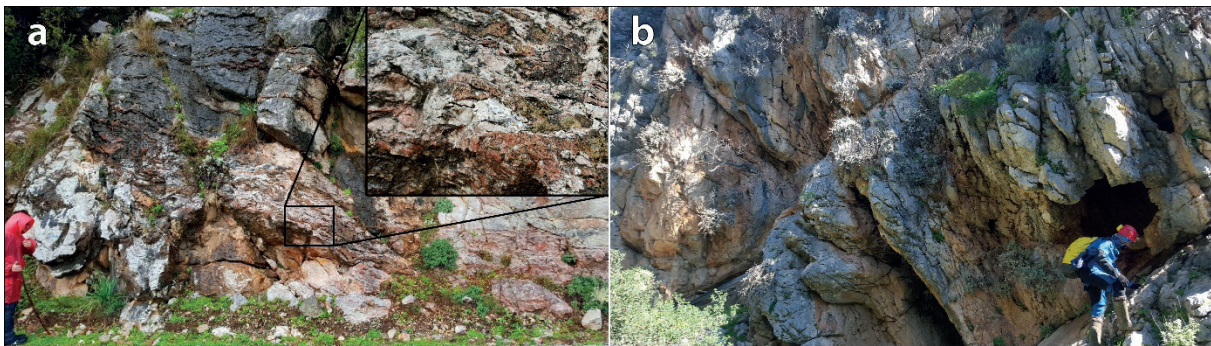


Foto 1: a) Kızılköy civarında Güverdağı Formasyonu’na ait kireçtaşlarının görünümü. Bu birimin tabanında bant ve yumrular halinde yer alan çörtler dikkat çekmektedir. b) Bol çatlaklı olan Güverdağı Formasyonu’nun kireçtaşları.

Photo 1: a) View of limestones belonging to Güverdağı Formation around Kızılköy. At the base of this unit, chert bands and nodules are noteworthy. b) Limestones of Güverdağı Formation with abundant fractures.

görülmektedir (Şenel ve Bilgin, 2010, s. 8). Karanasıflar Formasyonu ise oldukça farklı birimlerden meydana gelmektedir. Mikrit, kumtaşı, kilttaşı, siltaşı, kireçtaşı ve çörtlü breş ve volkanitlerden oluşan formasyon oldukça kıvrımlı bir yapıya sahiptir (**Foto 2**). Formasyon içinde diğer formasyonlara ait bloklara çok sık rastlanılmaktadır.

Güverdağı Formasyonu'nu oluşturan kireçtaşlarının karstlaşma derecesi oldukça yüksek olup bölgedeki karstik şekillerin büyük bir kısmı bu birimde görülür (**Foto 3**). Karanasıflar ise karstlaşmanın gözlenemediği bir formasyondur. Birçok yerde Güverdağı Formasyonu altında gözlemlendiğinden genel olarak karstlaşmayı sınırlandırıcı (karst taban düzeyi) özelliğe sahiptir (**Foto 2**). Bayırköy Formasyonu ise yer yer tabakalar halinde dolomitik kireçtaşlarını içerse de karstlaşabilen kayalar çok sınırlı alanlarda yüzeleendiğinden belirgin karstik şekiller sunmamaktadır.

Paleotektonik dönemde meydana gelen bindirmelerle sıkışma rejimi altında oluşan yapıda, farklı jeolojik formasyonlar üst üste bindirmeli bir görünüm kazanmıştır. Neotektonik dönemde ise farklı tektonik rejimler altında, yarımada günümüzdeki şeklini kazanmıştır.

Bölge; Neotektonik dönemde, Miyosen sonu Pliyosen başlarında KD-GB yönlü sıkışma, Pliyosen sonu KD-GB ve K-G yönlü gerilme; Pleistosen başlarında KB-GD yönlü sıkışma; Geç Pleyistosen'de KB-GD yönlü sıkışma ve Holosen'den itibaren halen devam eden KB-GD yönlü gerilme şeklinde özetlenebilecek tektonik rejimlerden etkilenmiştir (Angelier, 1978; Dumont vd. 1979; 1980; Angelier vd., 1981; 1982). Kayalı Deresi çevresinde birtakım çizgisellikler dikkati çekmektedir. Mağara içindeki galeriyi oluşturan ana fay, haritalardaki ve

arazideki yüksek eğimli yamaçlar ile aynı doğrultuda uzanım göstermektedir. Haritalarımızdaki tektonik çizgisellik dış süreçlerle aşınmasına karşın mağara içinde fay yüzeyi şeklinde görülmektedir. Olasılıkla Pliyosen-Pleyistosen yaşlı olan bu olası fay, jeoloji haritamızda da gösterilmiştir (**Şekil 3, 4, 11**).

Geç Pliyosen'in başlarından günümüze kadar Gökova ve Büyük Menderes grabenlerinin açılmasıyla bölgede saat yönünün tersine toplamda 13 derecelik (Tur, Yaltrak, Elitez ve Sarıkavak, 2015, s. 171) bir dönme olayı gerçekleşmiştir. Bu dönme hareketine bağlı olarak sıkışma rejimine ait yapısal ve şekilsel unsurlar, Bozburun Yarımadası genelinde BKB-DGD yönlü izlenmektedir.

Bozburun Yarımadası'na komşu Datça Yarımadası, Rodos Adası gibi alanlarda Miyosen ve Pliyosen'e ait denizel ve gösel sedimanlar bulunmaktadır. Buna karşın Bozburun Yarımadası genelinde bu tür sedimanlara rastlanmamıştır. Bölgede yer alan Alt Miyosen Denizi'nin, Anadolu'nun Orta Miyosen'de yükselmesi sonucu geri çekilmesiyle (Kayan, 1979, s. 71) bölge karalaşmış ve jeomorfolojik süreçler işlemeye başlamıştır.

Likya Napları'nın bölgeye yerleşimi ve bölgenin nemli sıcak iklim koşulları altında peneplenleşmesiyle (Erol, 1992, s. 35) başlayan karstlaşma, Neotektonik dönemde genç tektonik hareketlerle birlikte bölgenin yükselmesiyle devam etmiştir. Bölgede, Orta Miyosen'den beri devam ettiğini düşündüğümüz karstlaşma neticesinde epikarstik kuşak denetiminde gelişen çok sayıda mağaranın oluştuğunu düşünmekteyiz. Fakat bu karstlaşma değişen iklim koşullarına da bağlı olarak farklı bir seyir izlemiştir. Üst Miyosen'deki kurak-sıcak iklimde yavaşlayan karstlaşma, Pliyosen'in dönemli, günümüze benzer nemli iklim koşulları altında yeniden canlanmıştır (Erol, 1982, s.

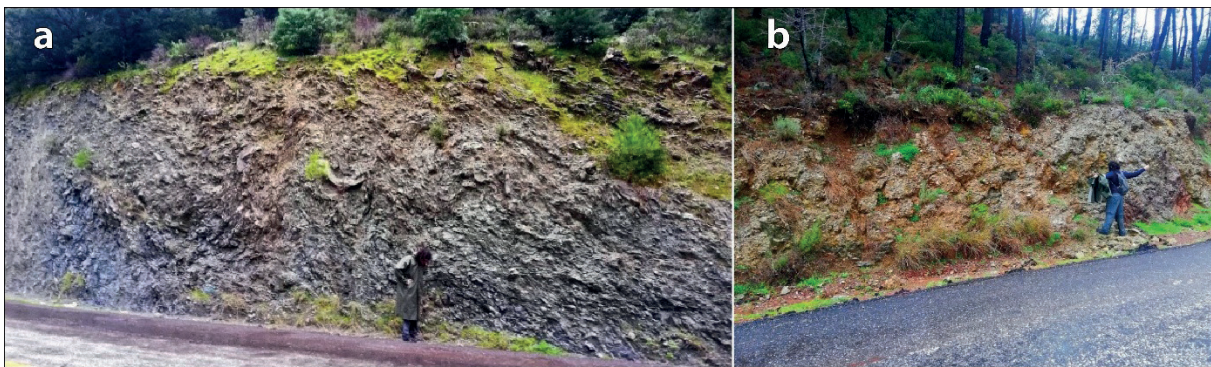


Foto 2: a) Bayır'ın kuzey-kuzeybatısında yol yarmasında mostra veren Karanasıflar Formasyonu'na ait mikrit dokulu kayalar, b) Aynı bölgede yol yarmasında mostra veren Karanasıflar Formasyonu'na ait kırıntılı ve bol çakıllı yüksek enerjili bir ortamı yansıtan bir kesit.

Photo 2: a) Micritic rocks of the Karanasıflar Formation exposed in the road cut at the north-northwest of Bayır. b) A section of clastic and pebbly lithology reflecting a high-energy environment belonging to the Karanasıflar.



Foto 3: a) Dolinlerin tabanında yer alan killi topraklar, bu alanda suların göllenmesine neden olmaktadır. Bu su zaman içinde yavaş bir şekilde epikarstik kuşak kontrolünde yer altına drene edilebilmektedir. b-c-f) Güverdağı Formasyonu kireçtaşları üzerinde meydana gelen farklı lapy tiplerine örnekler. d) Bol çatlaklı Güverdağı Formasyonu'ndan bir kesit (Bakış: Apıca Deresi'nin yamaçlarına). e) Buğluca Tepe civarında yer alan ve karstlaşmanın ileri safhasını karakterize eden epikarstik kuşakta meydana gelmiş olan farklı şekillerde de isimlendirilen karstik harabe rölyefi şekilleri.

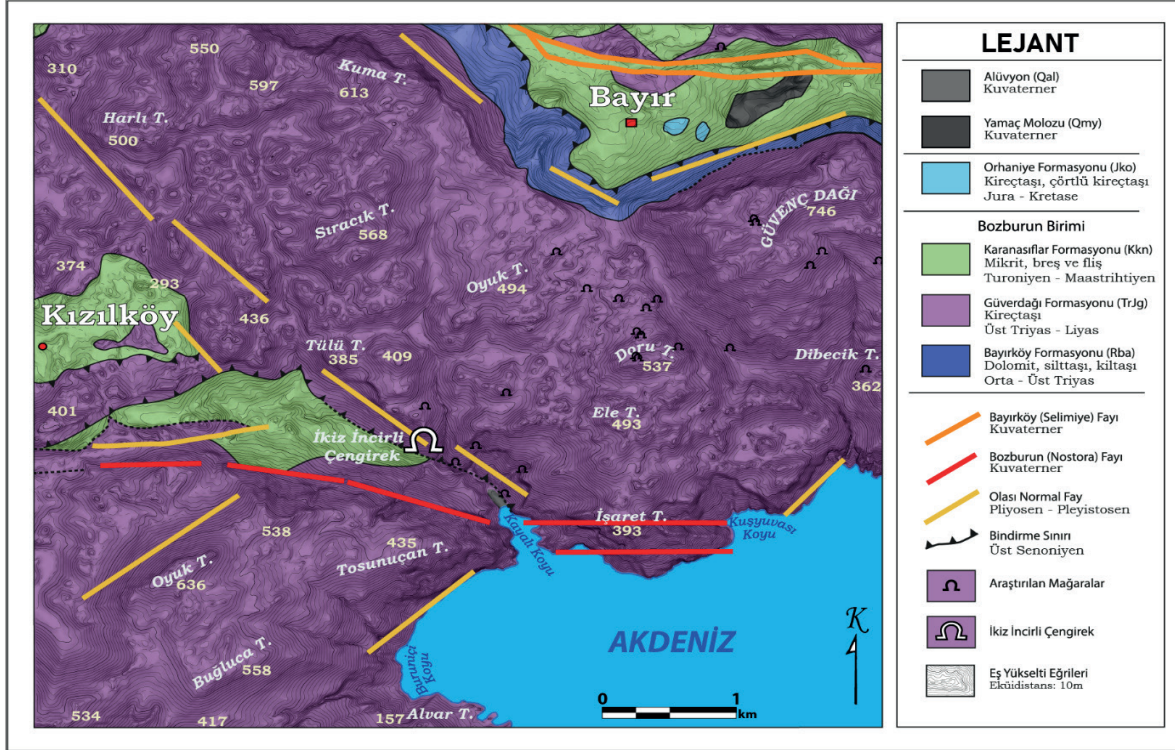
Photo 3: a) The clayey soil at the bottom of the dolines causes ponding in this area. This water can slowly drain underground under the control of the epikarstic zone over time. b-c-f) Examples of different types of lapies occurring on the Güverdağı Formation limestones. d) A section of the heavily fractured Güverdağı Formation (View: to the slopes of Apıca Creek). e) Karstic ruin relief shapes, also named in different ways, occurring in the epikarstic zone, which is located around Buğluca Hill and characterizes the mature stage of karstification.

16-17). Kuvaterner'de meydana gelen iklim değişiklikleri de hem epikarstik kuşağın hem de mağaranın oluşum ve gelişiminde önemli etkileri olmuştur.

Karstlaşmanın, tektonizma, deniz seviyesi değişimleri ve litostratigrafi tarafından belirlendiği Batı Toros Karst Bölgesi'nde (Ekmekeçi, 2003, s. 212; Nazik ve Tuncer, 2010, s. 9) kalan bu alanda, Paleotektonik dönemde meydana gelen kıvrımlar ve kırıklar karstlaşmayı olumlu yönde etkileyen unsurlar olmuştur. Neotektonik dönemde meydana gelen hareketler ise bir yandan

yeraltı karstının derinleşmesine neden olurken diğer yandan mağaraların parçalanmasına, askıda kalmasına veya doldurulmasına neden olarak karstlaşmayı sınırlandırıcı bir etki yaratmıştır.

Bölgedeki karstlaşma tipi, speleojenetik olarak epijenik aşınmış karst (Klimchouk ve Ford, 2000, s. 51; Klimchouk, 2015, s. 303) özelliğindedir. Karstik bölgelerin ayırımı, hidrolojik ve morfolojik özellikler dışında kayaçların ilksel konumları, kalınlıkları ve yapısal değişikliklerini de göz önüne



Şekil 4: İkiz İncirli Çengirek ve yakın çevresinin jeoloji haritası Bilgin vd. 1997; Şenel ve Bilgin 2010'dan düzenlenerek hazırlanmıştır.
Figure 4: Geological map of the cave and its surrounding, modified after Bilgin et al. 1997; Şenel and Bilgin 2020.

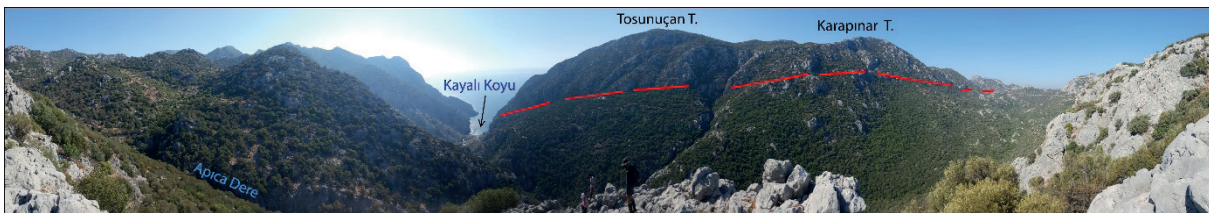
alınarak yapılan tektojenetik sınıflandırmada (Herak, 1977, s. 232) her ne kadar tektonik hareketler önemsiz sayılsa da bölgemiz, orojenik mercekli karst (Nazik ve Tuncer, 2010, s. 9) sınıfına dahil edilmiştir.

Senozoik'ten beri yükselim halinde olan bölgede, şiddetli tektonik hareketler, mağara gelişimini olumsuz etkilemiş ve kireçtaşlarının yer yer dolomitik olması bölgenin mağara gelişimini olumsuz etkilediği (Güldalı, Nazik, Soylu ve Aksoy, 1984) belirtilmiştir. Bununla birlikte bölgedeki çalışmalarımızda çok sayıda mağaranın varlığı ortaya konmuştur. Çalışmalarımız devam ettiği sürece yeni mağaraların bulunma olasılığı vardır.

3.2. Topoğrafik ve Hidrografik Özellikler

Bozburun Yarımadası ve çevresinde Orta Miyosen'den beri aşınım süreçleri etkilidir. Bu uzun zaman diliminde karstlaşma ve flüvyal süreçler yarımada'nın hidrografya koşullarını şekillendirmiştir. Bölgede farklı dönemlerde değişen ve etkinleşen çeşitli tektonik aktiviteler ile arazi gençleşmiş ve tektonik çizgilere kısa boylu akarsular yerleşmiştir.

Bayır ve Kayalı Deresi arasında, Üst Pliyosen aşınım yüzeyine denk geldiğini düşündüğümüz karstik bir plato yüzeyi yer alır (Şekil 5). Kayalı Deresi'ne doğru giderek alçalan bu



Şekil 5: Mağara girişinden üst seviyeden çevreye panoramik bir bakış; Kayalı Deresi'nin denizle buluştuğu Armelle Koyu; kabaca güneyinde (solda) ve kuzeyinde (sağda) bulunan yamaçları. Platonun faylanmalarla ve flüvyo-karstik olarak yarılmalarla parçalanmadan önceki aşınım yüzeyini (muhtemelen Üst Pliyosen) gösteren dorukların aynı seviyelerde gözlemlenebilmesi mümkündür.

Figure 5: A panoramic view of the environment from the upper level of the cave entrance: Armelle Cove, where the Kayalı Creek meets the sea, its slopes roughly to the south (left) and north (right). It is possible to see the crests showing the erosional surface (probably Upper Pliocene) before the plateau was disintegrated by faulting and fluvio-karstic deepend.

plato yüzeyi, oldukça karstlaşmıştır. Platonun kuzey yamaçlarının güney yamaçlarına göre daha dik olması güneye doğru tektonik olarak çarpılmış olduğunu gösterir.

Bu plato üzerinde çok sayıda dikey mağara keşfedilmiş ve yeni araştırmalarla da keşfedilmeye devam edilmektedir. Bu plato üzerinde çok sayıda karstik depresyon bulunmaktadır. Başlangıçta kapalı olan bu karstik çukurluklar zaman içinde geriye aşındırma sonucu drenajı dışarı açılarak diğer dolinlerle ve uvalalarla birleşerek flüviyo-karstik vadiler oluşturmuş ve bu dereler de platonun hafif güneye doğru olan eğimini kullanarak güneyinde yer alan Kayalı Deresi'ne drene olarak konsekant akarsu kollarını oluşturmuştur (Şekil 6).

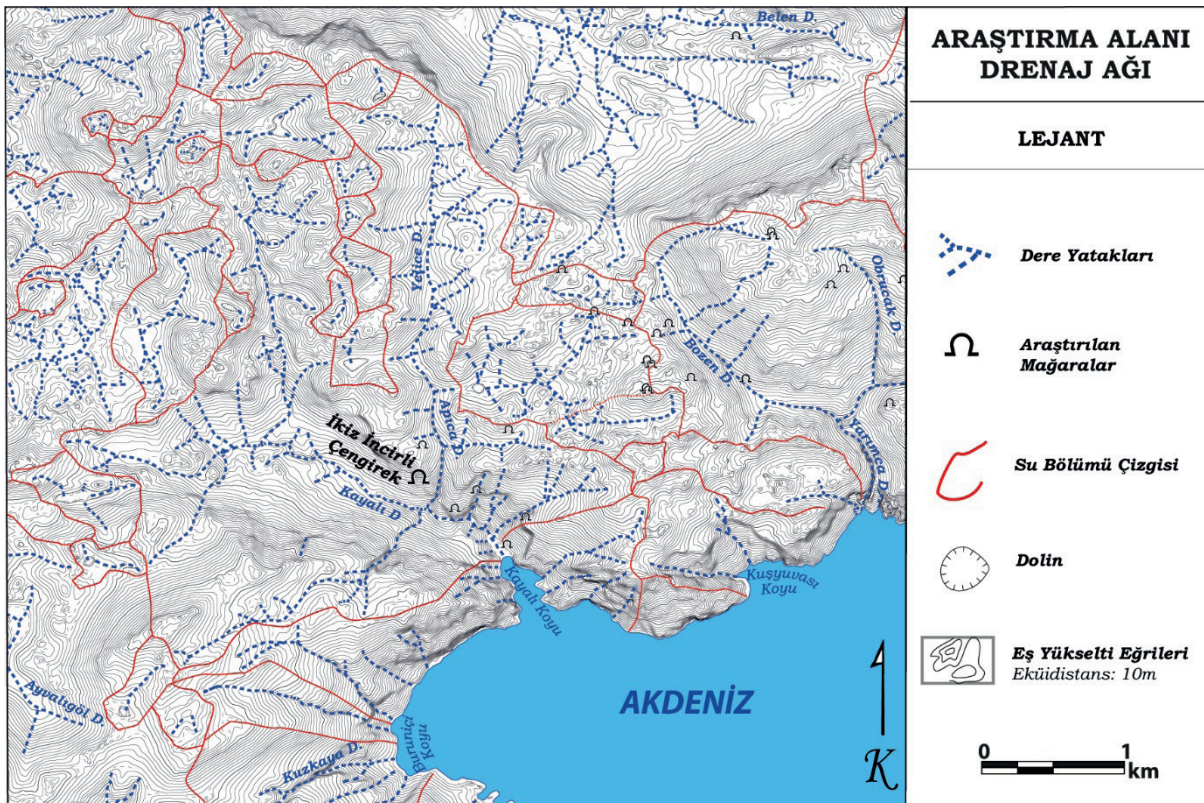
Bu dere eski kapalı karstik çukurluklardan kalan epikarstik ve vadoz kuşağıdaki boşlukları kullanarak sularını yeraltına drene ettiğinden yılın en yağışlı dönemlerinde dahi yatağı kuru kalabilmektedir. Böylece yüzeyden açık bir girişi bulunmayan fakat halen daha aktif olarak çalışmaya devam eden epikarstik kuşağıdaki çatlaklar ve mağaralar bölgenin drenajının hızlıca yer altına geçişinde önemli bir rol oynamaktadır.

Kayalı Deresi, ilk oluştuğunda Güverdağı Formasyonu'nun bindirme hattındaki zayıf direnç hattını kullanmıştır. Bu nedenle

subsekant akarsu özelliğindeki bu dere tabanını derinleştirdikçe yer yer alttaki daha kırıntılı bir formasyon olan Karanasıflar Formasyonu'na oturmuştur.

Bozburun Yarımadası, yoğun bir yerleşmeye ve tarım faaliyetlerine sahne olmuştur. Tarihi dönemlerde karstik şekiller ve vadi yamaçları tarımsal amaçlı taraçalanarak insan etkinliklerinde kullanılmıştır. Bu taraçalar bölgenin hidrografya koşullarını da etkilemiştir. Ayrıca tabanındaki killi geçirimsiz terra-rostanın varlığından dolayı sağanak yağışlarla ufak göllenmeler yaşayan ve böylece tarımsal anlamda zarara uğrayan halk, bazı kapalı karstik çukurlukların drenajını da kanallar vasıtasıyla dışarıya açmışlardır.

Alanımızdaki akarsular dönemli olup yağışlı mevsim dışında kuru vadiler halindedir. Tektonik etkiler ve anakayanın çatlaklı olmasından dolayı çok sayıda birbirine paralel küçük vadiler vardır. Bu küçük vadiler, faylı yamaçlara yerleşerek geriye aşındırmalarla bu dik yamaçların aşınmasına neden olmuştur. Kayalı Koyu'nun girintili çıkıntılı bir özellik göstermesinin ana nedeni de bu yarıntılar olmaktadır. Kayalı Koyu yörede yaşayan halk tarafından "Armelle" olarak anılmaktadır. "armilla" olarak ifade edilen bu terim ise bilek veya kol etrafına takılan bilezik olarak bilinmekte olup bu adlandırma koyun şekline bağlı olabilir.



Şekil 6: İkiz İncirli Çengirek çevresinin drenaj ağı haritası.

Figure 6: Drainage map of the cave's surrounding.

Jeoloji haritalarından da görülebileceği üzere akarsu şebekesi de litolojiye uygun bir patern oluşturmuştur. Kırıntılı kayaların yer aldığı Karanasıflar Formasyonu'nun yüzeylediği yerlerde akarsu drenaj ağı dandritik özellik göstermektedir. Karstlaşmanın yoğun olduğu Güverdağı Formasyonu üzerinde yer alan kapalı karstik çukurluklarda genel olarak sentripetal drenaj ağı görülmektedir (**Şekil 6**). Sıralanmış dolinler ve anakayadan oluşan sırtlar ile ayrılmış olan flüvyo-karstik vadilerde ise paralel drenaj özelliği görülür.

Mağaranın bulunduğu yamaç, tektonokarstik gelişimi nedeniyle oldukça yüksek bir eğim değerine sahiptir. Bu nedenle mağaraya ulaşım hem aşağıdan hem de yukarıdan oldukça zor ve risklidir. Böylece mağaranın araştırılması sırasında mağaranın girişinde kamp kurularak çalışılmıştır. Bu eğimli yamacın doğrultusunun BKB-DGD şeklinde uzanımı, mağaranın galerisini oluşturan ana fay ile paralellik göstermektedir. Mağara fay üzerine yerleştiği için kayan bloğun üst bölümündeki mağara girişinde küçük bir alanda eğim azalmaktadır. Bu alanda eski küçük bir karstik çukurluğun bulunması da olasıdır (**Foto 4c**).

3.3. İklim Özellikleri

Karstlaşmanın hızını ve gelişimini belirleyen iklim özellikleri için alana en yakın konumdaki meteorolojik gözlem istasyonu olan Marmaris Meteoroloji İstasyonu'nun 1959-2018 yılları arasındaki rasat verileri kullanılmıştır.

Bölgenin iklim özellikleri yazları sıcak, kışları ılıman özellikte olan Akdeniz İklimi özelliğini yansıtmaktadır. Yıllık ortalama sıcaklık değeri 18,73°C olmaktadır (**Tablo 1**). Bölge, 1294 mm yıllık toplam düzeltilmiş gerçek evapotranspirasyon değeri ile Thornthwaite iklim sınıflamasına göre "Megatermal" iklim tipinde (Thornthwaite, 1948, s. 81-82) "Yüksek Sıcaklıktaki İklimler" kategorisine girmektedir.

Yıllık ortalama yağış miktarı 1221 mm gibi Türkiye ortalamasının (MGM'ye göre: 623,7 mm, Kriging yöntemine göre alansal dağılışın ortalaması: 574 mm) oldukça üstündedir. Yıllık toplam yağışın çok büyük bir kısmı orta enlem depresyonlarının geçiş frekansının arttığı kış aylarına denk gelmektedir (Temuçin, 1990, s. 162) (**Şekil 7a**). Cephe sistemlerinin koşullarına bağlı olarak yıllık toplam yağış



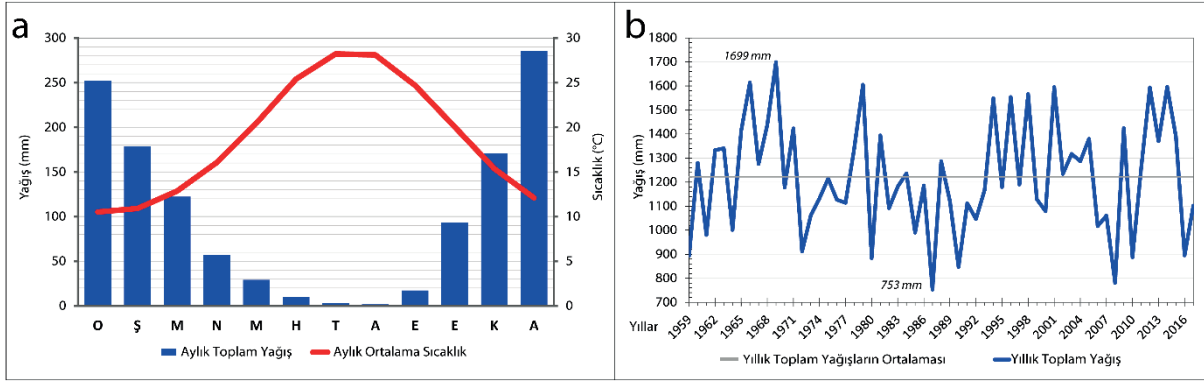
Foto 4: a) İki İncirli Çengirek'in iki shaftın birleşmesi ile meydana gelmiş ~88 m derinliğindeki ana girişi. b) Mağara ağzındaki kayanın düşürülmesi ile açığa çıkan, mağaranın ana kolunun yaklaşık 5 metre güneybatısında bulunan ve ana kola bağlanan diğer girişi c) Mağaranın girişi önünde yer alan küçük düzlük. (Fotoğraflar: Muhammet Emin Akgül).

Photo 4: a) The main entrance of İki İncirli Çengirek with a depth of ~88 m, formed by the joining of two shafts. b) The other entrance, which was opened when dropped the rock at the mouth of the cave, about 5 meters southwest of the main entrance of the cave and connected to the first shaft. c) Small flat surface in front of the cave entrance. (Photos by: Muhammet Emin Akgül).

Tablo 1: Marmaris istasyonunun 1959-2018 yılları arası rasat gözlemlerine ait sıcaklık (°C) değerleri.

Table 1: Temperature (°C) values of the Marmaris station observations between 1959–2018.

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
En Yüksek Sıcaklık	22.5	34.2	28.4	33.5	39.2	42.4	45.2	43	40.7	39	31.6	24
En Yüksek Sıcaklıkların Ortalaması	15.2	15.7	18	21.4	26.1	31.5	34.7	34.6	31.1	26	20.8	16.8
Ortalama Sıcaklık	10.5	10.9	12.9	16.1	20.5	25.4	28.2	28.1	24.7	20.1	15.4	12.1
En Düşük Sıcaklıkların Ortalaması	6.9	7.3	8.7	11.5	15.5	20	22.8	23.1	20	15.7	11.4	8.5
En Düşük Sıcaklık	-3.5	-3.4	-1.2	1.4	8	12.5	16.3	16.6	10.7	0	1.4	-1



Şekil 7: a) Marmaris aylık toplam yağış ve ortalama sıcaklık grafiği, b) Marmaris 1959-2017 yılları arası yıllık toplam yağış grafiği.

Figure 7: a) Monthly total precipitation and average temperature graph of Marmaris, b) total annual precipitation graph between 1959-2017 in Marmaris.

değerleri 753 mm'den 1699 mm'ye kadar geniş bir aralıkta değişkenlik göstermektedir (**Şekil 7b**). Bu özellikleri ile Akdeniz ikliminin karakteristik özelliklerini yansıtan bölge Köppen iklim sınıflandırma metoduna göre “Csa yazı kurak” olan iklim tipi özelliğindedir.

Bölgenin sahip olduğu bu iklim özellikleri, karstlaşmanın sahada yıl boyunca kesintilere uğramadan devam etmesini ve epikarstik kuşağın derinlere doğru iyi gelişmesini sağlarken aynı zamanda mağara iklimini de etkileyerek mağaradaki canlılığın yüksek derecede olmasını sağlamıştır.

4. BULGULAR

4.1. İkiz İncirli Çengirek ve Epikarst

İkiz İncirli Çengirek, Kayalı Deresi'nin kuzey yamacında dike yakın eğimli bir yüzeyde, 174 m rakımda bulunmakta olup toplam 131 m derinlikindedir. Böylece, Bozburun Yarımadası'nda ve hatta Muğla ili sınırları içerisinde şu ana kadar keşfedilen en derin mağara olmuştur.

Bölgede, yarıma, karstlaşma, deniz seviyesi değişiklikleri ve tektonik hareketlerin etkisiyle sürekli bir taban seviyesi gözlenemediğinden yöredeki mağaralar da çok fazla derinleşmemiştir. Epikarstik kuşak kontrolünde oluşmuş birden fazla mağara bacasının ve galerisinin tektonik hareketler sonucu çökmeler ve yükselmelerle bir araya gelmesi sonucu oluşan İkiz İncirli Çengirek bu özellikleri ile bölgeye göre nispeten derin bir mağara olmuştur. Bu bağlamda mağaranın özelliklerini ele alırken epikarstik kuşağın ana çizgileri ile özelliklerine de kısaca değinmemiz gerekmektedir.

Farklı tektonik olayların meydana geldiği bölgede, Güverdağı Formasyonu'nun kireçtaşları da bu nedenle bol çatlaklı ve kırıklı bir özellik göstermektedir (**Foto 3d**). Torosların genelinde, bol çatlaklı kireçtaşlarına yerleşen topraklar (Atalay, 1997, s. 615; 1999, s. 111) ve bu topraklarda gelişen bitki kökleri, çatlakların daha da derinleşmesine ve genişlemesine neden olmaktadır. Özellikle eğim değerlerinin yüksek olduğu bölgede, toprak oluşumunun bu çatlaklarda gerçekleşebilmesi de epikarstik kuşağın önemini artırmakta ve mağara oluşum ve gelişimine katkı sunmaktadır. Çatlak sistemlerinde ve karstik çukurluk tabanlarında yağışlar ile biriken sular, toprağın killi oluşuna bağlı olarak yer altına geçmeden önce bir süre burada tutulur. Bu alanda tünemiş su, topraktan edindiği mineralleri de bünyesine katar. Böylece daha asidik hale gelir ve hem bacaların genişlemesinde ve derinleşmesinde rolü bulunurken hem de zenginleşmiş içeriğiyle kimyasal mağara çökellerinin gelişmesine katkıda bulunur.

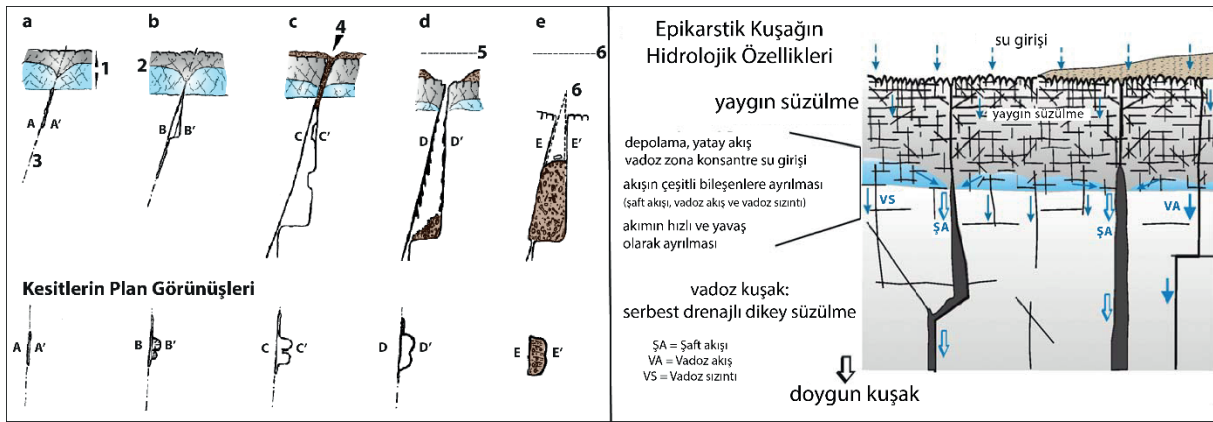
Epikarstik kuşağın, yeri ve rolü literatürde tartışılmaktadır. Epikarst, üstlendiği rol ile karstın “subkütanoz (derialtı) katmanı” (Williams, 1983, s. 46) veya biyosfer ile karstın kendisi arasında sürekli değişen ve karakteristik yer şekilleri meydana getiren “kütanoz (deri) katmanına” (Bakalowicz, 2004, s. 20; 2019, s. 394) benzetilmektedir. Williams (1983, s. 45)'a göre dolinler, epikarstik alanda yer alırken, Bakalowicz (2019, s. 395)'e göre epikarst ile yüzey şekillerini değil, hidrolojik özelliklerini ele almak gerekir ve bu nedenle dolinlerin ve lapyaların epikarstik kuşakta bulunan düdenlerden daha farklı bir işlevi olduğunu düşünüp bunları epikarsta dahil etmez. Fakat Klimchouk (2004, s. 8) dolinleri, epikarstın hidrolojik süreci ile oluştuğunu ileri sürerek bu düşünceye karşı çıkmakta ve dolinleri morfojenetik olarak epikarstın bir parçası şeklinde görmektedir.

Epikarstik kuşakta, kış aylarında daha soğuk olan yüzeye yakın kısımlarda gerçekleşen yoğunlaşma (Klimchouk, 1995, s. 49; Dublyansky ve Dublyansky, 2000, s. 9) ile bu alanda bulunan bacaların tavanları aşınabilmektedir. Yani epikarst, bir yandan yüzeyden bir yandan da yer altından karstlaşmaya devam etmektedir. Tavanın çözünmesinde, yoğunlaşma ile birlikte bu alanda yer alan aşınmış anakaya parçalarının düşmesi etkili olmuştur.

Hem epikarstik kuşağın hidrolojik koşullarına bağlı olarak meydana gelen baca akışı (Şekil 8b) hem de yoğunlaşma sonucu ince bir zar şeklinde duvardan süzülen sular, bacaların geriye

aşınmasında etkili olurken damlama olayı ise bu bacaların derinleşmesinde önemli rol oynamaktadır (Baron, 2002, s. 11). İkiz İncirli Çengirek'in 83 metrelik bacası boyunca yapılan inişte, süzülerek akan suların geriye aşındırması ile meydana gelen birleşmiş bacalar gözlenmiştir (Foto 4, 5) (Şekil 10). Mağaranın güneyinde yer alan ve damlama yolu ile oluştuğu anlaşılan bacadan, derinlere inildikçe daralarak bittiği ve henüz genç bir şekilde oluşumuna devam ettiği anlaşılmıştır.

Damlama, süzülme ve tavan çökmesi ile oluşan ve yüzeye açılan mağaranın ana girişini oluşturan 83 metrelik baca boyunca farklı mağara kollarının (pasaj) bulunduğu görülmüştür. Bacanın



Şekil 8: Epikarstik kuşak etkisinde baca (şaft) gelişiminin genelleştirilmiş çizimi (solda): a) embriyonik (ilksel, gelişmemiş) mağara aşaması; b,c) genç baca aşaması (damlama yoluyla oluşmuş model); d) gelişmiş baca e) relict baca. 1) epikarstik kuşak; 2) tünemiş akifer seviyesi; 4) başlangıç aşamasındaki çukurluk 5) eski aşınım yüzeyi; 6) relict bacadan eski üst seviyesi (Baron (2002, s.6)'dan yeniden düzenlenerek alınmıştır). Epikarstın yapısal ve hidrolojik özelliklerini gösteren diyagram (Klimchouk (2004, s.2)'dan düzenlenerek alınmıştır) (sağda).

Figure 8: Generalized sketch of the shaft development under the control of epikarstic zone (left). a) embryonic cave stage; b,c) young shaft stage (by dripping); d) developed shaft; e) relict shaft. 1) epikarstic zone; 2) perched aquifer level; 4) incipient depressin; 5) former denuded surface; 6) former top of the relict shaft (modified after Baron (2002; p. 6)). Diagram showing structural and hydrologic features of epikarst (modified after Klimchouk (2004; p. 2).

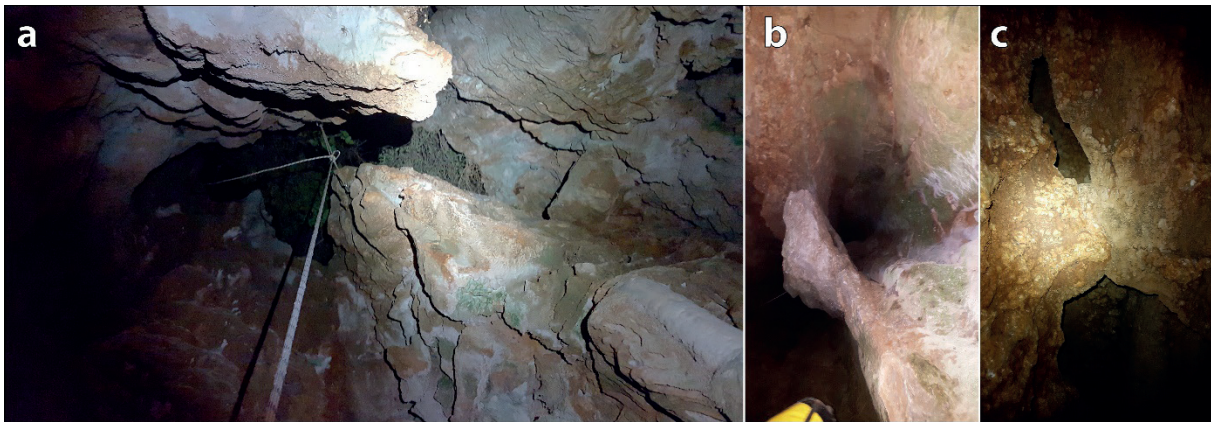


Foto 5: a-b) Mağaranın ~88 metrelik ilk inişi boyunca gözlemlenmiş şaftlar. Bu şaftlar yer yer birbirinden duvar ile ayrılırken yer yer yıkıma uğramış ve birleşmişlerdir. c) Daha dibe yakın kesimlerde duvarın arkasında gözlemlenen bir başka epikarstik süreçlerle birleşen şaft görülebilmektedir. Bu şaftlar, artık fosilleşmiş olduğundan tahrip olmaya başlamışlardır.

Photo 5: a-b) Observed shafts along the first 88-meter descent of the cave. While these shafts were separated from each other by walls in places, they were destroyed and joined in places. c) Closer to the bottom can be seen the shaft merging with other epikarstic processes observed behind the wall. These shafts have started to be destroyed as they have now been fossilized.

dibinde ise mağarann oldukça yüksek eğimli bir yamaçta bulunuyor olması nedeniyle diğer mağaralardan daha yüksek ve geniş bir talus (döküntü, moloz) tepesi bulunmaktadır. Bu baca, bölgedeki diğer mağaralara kıyasla nispeten büyükçe bir galeriye açılmaktadır. Bu galerinin oluşumu tektonik kökenlidir. İki farklı duvarı da iki farklı fay aynasına karşılık gelmekte ve bu faylar tavanda birleşmektedir. Tavanda fayların birleştiği çizgisel hat boyunca, tavandan kopup düşen kayalar galerinin zeminine yayılmışlardır. Bu düşen kayaların boyutları metreleri bulabilmektedir (**Şekil 11**).

Galeriyi oluşturan kabaca BKB-DGD doğrultulu faylar bölgenin tektonik geçmişine uygun özellik taşımakta olup bu durum jeomorfolojiye de yansımıştır. Mağaranın, Miyosen sonu Pliyosen başı tektonik hareketler sonucu meydana gelen tektonik zayıf direnç çizgilerini kullanarak oluşmaya başladığı ve Pliyo-Kuvaterner'deki blok faylanmaların etkisiyle de derinleşerek geliştiği düşünülmektedir.

Galeriyi oluşturan fay aynalarından kuzeydeki fayı kesen ve güneydeki fay aynasında açılmış olan kol, ikiye ayrılmaktadır (**Foto 7 b-c**). İlk olarak yaklaşık 3 metrelik bir inişle balkona çıkan bu iniş, dar bir baca ile başlayarak genişlemektedir. Bu baca 25 metre sonra köşeli ve kaba unsurlu kaya blokları ile tıkanmış bir zeminde bitmektedir.

Tıpkı bir canlının yaşam döngüsü gibi mağaraların da doğma, büyüme ve duraklama dönemleri bulunmaktadır

(Aygen, 1984, s. 11). Epikarstik kuşak kontrolündeki mağara gelişim aşamalarını (**Şekil 8a**) İkiz İncirli Çengirek ile karşılaştırdığımızda mağaranın bazı bacalarının genç, bazılarının ise gelişmiş bacalar olduğu görülebilmektedir. Bu durum, bölgedeki uzun dönemli karstlaşmanın etkisinde gerçekleşmiştir. Böylece mağaranın oldukça olgunlaşmış bir dönemde olduğunu söyleyebiliriz. Bunu, mağaranın içinde yer alan tavandan kopup düşmüş metrelerce büyüklükteki bloklardan, farklı bacaların birleşmeye devam etmesinden ve oluşumlu koldaki bacanın her yerini kaplayan çökellerden anlayabiliriz.

Son araştırmamızda keşfi ve araştırması gerçekleştirilen yarasalı kol ve hemen güneyindeki baca, mağaranın en genç bacaları olup aktif bir şekilde oluşmaya devam etmektedir (**Şekil 10**). Burada ikiye ayrılan koldan yarasaların çok olduğu kolun tabanına; buradaki canlılara daha fazla rahatsızlık vermemek adına inilmemiş ve ölçümleri, ölçüm hassasiyetini düşürse de üstten alınmıştır. Hemen güneybatısında bulunan diğer baca ise konik bir şekilde daralarak biten ve oluşumu halen daha devam eden en genç bacadır. Bu bacada pek fazla oluşum gözlemlenmemesi bu alanın halen daha aktif epikarstik kuşak etkisinde aşınmakta olduğunu göstermektedir. Bu bacanın Kayalı Deresi'nin yamaçlarına oldukça yaklaşması, morfolojik olarak genç bir baca görünümü vermesi ve hemen hemen dibinin Kayalı Deresi ile aynı seviyelerde yer alması nedeniyle aktif oluşum süreci devam eden ve epikarstik kuşaktan beslenen genç bir baca olduğunu düşündürmektedir.

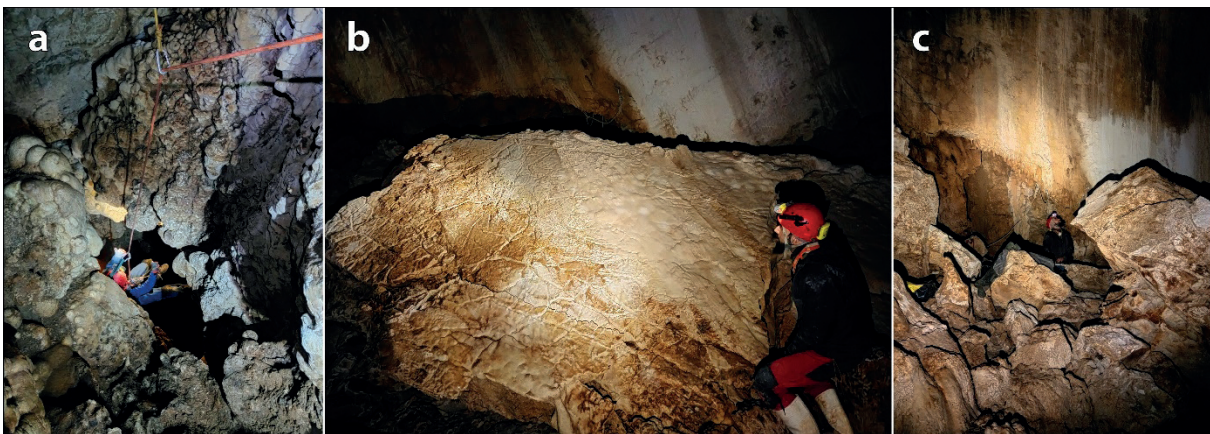


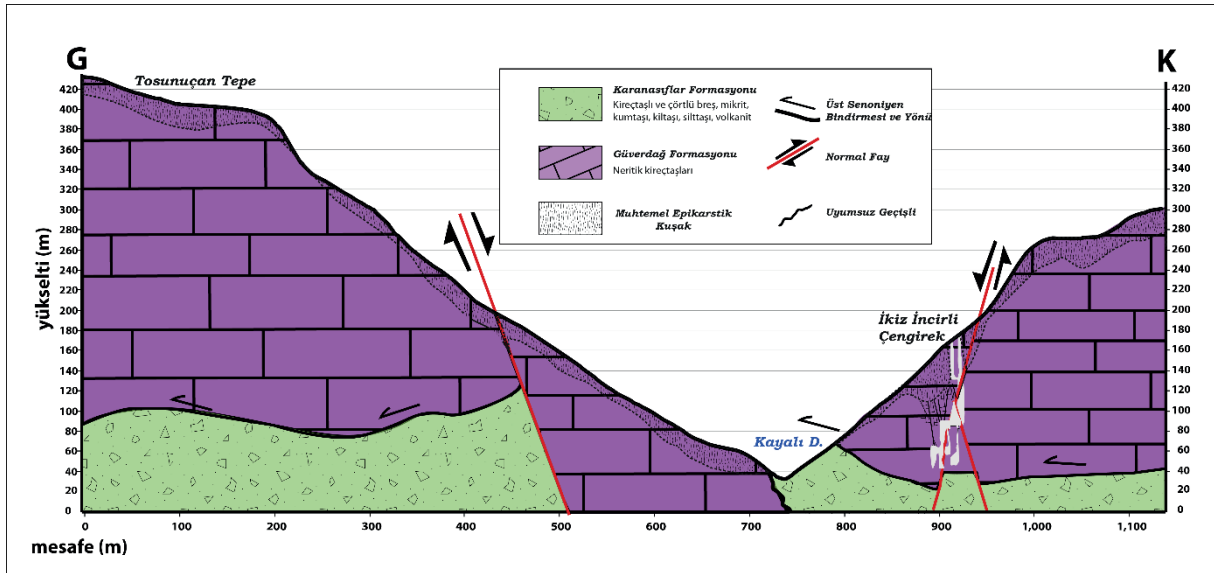
Foto 6: a) Akustik süslü shaftın girişi ve civarında yer alan oluşumlar. Oluşumlara zarar vermemek amacıyla iniş hattı farklı yönlerden saptırılmıştır. b) Ana galeride yer alan ve tavandan çökmüş büyük boyuttaki kaya bloklarından bir örnek. Üzerinde oluşmaya başlayan dikitler seçilebilmektedir. c) K60B doğrultulu ve 60° güneybatıya eğimli olan ve üzerinde çekme kuvvetlerinin etkisinde gelişen ondülasyon yapısı sunan fay yüzeyi mağaranın güneyinde bulunan kolları galeriye bağlamıştır (Fotoğraflar: Abdullah Şahin).

Photo 6: a) The entrance of the acoustically decorated shaft and the formations around it. To prevent damage to the speleothems, the rigging deviated from different directions in order not to damage the formations. b) An example of a large boulder in the chamber that collapsed from the ceiling. The stalagmites that begin to form on it can be seen. c) The fault surface, which strikes N60W and dips 60° southwest and presents an undulation surface developed under the effect of tensile forces on it, connected the branches in the south of the cave to the chamber (Photos by Abdullah Şahin).



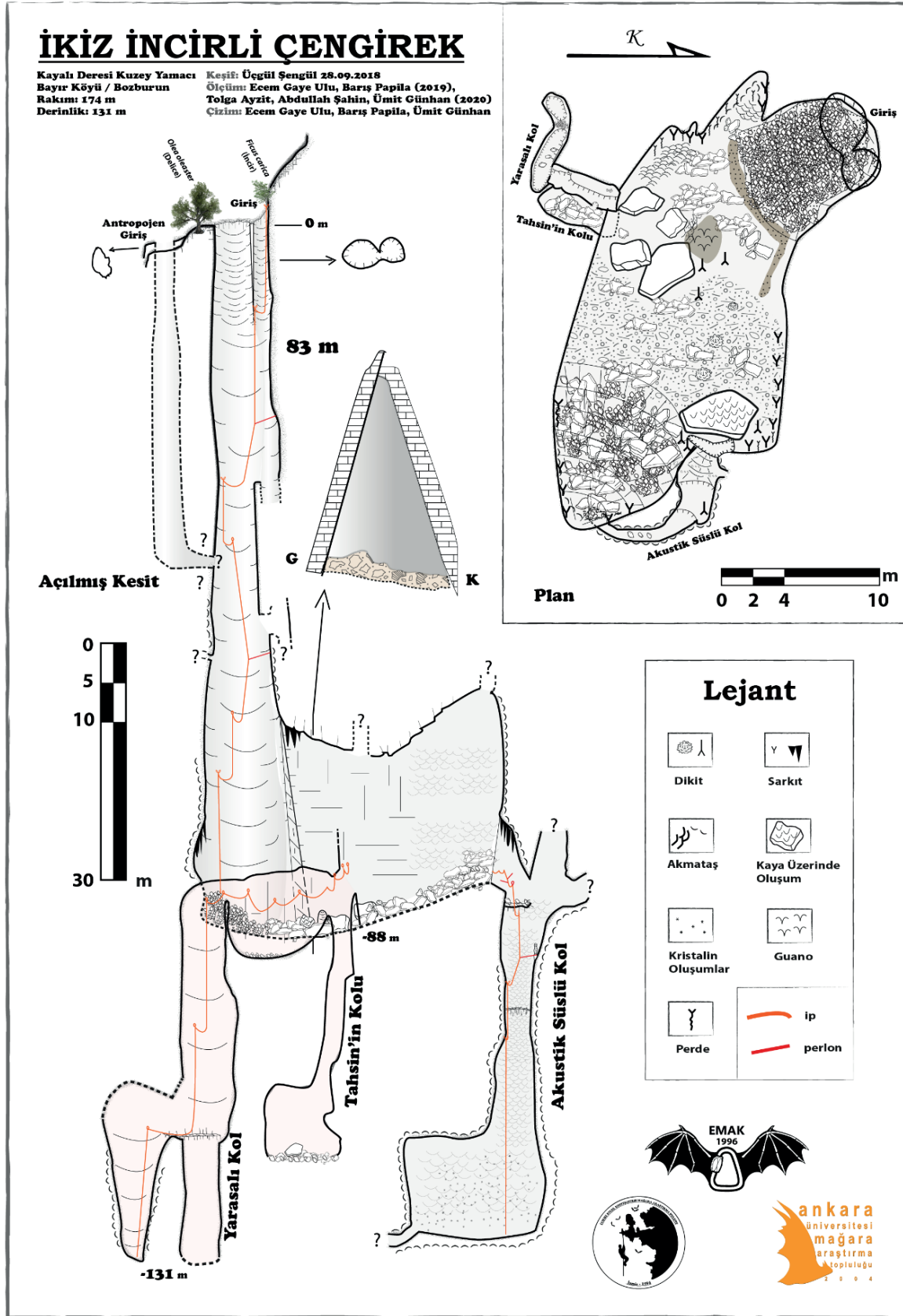
Foto 7: Mağaranın farklı bölümlerinde gözlenmiş olan canlılardan bazıları; a) türü belirlenememiş bir akrep; b) *Dolichopoda* sp. cinsine ait olduğu düşünülen bir birey; c) *Mesostalita nocturna* türüne ait bir birey; d) Marmaris Kara semenderi (*Lyciasalamandra flavimembris*); e) *Meta menardi* türüne benzer birey (Fotoğraflar: Tolga Ayzit, Abdullah Şahin ve Muhammet Emin Akgül).

Photo 7: Some of the species that have been observed in different parts of the cave; a) a scorpion species that has not been identified b) An individual, thought to belong to the genus *Dolichopoda* sp. c) An individual belonging to the species *Mesostalita nocturna* d) Marmaris Lycian Salamander (*Lyciasalamandra flavimembris*); e) An individual similar to *Meta menardi* species (Photos by Muhammet Emin Akgül).



Şekil 9: Mağaranın konumunu ve yakın çevresinin yapısal özelliklerini gösteren kesit. Formasyonların yeri ve dokanıkları Bilgin vd., (1997) ile Şenel ve Bilgin, (2010)'e göre çizilmiştir (Bakış: batıya doğru).

Figure 9: Location of the cave and the section showing the relationship of the cave with the structure and geomorphology of the region. The location and contacts of the geological formations were drawn according to Bilgin et al., (1997) and Şenel and Bilgin, (2010) (View direction is west).



Şekil 10: İkiz İncirli Çengirek (mağarası) plan ve kesitleri.
Figure 10: Sections and plan of İkiz İncirli Çengirek (cave).



Şekil 11: a) Mağaranın girişinden düşmüş olan köşeli, kırıntılı ve organik malzemenin fazlaca bulunduğu talus deposu. b) Mağaranın ana galerisini oluşturan faylardan biri olan K70°B doğrultulu fay yüzeyi. c) Tavandan düşmüş blok boyutundaki kayalar ve üzerlerinde meydana gelen dikitler (Fotoğraf: Abdullah Şahin).

Figure 11: a) The talus deposit with angular, clastic, and organic material that fell from the entrance of the cave. b) The fault surface striking N70°W, one of the faults forming the main chamber of the cave. c) Large boulders that fell from the ceiling, and stalagmites formed on them (Photo by Abdullah Şahin).

Akustik Süslü Kol'un zemininde yer alan oluşumlardan (akmataş ve damlataş), bu bacanın gelişiminin durduğu, üzerinde yer alan ikincil çökellerden de birikim süreçlerinin henüz yeni başladığı anlaşılmıştır. En güneyde bulunan baca, zeminde en fazla bir ayak girebilecek kadar daralarak bitmiştir. Bu zeminde, birkaç cm boyutundaki yuvarlaklaşmış çakıllara rastlanmıştır. Bu çakıllar, damlama ile aşındırmaya uğrayarak yerli yerinde şekillenmiştir. Bu kolların zeminlerinde, ana galerideki gibi blok boyutunda kayalara veya moloz yığınınına rastlanmaması ise bu alanda karstlaşma sürecinin hakim olduğunu göstermektedir. Sadece Tahsin'in Kolu'nda zemin tamamen tavandan kopmuş kayalarla örtülmüştür. Bu kayaların üstünde ise tavandan blok şeklinde düşmüş büyük bir kaya yer almaktadır. Böylece bu bacanın da ana galeriye benzer bir gelişim özelliği gösterdiği anlaşılmıştır. Bu alanda, kayaların örttüğü zeminin duvar ile birleştiği yerlerdeki olası kollar taranmış fakat tamamen tıkanıp anlaşılmıştır.

Ana galerinin doğusunda, çöküntü blok kayaların duvar ile arasında yer alan geçitten Akustik Süslü Kol'a bağlanılmaktadır. Bu pasaj, iki balkonlu ve genişleyip daralan bir şekle sahiptir. Bu kolun daha doğusunda dar bir delik bulunuyor olup ulaşılması güç olduğundan araştırması gerçekleştirilememiştir. Bu bacada duvarlar boyunca akmataşlar ve ufak çıkıntılar üzerinde de dikitler yer almaktadır. Duvarlarda ufak çıkıntılar üzerinde mantar benzeri oluşumların üstüne damlayan suların çıkarmış oldukları sesler bu bacanın karakteristik bir özelliği olmuştur (Foto 6a). Bu bacanın dibinde oldukça dar ve geçmesi imkansız görünen delik yer almaktadır.

Mağaranın yatayda da uzanıyormuş gibi görünmesi, epikarstik kuşaktaki farklı konumlardaki bacaların zaman içinde birbirleri ile geriye aşındırma ile birleşmeleri sonucunda meydana gelmelerinin eseridir. Bölgedeki başka mağaraların da epikarstik kuşakta meydana gelmiş bacalarının bulunduğu

anlaşılmışsa da İkiz İncirli Çengirek'te birleşen farklı bacaların bulunması, bu durum için daha güzel bir örnek ortaya koyması açısından, çalışma kapsamında bu mağara ele alınmıştır.

4.2. Mağara İçindeki Biyolojik Çeşitlilik

İkiz İncirli Çengirek'teki biyoçeşitlilik, yöredeki diğer mağaralara oranla fazladır. Mağarada, yaz ve kış aylarında yapılan araştırmalarda, mağaranın farklı kuşaklarında farklı canlı türleri gözlenmiştir. Bölgede yapılan mağara araştırmalarında en yüksek yarasa popülasyonu İkiz İncirli Çengirek'te olup mağara zemininde yer alan kalın guano (yarasa dışkı) birikiminden de bu görüş desteklenmektedir. Yarasaların türleri tespit edilmemiş olup temmuz ayında yapılan araştırmamız esnasında mağaranın yarasalar tarafından kullanıldığı dikkatimizi çekmiştir.

Mağaranın ilk bacasının dibinde yer alan talus tepesi, gün içinde kısıtlı bir şekilde difuz halde gün ışığı alabilmektedir. Nemli ve alacakaranlık bu ortamda, döküntü taşların arasında, çok sayıda "EN" kategorisinde nesli tehlikede, lokal endemik bir tür olan (Başkale, Sözbilen, Özyılmaz ve Dilbe, 2019, s. 37) Marmaris Kara Semenderi (*Lyciasalamandra flavimembris*) gözlenmiştir. Marmaris ve Ula çevresinde kireçtaşının olduğu, makilik ve çam ağaçlarının bulunduğu alanda yaşayan (Kaska vd., 2009, s. 3) bu türün, mağara içinde çok sayıda bulunması, türe ait farklı bir habitatın bulunduğunu göstermesi bakımından önemlidir (**Foto 7d**).

Ana galerinin duvarlarında ve zeminde onlarca mağara çekirgesi gözlenmiştir (Foto 7b). Kökenini Ege adalarından alan ve ana habitatları Akdeniz ve Ege bölgesi olan (Taylan, Di Russo, Rampini ve Cobolli, 2011, s. 60; Taylan ve Şirin, 2018, s. 8) *Dolichopoda* sp. cinsine ait bireylerin özellikle bu mağara özelinde çok sayıda bulunması, mağaranın ve bölgenin uygun ortam koşulları oluşturmasından ve epikarstik kuşağın özelliklerinden ileri geldiği düşünülmektedir.

Mağarada, temmuz ayında yapılan araştırmada iki adet akrep görülmüş fakat tür teşhisi yapılmamıştır (**Foto 7a**). Mağaranın girişine çok yakın bir kısımda ve ana galeride olmak üzere iki farklı örümcek türü gözlenmiştir. Bunlardan mutlak karanlık bölgesinde bulunan tür, İtalya ve Slovenya'daki mağaralarda gözlenmiş olan *Mesostalita nocturna* türüne (Kostanjšek ve Kuntner, 2015, s. 18; Pantini ve Isaia, 2019, s. 138) benzerlik göstermektedir (**Foto 7c**). Mağaranın ilk 10 metrelik inişinde bulunan omurgasız birey ise Türkiye'de başka mağaralarda da gözlenmiş olan *Meta menardi* türüne (Kunt, Yağmur, Özkütük, Durmuş ve Anlaş, 2010, s. 33) benzerlik göstermektedir (**Foto 7e**).

Mağaranın ana galerisinde gözlenmiş olan örümcek, çekirge ve akrep türleri, besin yönünden fakir fakat çözünmüş madde bakımından zengin olan perkolasyon sularının (Özel, 2018, s. 73) yani epikarstik kuşaktan süzülen suların meydana getirdiği bir habitatı oluşturmaktadır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma ile İkiz İncirli Çengirek'in morfolojik özelliklerine dayanarak speleojenezi açıklanmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda mağaranın, epikarstik kuşakta meydana gelen süreçler kontrolünde ve bunların etkisinde olduğu ve geliştiği anlaşılmıştır. İkiz İncirli Çengirek, karstlaşmanın uzun süre devam etmesine karşın; akarsularla yarıma, karst taban düzeyi oluşturan geçirimsiz litolojinin konumu, Pleyistosen'deki deniz seviyesi değişimleri, tektonik hareketler ve jeomorfolojik evrimin kontrolünde oluşum ve gelişim gösteren mağara, epikarstik kuşağın karakteristik bir şekli olarak güzel bir örnek oluşturmaktadır. Araştırma alanında yer alan diğer mağaraların da epikarstik kökenli bacalara sahip olduğu, fakat geçmiş dönemlerde mağaraların, yüzeyden vadoz kuşakta düden konumunda olduğu anlaşılmıştır. Bu nedenle oluşumunu ve gelişimini tamamen epikarstik kuşakta tamamlamış olan İkiz İncirli Çengirek bu çalışma kapsamında ele alınmıştır.

Bölgenin oldukça karstlaşmış olması nedeniyle yüzey drenajı tamamen yeraltına kaçmıştır. Yağışlı dönemde dahi dere yataklarının kuru olması bunun en iyi göstergesi olmuştur. Bölgenin hem klimatolojik hem de yapısal olarak karstlaşma için uygun olmasına karşılık büyük karstik çukurlukların bulunmaması düdenlerin ve uzun yatay mağaraların oluşumunu sınırlandırmıştır. Fakat buna karşılık karstlaşmanın uzun süre devam etmesi çok sayıda dikey mağaranın oluşmasını sağlamış olup bunların oluşum mekanizmalarını epikarstik kuşaktaki süreçler ile açıklamak mümkün olmuştur.

Mağaranın yaklaşık 83 metrelik bacasının genişleyip diğer baca ile birleşmesi, ağzının tamamen çökme ile açılması ve zamanla daha yukarıda olduğu anlaşılan girişinin de aşınması ile oldukça olgun bir dönemde gelişmiş baca olduğu; ana galeriden bağlanan diğer bacaların ise daha genç bacalar olduğu anlaşılmıştır. Bu bacaların da her biri farklı morfolojik özellik sunması bakımından genç, olgun ve yaşlı baca oluşumlarına da örnek olmuşlardır.

Bölgedeki aşınım yüzeylerinin belirlenmesi, mağaradaki sedimanların yaşlandırılması gibi çalışmalar sonucunda mağaranın ve bacalarının hangi dönemlerde olduğu açığa çıkarılarak bölgenin jeomorfolojik evrimi için daha güvenilir veriler ortaya konulabilecektir.

Araştırma alanı çevresinde yer alan, aynı aşım dönemlerini temsil eden Simi Adası, Datça Yarımadası, Rodos Adası gibi alanlarda bulunacak mağaralardan sağlanacak veriler ışığında geçmiş dönem yüzey karstlaşması ve mağara oluşum süreçleri arasında bir korelasyon olacağı düşünülmektedir. Ayrıca ulusal sınırlarımız içerisinde de benzer süreçler ile gelişmiş olan çok sayıda mağara bulunması da olasıdır.

Mağaradaki biyolojik çeşitlilik üst düzeyde olup mağaranın bu canlılar için muhteşem bir habitat oluşturduğu anlaşılmıştır. Mağara içinde gözlemlenen bu canlıların, bölgenin ve mağaranın ekosistemi ile ilişkisi ve literatüre katkısının önemi düşünüldüğünde bu canlıların; Epikarstik mağara, mağara iklimi, bölgenin bitki örtüsü ve mağaranın ana özellikleri ele alınarak mağara genelinde bir biyolojik çeşitlilik çalışması yapılması gerekliliği anlaşılmıştır. Özellikle semender, çekirge ve akrep türünün doğal yaşam alanı olarak gözlem yapılması için (İkiz İncirli Çengirek) uygun bir ortam oluşturmaktadır.

Bu çalışma ile mağaranın jeomorfolojik ve göreceli olarak yaşlandırması yapılmıştır. Mağaradaki sedimanlardan yapılacak yaşlandırmalar ile hem mağaranın ve bölgenin jeomorfolojik evrimini ortaya koyabilecek önemli veriler sağlanacak hem de paleocoğrafik gelişimi daha iyi anlaşılabilir.

Teşekkür: Bu çalışma, bölgede uzun yıllar boyunca devam eden araştırmaların bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Mağaranın tarafımıza bildirilmesi ve gösterilmesinde emeği geçen Üçgül Şengül ve ailesi başta olmak üzere, bu zorlu arazideki araştırmalarda emeği geçen Poyraz Rona Uhri, Tolga Ayzit, Ümit İlıdı başta olmak üzere tüm EMAK, DEUMAK (Dokuz Eylül Üniversitesi Mağara Araştırma Kolu) ve ANÜMAB (Ankara Üniversitesi Mağara Araştırma Birimi) üyelerine teşekkürlerimizi borç biliriz. Gerekli olan kaynaklara ulaşmada emeklerini esirgemeyen Bülent Erdem'e, çalışmanın İngilizce kontrolünü yapan Oktay Balaban'a, arazideki jeolojik gözlemleri ile çalışmaya katkı sunan Tolga Ayzit'e teşekkürlerimizi borç biliriz.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Çalışma Konsepti/Tasarım- Ü.G., E.Ö.; Veri Toplama- Ü.G., E.Ö.; Veri Analizi/Yorumlama- Ü.G., E.Ö.; Yazı Taslağı- Ü.G., E.Ö.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi- Ü.G., E.Ö.; Son Onay ve Sorumluluk- Ü.G., E.Ö.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Conception/Design of Study- Ü.G., E.Ö.; Data Acquisition- Ü.G., E.Ö.; Data Analysis/Interpretation- Ü.G., E.Ö.; Drafting Manuscript- Ü.G., E.Ö.; Critical Revision of Manuscript- Ü.G., E.Ö.; Final Approval and Accountability- Ü.G., E.Ö.

Conflict of Interest: The authors have no conflict of interest to declare.

Grant Support: The authors declared that this study has received no financial support.

KAYNAKÇA/REFERENCES

Angelier, J. (1978). Tectonic evolution of the Hellenic Arc since the late Miocene. *Tectonophysics*, 49(1-2), 23–36. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(78\)90096-3](https://doi.org/10.1016/0040-1951(78)90096-3)

- Angelier, J., Dumont, J. F., Karamenderesi, H., Poisson, A., Şimşek, Ş., & Uysal, Ş. (1981). Analyses of fault mechanisms and expansion of southwestern Anatolia since the late Miocene. *Tectonophysics*, 75(3-4), T1–T9. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(81\)90271-7](https://doi.org/10.1016/0040-1951(81)90271-7)
- Angelier, J., Lyberis, N., Le Pichon, X., Barrier, E., & Huchon, P. (1982). The tectonic development of the Hellenic arc and the Sea of Crete: a synthesis. *Tectonophysics*, 86(1-3), 159–196. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(82\)90066-X](https://doi.org/10.1016/0040-1951(82)90066-X)
- Atalay, I. (1997). Red Mediterranean soils in some karstic regions of Taurus mountains, Turkey. *Catena*, 28(3-4), 247–260. [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(96\)00041-0](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(96)00041-0)
- Atalay, I. (1999). Land use in the karstic lands in the Mediterranean region. *International Journal of Speleology*, 28(1), 111–118. <http://dx.doi.org/10.5038/1827-806X.28.1.8>
- Aygen, T. (1984). *Türkiye Mağaraları (Turkish Caves)*. İstanbul: Türkiye Turing ve Otomobil Kurumu Yayınları.
- Bakalowicz, M. (2004). The epikarst, the skin of karst. In: Jones, W.K., Culver, D.C. and Herman, J.S. (Eds.)—*Epikarst. Special Publication 9*. Charles Town, WV: Karst Waters Institute: 2(1), 16–22.
- Bakalowicz, M. (2019). Epikarst. *Encyclopedia of Caves* (394-398). Academic Press. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-383832-2.00038-4>
- Baroň, I. (2002). Speleogenesis along sub-vertical joints: A model of plateau karst shaft development: A case study: the Dolný Vrch Plateau (Slovak Republic). *Cave and Karst Science*, 29(1), 5–12.
- Başkale, E., Sözbilen, D., Özyılmaz, Y., & Dilbe, Ö. (2019). Population Status and Threats against *Lyciasalamandra flavimembris* (Marmaris Lycian Salamander). *Commagene Journal of Biology*, 3, 37–43. <http://dx.doi.org/10.31594/commagene.562260>
- Bilgin, Z. R., Metin, Y., Çörekçioğlu, E., Bilgiç, T. ve Şan, Ö. (1997). *Bozburun-Marmaris-Köyceğiz-Dalaman (Muğla) Dolayının Jeolojisi*. Maden tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 10008, Ankara (yayımlanmamış).
- Dublyansky, V. N., & Dublyansky, Y. V. (2000). The Role of condensation in Karst Hydrogeology and speleogenesis. In: A. Klimchouk, D.C. Ford, A. Palmer and W. Dreybrodt (Editors), *Speleogenesis: Evolution of Karst Aquifers*, National Speleological Society, 100-112.
- Dumont, J. F., Uysal, Ş., Şimşek, Ş., Karamenderesi, İ. H. ve Letouzey, J. (1979). Güneybatı Anadolu'daki grabenlerin oluşumu. *Maden Tetkik ve Arama (MTA) Dergisi*, 92, 7-17.
- Dumont, J. F., Uysal, Ş., Şimşek, Ş., Karamenderesi, İ. H. ve Coşkun, B. S. (1980). Türkiye'nin Güneybatısında Üst Miyosen'den Günümüze Kadar Görülen Tektonik Basınç ve Çekimler. 34. *Türkiye Jeoloji Bilimsel ve Teknik Kurultayı Program ve Bildiri Özetleri*, Ankara, 26.
- Ekmekçi, M. (2003). Review of Turkish karst with special emphasis on tectonic and climatic controls. *Acta Carsologica*, 32(2), 205-218. <https://doi.org/10.3986/ac.v32i2.349>
- Erol, O. (1982). Batı Anadolu'nun Genç Tektoniğinin Jeomorfolojik Sonuçları. *Batı Anadolu'nun Genç Tektoniği ve Volkanizması Paneli, Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Ankara, 15-21.

- Erol, O. (1992). *Klimajeomorfoloji I Genel Koşullar*. İstanbul: İÜ Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Yay.
- Ersoy, Ş. (1990). Batı Toros (Likya) naplarının yapısal öğelerinin ve evriminin analizi. *Jeoloji Mühendisliği*, 37, 5–16.
- Ersoy, Ş. (1997). The syn-collisional deep-water sediments of the Marmaris Complex as a part of the Lycian Nappes, SW Turkey. In Pişkin, O.; Ergün, M.; Savasçın, M. Y. and Tarcan, G., eds. *Proc. International Earth Sciences Colloquium of the Aegean Region* (Vol. 1, 95-111). İzmir-Güllük Turkey.
- Graciansky, P. C. (1968). Teke yarımadası (Likya) Torosları'nın üst üste gelmiş ünitelerinin Stratigrafisi ve Dinaro-Toroslar'daki yeri. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 71, 73–92.
- Güldalı, N., Nazik, L., Soylu, C., & Aksoy, B. (1984). Fethiye, Köyceğiz, Marmaris ve Muğla Çevresinin Doğal Mağaraları. MTA Raporu, Derleme No. 7586, Ankara.
- Herak, M. (1977). Tecto-genetic approach to the classification of karst terrains, (Tektojenetski pristup klasifikaciji krških terena), *Krš Jugoslavije*, (Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti), Zagreb (9/4): 227–238.
- Kaska, Y., Kumlutaş, Y., Avci, A., Üzümlü, N., Yeniçin, C., Akarsu, F. ... Denoël, M. (2009). *Lyciasalamandra flavimembris*. The IUCN Red List of Threatened Species <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009.RLTS.T61917A12572380.en.e.T61917A12572380>.
- Kayan, İ. (1979). *Muğla – Yatağan Çevresinin Jeomorfolojisi*. (Yayımlanmamış Doçentlik Tezi). Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Ankara.
- Klimchouk, A. B. (1995). Karst morphogenesis in the epikarstic zone. *Cave and Karst science*, 21(2), 45–50.
- Klimchouk, A. B. (2004). Towards defining, delimiting and classifying epikarst: Its origin, processes and variants of geomorphic evolution. Speleogenesis and Evolution of Karst Aquifers, In: Jones, W.K., Culver, D.C. and Herman, J.S. (Eds.)–*Epikarst. Special Publication 9*. Charles Town, WV: Karst Waters Institute: 2(1), 1–13.
- Klimchouk, A. B. (2015). The karst paradigm: changes, trends and perspectives. *Acta Carsologica*, 44(3), 289–313 <https://dx.doi.org/10.3986/ac.v44i3.2996>
- Klimchouk, A. B., D. C. Ford, (2000). Types of Karst and Evolution of Hydrogeologic Settings. In Klimchouk, A. B., Ford, D. C., Palmer, A. N. and Dreybrodt, W. (Editors). *Speleogenesis; Evolution of Karst Aquifers*. Huntsville, Al. National Speleological Society of America, 45-53.
- Kostanjšek, R., Kuntner, M. (2015). Araneae Sloveniae: a national spider species checklist. *ZooKeys*, 474, 1–91. <https://doi.org/10.3897/zookeys.474.8474>
- Kunt, K. B., Yağmur, E. A., Özkütük, S., Durmuş, H. ve Anlaş, S. (2010). Türkiye'nin mağara omurgasızlarının Invertebrata: Animalia kontrol listesi. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 3(2), 26–41.
- Nazik, L. ve Tuncer, K. (2010). Türkiye karst morfolojisinin bölgesel özellikleri. *Türk Speleoloji Dergisi*, 1, 9–17.
- Okay, A. I. (2008). Geology of Turkey: A synopsis. *Anschnitt, Zeitschrift für Kunst und Kultur im Bergbau*, Beiheft 21, 19-42. Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum, Nr. 157.
- Okay, A. I., Tansel, I., & Tüysüz, O., (2001). Obduction, subduction and collision as reflected in the Upper Cretaceous–Lower Eocene sedimentary record of western Turkey. *Geological Magazine*, 138(2), 117–142. <https://doi:10.1017/S0016756801005088>
- Özakın, Y. (2018). Türkiye Mağara Veritabanı. 8. Ulusal Mağara Bilimi Sempozyumu TamMetin ve Özet Bildiri Kitabı, Akdeniz Üniversitesi. Antalya. 35.
- Özel, E. (2018). Mağara Biyolojisi. *Mavi Gezegen*, 24, 69–77.
- Pantini, P. and Isaia, M. (2019). Araneae.it: the online Catalog of Italian spiders, with addenda on other Arachnid Orders occurring in Italy (Arachnida: Araneae, Opiliones, Palpigradi, Pseudoscorpionida, Scorpionida, Solifugae). *Fragmenta Entomologica*, 51(2), 127–152. <https://doi.org/10.4081/fe.2019.374>
- Redovniković, L., Ivković, M., Cetl, V., & Sambunjak, I. (2014). Testing DistoX device for measuring in the unfavourable conditions. *Proceedings of INGEO*, 3-4, 269–274.
- Şenel, M. ve Bilgin, Z. R. (2010). Türkiye Jeoloji Haritaları, 1/100.000 ölçekli Marmaris O-20 Paftası, No:19, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Şengör, A. M. C. ve Yılmaz, Y. (1983). Türkiye'de Tetis' in evrimi: Levha tektoniği açısından bir yaklaşım. Türkiye Jeoloji Kurumu Yerbilimleri Özel Dizisi, (1), İstanbul. 75.
- Taylan, M. S., Di Russo, C., Rampini, M. and Cobolli, M. (2011). The Dolichopodainae and Troglophilinae cave crickets of Turkey: an update of taxonomy and geographic distribution (Orthoptera, Rhaphidophoridae). *Zootaxa*, 2829(1), 59–68. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.2829.1.3>
- Taylan, M. S. ve Şirin, D. (2018). Türkiye Mağara Çekirgeleri (Orthoptera, Rhaphidophoridae): Güncel Veriler. 8. Ulusal Mağara Bilimi Sempozyumu TamMetin ve Özet Bildiri Kitabı, Antalya. 8
- Temuçin, E. (1990). Rainfall Regimes in Turkey According to the Rates of Monthly Variation. *Ege Coğrafya Dergisi*, 5(1), 160–183.
- Thornthwaite, C. W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, 38(1), 55–94. <https://doi.org/10.2307/210739>
- Tunaboylu, B. C. (2008). Sedimentary cyclicality and micropaleontological investigations in the Upper Triassic shallow marine carbonate successions (central and western Taurides, Turkey). (Yayımlanmamış doktora tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından elde edildi. The Graduate School of Natural and Applied Sciences of Middle East Technical University (Tez no: 177580).
- Tur, H., Yalıtırak, C., Elitez, İ., & Sarıkavak, K. T. (2015). Pliocene–Quaternary tectonic evolution of the Gulf of Gökova, southwest Turkey. *Tectonophysics*, 638, 158–176. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2014.11.008>.
- Türk Dil Kurumu. (2020, 29 Aralık) Türk Dil Kurumu Sözlükleri içinde. Türkiye'de Halk Ağzından Derleme Sözlüğü. Ankara, Türk Dil Kurumu (3). Erişim adresi: <https://sozluk.gov.tr/>
- Van Hinsbergen, D. J. (2010). A key extensional metamorphic complex reviewed and restored: the Menderes Massif of western Turkey. *Earth-Science Reviews*, 102(1-2), 60–76. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2010.05.005>

Williams, P. W. (1983). The role of the subcutaneous zone in karst hydrology. *Journal of hydrology*, 61(1-3), 45–67. <https://doi.org/10.5038/1827-806X.37.1.1>

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.