



Doğu Karadeniz'in Karstik Oluşumları: Karaca (Torul, Gümüşhane) ve Çal (Düzköy, Trabzon) Mağaralarının Jeoturizm Potansiyeli
Karstic Formations of the Eastern Black Sea: Geotourism Potential of Karaca (Torul, Gümüşhane) and Çal (Düzköy, Trabzon) Caves

Fatih Köroğlu^{1,2,*}

¹ *Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Gölbaşı, 06100, Ankara, Türkiye*
² *Tekfen Mühendislik, Tekfen Kule No: 209/1, 34394, Şişli/İstanbul, Türkiye*

• Geliş/Received: 09.11.2023 • Düzeltilmiş Metin Geliş/Revised Manuscript Received: 28.12.2023 • Kabul/Accepted: 18.01.2024
• Çevrimiçi Yayın/Available online: 04.04.2024 • Baskı/Printed: 30.04.2024

Araştırma Makalesi/Research Article

Türkiye Jeol. Bül. / Geol. Bull. Turkey

Öz: Türkiye’de jeolojik miras kaynak değerlerini de içeren sedimanter kayaç grupları, ilk önce paleontolojisi devamında sedimantolojisi olmak üzere dünya çapında önemli yayınlara ev sahipliği yapmıştır. Sedimantolojik birimlerin Türkiye jeoloji haritasındaki yayılımı, paleotektonik geçmişine paralel olarak çok çeşitlidir. Başta karbonatlı kayaç grupları olmak üzere karstlaşmaya uygun kayaçlar, Türkiye’de önemli bir yayılıma sahiptir. Bu kayaçlar, iklim kuşağı ve tektoniğin etkileriyle birlikte yeryüzü ölçeğinde karstik mağara ve düdenlerin oluşmasına neden olmuştur. Bu karstik yapılar, doğal kaynak değeri olarak turizmde cazibe merkezlerini de oluşturmuştur. Günümüzde jeoturizm hem jeolojik ve jeomorfolojik hem de turistik değerleri birleştiren bir kavramdır. 2020-2023 yılları arasındaki 4 yıllık süre içindeki toplam ziyaretçi sayıları, Karaca Mağarası’na 355.923 kişi ve Çal Mağarası’na da 514.947 kişi olarak gerçekleşmiştir. Ekonomik gelişimi sınırlı olan bölgelerdeki jeolojik ve jeomorfolojik kaynak değerlerine örnek olan Karaca ve Çal mağaralarının turizm faaliyetlerinde kullanılma girişimleri, bu karstik yapıların Karadeniz Bölgesi’nin Doğu Karadeniz Bölümü içindeki turizm potansiyeline olan katkısı ile ölçülebilmektedir. Bu çalışma, sedimanter kökenli kayaçların (çözünbilir kayaçlar) hem ekonomik hem de yer bilimsel özelliklerinin yanında, jeoturizm kaynak değeri olarak bölgeselden-küresele sürdürülebilir bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Çal Mağarası, Doğu Karadeniz, jeoturizm, Karaca Mağarası, karstik.

Abstract: The sedimentary rock groups in Türkiye, which comprise valuable geological heritage, have been the focus of important publications worldwide, first in palaeontology and then in sedimentology. The distribution of sedimentological units on the geological map of Türkiye is very diverse and corresponds to the palaeotectonic history of the region. The rocks suitable for karstification, mainly carbonate rock groups, have a significant volume in Türkiye. This volume, together with the effects of the climate zone and tectonics, has led to the formation of karstic caves and sinkholes on a large scale. These karstic structures have created natural resources that attract tourists. Today, geotourism is a concept that combines both geological and touristic assets. The total number of visitors in the 4-year period between 2020 and 2023 was 355,923 in Karaca Cave and 514,947 in Çal Cave. As examples of geological resource assets in regions with limited economic development, attempts to evaluate Karaca and Çal caves in terms of tourism can be measured as the important contribution of karst structures to tourism potential in the Eastern Black Sea region. This study showed that rocks of sedimentary origin have a regional, global, and sustainable impact in the context of geotourism and play a role both in geological terms and as tourist attractions.

Keywords: Çal Cave, Eastern Black Sea, geotourism, Karaca Cave, karstic.

GİRİŞ

Turizmin ortaya çıkış sebepleri; sağlık, dini ve sosyal sebepler, dinlenme-eğlenme, merak-macera, spor, araştırma, kültür, eğitim-öğrenme, iklim, kazanç, iş ve doğa sevgisi vb. için yapılan seyahatler olarak sıralanmaktadır (Bayer, 1992). Toplumunu oluşturan bireylerin turizme olan ihtiyaç ve anlayışı; başlıca sosyo-ekonomik, kültürel ve siyasal etkilere bağlı olarak yıllar içerisinde çok yönlü dönüşümlere uğramıştır. Turistler, klasik anlamda; “Güneş-Kum-Deniz” kavramını uzun yıllar boyunca tercih ederken 2000’li yıllardan sonraki tercihler “Heyecan-Eğlence-Eğitim” kavramına doğru yönelmiştir (McCool ve Moisey, 2008; Kandemir ve Köroğlu, 2017; Khakzad, 2018; Mestanza-Ramón vd., 2020). Bu farklı yönelimler sayesinde, “Güneş-Kum-Deniz” yerine “Heyecan-Eğlence-Eğitim” kavramına geçiş ile alternatif kaynaklar üzerinde yeni turizm ihtiyaçlarının doğmasına da sebep olmuştur (Dowling, 2013; Kandemir ve Köroğlu, 2017; Köroğlu ve Kandemir, 2019a).

Yıllar içinde gelen değişim ve dönüşümler ‘alternatif turizm’ kavramını üretmiş ve dünyanın farklı yerlerinde çeşitli formlarda görünmesini sağlamıştır (Pearce, 1994). Turizm hizmeti; kişiler ve onların ihtiyaçlarının karşılanması üzerine kurulmasından dolayı, pazar payının değişimi ya kişilerin sayısal değişimine ya da ihtiyaçların dönüşümü ile sağlanmaktadır. Turizm sektörü, ürün çeşitliliği sunmak adına “alternatif turizm” kavramını doğrudan hizmet alanı olmayan kaynak değerler üzerinde çok yönlü bir açılıma da zorlamıştır. Böylece, “alternatif turizm” kavramı, daralan turizm sektörü için ürün çeşitliliği sunmak adına küresel anlamda; yenilenebilir, rekabetçi, bölgesel, eşsiz ve ticari ürünler geliştirilmesine ve bu özelliklerin sürdürülebilirliği içinde strateji gereksiniminden doğmuştur (Hose, 2005; Newsome ve Dowling, 2010; Şahin, 2012; Dowling, 2013; Kandemir ve Köroğlu, 2017; Köroğlu ve Kandemir, 2019a).

Bu çalışmada; jeolojik miras değeri olan mağaraların bilimsel yönlerinin dışında, ülkenin gelişimine katkı koyacak değerdeki jeoturizm potansiyeli araştırılmıştır. Burada, Karaca Mağarası (Torul, Gümüşhane) ve Çal Mağarası (Düzköy, Trabzon) özelindeki karstik oluşumların bölgesel jeolojik özelliklerinin yanında, her iki mağaranın da jeoturizm kapasitesi bütünleşik olarak ortaya çıkarılmıştır.

Jeoturizm: Kavramsal Yaklaşım

Jeoturizm: Jeolojik cazibe merkezleri ve destinasyonlarını çevreleyen turizm şekli olarak tanımlanır (Dowling ve Newsome, 2005; Dowling, 2013). Jeoturizm, benzer şekilde jeoloji ve tabiat ile iç içe yapılan hizmet tesisi gerektirmeyen turizm faaliyetleri olarak da değerlendirilebilir. Ayrıca jeoturizm; turizmin ve jeolojik çeşitliliğin korunmasını, yerbilimlerinin öğrenme ve değerlendirme yoluyla da anlaşılmasını teşvik eder (Newsome ve Dowling, 2010; Dowling, 2013). 2000’li yıllardan sonra jeoturizm, jeolojik kaynak değerlerinin korunması ve dünyanın tarihsel süreçlerinin sürdürülebilir turizm faaliyetleri için jeolojik parklar (jeopark) içinde uygulanan “alternatif turizm” kavramına karşılık gelir. Dünya üzerinde jeolojik miras alanları içindeki tüm değerler (doğal, kültürel ve tarihi) koruma stratejileri sayesinde, doğal ortama uygun düzenlemeler ve jeolojik koruma çalışmaları ile “alternatif turizm” kavramıyla jeoturizm yapılmasına uygun hale getirilebilir (Yılmaz, 2013; Kandemir ve Köroğlu, 2017; Köroğlu ve Kandemir, 2019a; Özer ve Mülayim, 2022; Köroğlu ve Mülayim, 2023).

Türkiye hem tarihsel-kültürel hem de yer bilimsel kaynak değerler açısından dünya ölçeğinde değerlendirildiğinde, çok yönlü zengin miras alanlarına sahiptir (URL 1; URL 2; Kazancı vd., 2015; Kuzucuoğlu vd., 2019; Köroğlu ve Mülayim, 2023). Bu miras alanlarının zenginliği ve sahip olduğu potansiyeli açısından dünyadaki

diğer bölgelerden daha üstündür (Kazancı vd., 2015; Kazancı ve Kuzucuoğlu, 2019; İnaner vd., 2019; Köroğlu ve Mülayim, 2023).

Avrupa'da 19. yüzyılın ortalarında temelleri atılan ve yüzyılın sonuna doğru görünürlüğü artan; 'Jeolojik Çeşitlilik', 'Jeolojik Miras', 'Jeolojik Koruma' ve 'Jeopark' kavramları ortaya çıkmıştır (URL 3; Theodossiou-Drandaki vd., 2004; Errami vd., 2009; Kazancı, 2010; Ruban, 2010; Henriques vd., 2011; Wimbledon ve Smith-Meyers, 2012; Brilha, 2016, 2018; Reynard ve Brilha, 2018; Escorihuela, 2018; Herrera-Franco vd., 2022; Köroğlu ve Mülayim, 2023). Bu kavramların yanında "Jeoturizm" başlığı altında tarif edilen ve gittikçe yaygınlaşan "alternatif turizm" etkinliğinin tetikleyicisi de olmuştur (Hose, 1996; Dowling ve Newsome, 2005; Dowling, 2010; Hose, 2012; Ruban, 2018; Ateş ve Ateş, 2019; Uncu ve Karakoca, 2019; Gürer vd., 2019; Köroğlu ve Kandemir, 2019a; Özpay, 2020; Cengiz vd., 2021; Ertekin vd., 2021; Karadeniz vd., 2022; Gül ve Özkul, 2023; Köroğlu ve Mülayim, 2023).

Turistlerin talep ve ihtiyaçları sayesinde küresel turizm sektörü; siyasal, sosyo-ekonomik, kültürel ve teknolojik gelişmelere paralel olarak sürekli yenilenmeye muhtaçtır. Ülkemizde Kültür ve Turizm Bakanlığı tarafından turizm ile ilgili sektörlerin mevcut durumu ve gelecek dönemdeki strateji ve politikalarının yol haritasını belirlemek için "Turizm Şûrası" adı altında toplantılar düzenlenmektedir (URL 4). Türkiye'de toplamda üç adet olmak üzere; 1. Turizm Şûrası; 20-22 Ekim 1998, 2. Turizm Şûrası; 12-14 Nisan 2002 ve 3. Turizm Şûrası, 01-03 Kasım 2017 tarihlerinde Ankara'da toplanmıştır. 2017 yılındaki 3. Turizm Şûrası kapsamında 13 farklı; "(1) Turizm Politikaları, (2) Turizmde Örgütlenme ve Destinasyon Yönetimi, (3) Turizmde Ürün Çeşitliliği ve Sürdürülebilirlik, (4) Çevre-Planlama-Altyapı, (5) Yatırım-Teşvik-Finansman, (6) Konaklama Sektörü, (7) Seyahat Acentacılığı ve Ulaşım, (8) Tanıtma ve

Pazarlama, (9) Dijital Turizm ve İnovasyon, (10) Turizm Eğitimi, İstihdamı ve Turist Rehberliği, (11) Yerel Yönetimler ve Turizm, (12) İç Turizm ve (13) Gastronomi Turizmi" ihtisas komisyonları oluşturulmuştur (URL 4).

3. Turizm Şûrasında (2017) kurulan "(3) Turizmde Ürün Çeşitliliği ve Sürdürülebilirlik Komisyonu" turizm çeşitlendirilmesi ve sürdürülebilirlik başlığında; "Deniz, Doğa-Kırsal, Kamp-Karavan, Kültür-Arkeoloji, Spor, Düğün, Etkinlik, Film, Helal, Erişilebilir, Kruvaziyer, Lüks, Sağlık ve Tren" turizm türlerini/ürünlerini önermiştir (URL 5). Bu önerilerin birçoğu jeoturizm temasına uygun olduğu ve jeolojik miras alanlarında gerçekleşmesi ve geliştirilmesi muhtemel olanlar sırasıyla: "Doğa-Kırsal", "Kamp-Karavan", "Kültür-Arkeoloji" ve "Spor" turizmi olarak değerlendirilmiştir (URL 5). Öter ve Hazarhun (2023) tarafından yapılan "Turizm Ürünleri ve Alternatif Turizm" başlıklı çalışmada; "(1) Türkiye'nin turistik ürün politikalarının genellikle yıllardır merkezi organlar tarafından hazırlandığı ve bu geleneğin sona erdirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. (2) Zira, bir üst organın belli uzmanların görüşüne başvurarak planladığı ürünlerin yerel ve işletmesel boyutta hayata geçirilmesi pek çok zaman mümkün olmamıştır. (3) Türkiye'nin farklı bölge ve beldelerinde farklı turistik ürün/ler veya ürün grupları piyasaya sunulmalıdır. (4) Türkiye için doğru turistik ürünler sudaki halkalar gibi birbirini besleyen yapıda olmalıdır." bu dört madde ile "Turizm Ürünleri ve Alternatif Turizm" için önemli eleştiri ve öneriler sıralanmıştır. Turizm çeşitlendirme ve planlamasında; "halkın turisti ve turizm gelişimini" memnuniyetle karşıladığı unutulmadan hem kamu (merkezi ve yerel) hem özel kuruluşlar (sivil toplum örgütleri ve meslek odaları) hem üniversiteler hem de alansal uzmanlar ve özel sektör profesyonellerinin katkısı ile turizm geliştirme hedeflerinin belirlenmesi, sürdürülebilir turizm konusunun daha doğru yönetilmesini sağlayacaktır (Kazancı vd., 2015; Kandemir ve Köroğlu, 2017; Köroğlu ve Kandemir, 2019a; Unur ve Şeker, 2023; Köroğlu ve Mülayim, 2023).

Karst Jeoturizmi

Zaman içinde karst ve karstlaşma kavramları oldukça yaygın bilinen, bilimsel ve estetik açıdan da ilgi çekici bir konu olmuştur (Ginés vd., 2009; Gili, 2015; Veress, 2016; Veress vd., 2018; Ruban, 2018). Genel olarak karst ve karstlaşma kavramları; tüm kayalarda (bazen magmatik ve metamorfik dahil) görülmesine karşın orijinal olarak sedimanter grup (çözünabilir kayalar) içindeki kireçtaşı (CaCO_3), dolomit ($\text{Ca}(\text{Mg})\text{CO}_3$), bikarbonatlı (HCO_3) ve evaporitik kayaların [Anhidrit (CaSO_4), Jips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), Sölestin (SrSO_4), Barit (BaSO_4), Halit (NaCl), Silvin (KCl)] su tarafından çözünmesi olayını tanımlar (Jones ve White, 2019). Karstlaşma; (1) yüzeysel “*epi-karst*” (obruklar ve dolinler vb.), (2) yeraltında “*endo-karst*” (mağaralar vb.) olmak üzere iki tipte incelenir (Ford ve Williams, 2007). Karstlaşma sonucunda mağara çökeli (*speleothem*) denilen hem karstlaşan hem de dışardan gelen malzemeler ile sarkıt-dikit ve bunların birleşimlerinden oluşan olağandışı jeolojik oluşumlar vardır (White, 2019). Karst alanları (mağaralar, düdenler vb.), 140 tane küresel jeoparkın yaklaşık 52 tanesinin (%37’lik kısmı) içinde karstik yapılar ve/veya tüm karstik peyzaj olarak; jeoturizm, ekoturizm ve mağara turizmi açısından çok sayıda ziyaretçinin ilgisini çekmekte ve çok değerli bir jeopark kaynak değeri olarak görülmektedir (Ruban, 2018).

Karstik alanlar jeolojik ve jeomorfolojik mirasın önemli öğeleridir ve turizm açısından jeomorfolojik yapıları ana tema olarak görülmekte, doğal peyzajı oluşturmakta ve turistlerin yoğun bir ilgisini de çekmektedir (Newsome ve Dowling, 2018). Ayrıca karstik yer şekilleri doğa temelli turizm temasının en önemli çekim yönlerinden birini de oluşturur (Khalaf, 2022). Karstik alanlar buldukları doğal çevreden dolayı yüksek derecede; bilimsel, etnik, ekolojik (biyoçeşitlilik) ve estetik standartlara göre değerlendirilir (Panizza, 2001; Zglobicki ve Baran-Zglobicka, 2013; Ruban, 2018; Tomić vd., 2019; Sena vd., 2021; Khalaf, 2022). Karstlaşmadan etkilenen

alanlar; koruma-kullanma, turizmin geliştirilmesi ve bilimsel araştırmalar açısından çok yüksek bir değere de sahiptir (Van Beynen, 2011; Delle Rose vd., 2014; Ruban, 2018; Köroğlu ve Kandemir, 2019a; Köroğlu ve Mülayim, 2023). UNESCO Dünya Mirası Alanları listesi içinde karstik bölgelerin de tescil edilmiş olması, bu durumu destekleyen ve kayıt altına alan bir gelişmedir (Williams, 2008; URL 6).

Mağaralar ve karstik alanlar özel ortamlar kategorisine girmekte ve yeryüzünün jeoçeşitliliği olarak adlandırılan olgunun önemli bir bileşenidir (Gray, 2004; Nazik, 2008). Yeraltı biyoçeşitliliği veya mağara ekosistemleri hassas ortamlar olarak bilinmektedir. Bu ortamdaki canlılar: “Troglksenler” (kısmi süreli yaşayanlar), “Troglfiller” (bağımsız sakinler) ve “Troglbitler” (sürekli mağara sakinleri) olmak üzere üç grup altında toplanır; başta yarasa, balık, çekirge, örümcek, sucul canlılar ve bazı mikroorganizmaları temel alan hem bilimsel hem de korumaya yönelik çalışmalar ile değerlendirilirler (Díaz, 2010). Mağara çökelleri, fosil ve arkeolojik kalıntıların benzersiz özellikleri ile yüksek ekonomik değere sahip ilginç bir turizm kaynağı haline de gelmiştir (Bruno vd., 2014; Tomić vd., 2019). Tarihsel süreçte mağaralar, muhtemelen doğa temelli turizm faaliyetlerinin en eski biçimlerinden birisini temsil etmektedir (Anderson, 2010). İlâveten, mağara turizmi bir bölgenin yerel ekonomisini iyileştirmek için önemli bir kaynak değer olarak da görülmektedir (Cigna ve Burri, 2000; Kandemir ve Köroğlu, 2017; Köroğlu ve Kandemir, 2019a).

Doğu Karadeniz’in Jeoturizm Potansiyeli

Karadeniz Bölgesi’nin doğu-kuzeydoğusunda yer alan Doğu Karadeniz Bölümü; jeoloji, tarih, kültür ve doğa başlıklarında Türkiye’deki en fazla katmana sahip olan alanların başında gelir (Okay ve Şahintürk, 1997; Zaman, 2010, 2012; Zaman vd., 2011; Kandemir ve Köroğlu, 2017; Altınay-Özdemir ve Kızıllırmak, 2019; Köroğlu

ve Kandemir, 2019a). Doğu Karadeniz Bölümü, kuzey-güney ve doğu-batı yönlerde uzanan dikdörtgen şekilli 120.000 km²'lik bir alanda hem görsel hem de yer bilimsel açıdan çok zengin kaynak değerlere sahiptir (Özsayar vd., 1981; Okay ve Şahintürk, 1997; Zaman, 2010, 2012; Zaman vd., 2011; Sarı vd., 2014; Nikishin 2015a, b; Hippolyte vd., 2015; İlhan vd., 2017; Dokuz vd., 2019; Kandemir ve Köroğlu, 2017; Köroğlu ve Kandemir, 2019a, b; Consorti ve Köroğlu, 2019; Aydın vd., 2020; Köroğlu ve Mülayim, 2023).

İki farklı kategorisi olan jeolojik miras kavramı için Doğu Karadeniz Bölümü'nde görsel etkisi düşük-yüksek, bilimsel değeri de düşük-yüksek olan değişik kombinasyonlara sahip kaynak değerlerin jeoturizm potansiyelinden tam olarak yararlanılamamaktadır (Zaman vd., 2011; Koçan, 2012; İlhan vd., 2017; Kandemir ve Köroğlu, 2017; Köroğlu ve Kandemir, 2019a; Köroğlu ve Mülayim, 2023). Doğu Karadeniz Bölümü, iller bazında görsel değeri yüksek olan jeolojik temelli (coğrafik veya jeomorfolojik) oluşumlar; Uzungöl (Trabzon), Sera Gölü (Trabzon), Çal Mağarası (Trabzon), Karagöl (Artvin), Cehennemdere Kanyonu (Artvin), Fırtına Vadisi (Rize), Kaçkar Dağları (Rize), Buzul Gölleri (Rize), Kuzalan Şelalesi (Giresun), Mavi Göl (Giresun), Giresun Adası (Giresun), Ulugöl (Ordu), Küpkaya Kanyonu (Ordu), Perşembe Yaylası (Ordu), Limni Gölü (Gümüşhane), Karaca Mağarası (Gümüşhane) ve Tomara Şelalesi (Gümüşhane) vb. örnekleri üzerinden jeoturizm faaliyetleri yapılmaktadır. Bu alanlardaki faaliyetlerle bölgedeki turizm pastasından da önemli bir pay alınmasına karşın çalışmaların organize, bilinçli ve sürdürülebilir olmadığı da gözlenmiştir. Jeoturizm için gerekli olan bilimsel altyapı ve koruma stratejilerinin eksikliği, "Heyecan-Eğlence-Eğitim" kavramından sadece "Heyecan" ve "Eğlence" başlıklarında yoğunlaşılmasına sebep olmaktadır (Kandemir ve Köroğlu, 2017; Köroğlu ve Kandemir, 2019a; Köroğlu ve Mülayim, 2023). Doğu Karadeniz Bölümü'nde ortalama turist sayısı hem ulaşım hem de konaklama sektörlerinin

büyüme verilerine göre sürekli artış göstermesine karşın bu artışın jeoturizmin en önemli amacı olan yerel halka ve sürdürülebilirlik konularına katkıları çok sınırlı kalmıştır (Kandemir ve Köroğlu, 2017; Köroğlu ve Kandemir, 2019a).

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmadaki materyal; Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Berdiga Formasyonu (Pelin, 1977; Koch vd., 2008; Kırmacı vd., 2018; Özyurt vd., 2020) ile Tonya Formasyonu'nun Maastrichtiyen-Tanesiyen yaşlı Şahinkaya Üyesi'nin (Korkmaz, 1993; İnan vd., 1999; Köroğlu ve Kandemir, 2019b; Consorti ve Köroğlu, 2019; Consorti vd., 2020) neritik (sığ) ve yarı pelajik (orta derin) kireçtaşı tabakalarında gelişen karstik mağara sistemleri ve onların jeoturizm potansiyeli olarak seçilmiştir.

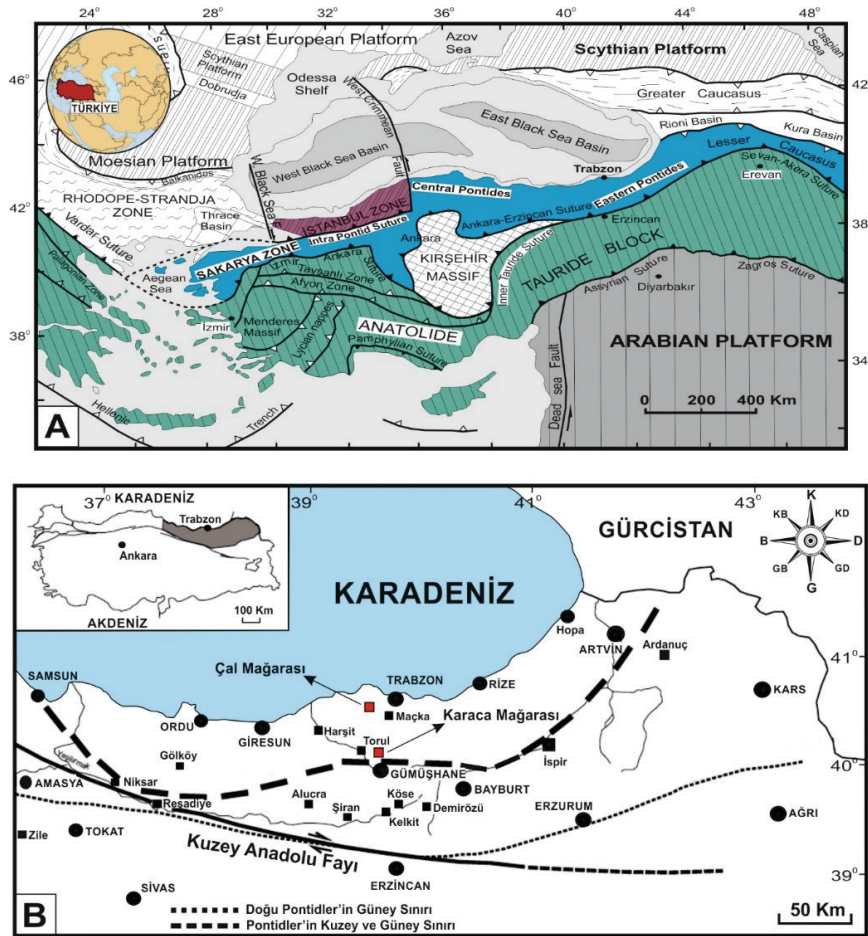
Yöntem olarak jeolojik kaynak değerlerinin jeoturizm konsepti içerisindeki sürdürülebilirlik perspektifi ile Doğu Karadeniz Bölümü'ndeki Karaca ve Çal karstik (doğal) mağaralarının hem bölgesel hem de küresel jeoturizm potansiyeli kullanılmıştır (Uzun, 1991; Zaman vd., 2011; Şeren vd., 2012; Koçan, 2012; Törk vd., 2013; Kandemir ve Köroğlu, 2017; Köroğlu ve Kandemir, 2019a). Her iki mağara için farklı dönemlerde yapılan arazi çalışmalarında veriler toplanmıştır. Karaca ve Çal mağaraları üzerine yapılan tüm bilimsel çalışmalar hem materyal ve yöntem hem de teorik çerçevenin oluşturulmasında kullanılmıştır.

BÖLGESEL JEOLojİ ve KARST

Türkiye: Paleozoyik ile Holosen arasında yaşlar verilen kayaç birlikliklerinden oluşan, yitim zonlarını işaret eden okyanusal kabukları gösteren ofiyolitik süturlar ile ayrılmış farklı tektonik hatları içeren; sedimanter, magmatik ve metamorfik birimlerden oluşmaktadır (Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay ve Şahintürk, 1997; Okay ve Tüysüz, 1999; Okay vd., 2001; Van Hinsbergen vd., 2020; Şengör vd., 2023). Doğu Sakarya Zonu (Doğu Pontidler), KD Türkiye'de Sakarya Zonu'nun bir bölümündeki doğu-batı yönünde

uzanımı olan Alp-Himalaya orojenik kuşağının içindeki dikdörtgen şeklinde (en: 200 km, boy: 600 km) bir alanı kapsamaktadır (Özsayar vd., 1981; Okay vd., 1994; Okay ve Şahintürk, 1997). Alp-Himalaya orojenik sisteminin gelişim safhalarında, Paleozoyik-Mezozoyik-Senozoyik yaşlı; magmatik, metamorfik ve sedimanter kayalar Doğu Sakarya Zonu (Doğu Pontidler) içinde tektono-magmatik ve tektono-sedimanter birimleri oluşturmuştur (Özsayar vd., 1981; Okay vd., 1994; Bektaş vd., 1995; Okay ve Şahintürk, 1997; Arslan ve Aslan, 2006; Karlı vd., 2010;

Dokuz vd., 2019; Aydın vd., 2020) (Şekil 1a ve 1b). Doğu Sakarya Zonu (Doğu Pontidler), kuzey ve güney bölgelerindeki baskın litolojik farklılıklara göre iki zona ayrılmıştır (Özsayar vd., 1981; Okay ve Şahintürk, 1997). “Kuzey Zon” magmatik (Gedikoğlu vd., 1979; Karlı vd., 2010; Aydın vd., 2014; Yücel vd., 2017; Dokuz vd., 2019; Kandemir vd., 2019), “Güney Zon” ise karbonat ve kırıntılı sedimanter birimlerden oluşur (Taşlı, 1990; Yılmaz, 2002; Yılmaz vd., 2008; Koch vd., 2008; Eker ve Korkmaz, 2011; Özyurt vd., 2020; Atasoy vd., 2022).



Şekil 1. Çalışma alanlarının jeolojik konumu. **a)** Türkiye ve çevresinin tektonik birimler haritası (Okay ve Tüysüz, 1999’den değiştirilerek); **b)** Kuzey ve Güney Zon ayrımının bölgesel konumu (Özsayar vd., 1981’den değiştirilerek).

Figure 1. Geological location of the study areas. **a)** Tectonic units map of Türkiye and its surroundings (modified from Okay and Tüysüz, 1999); **b)** Regional location of the North and South Zone division (modified from Özsayar et al., 1981).

Jovan Cvijić (1865-1927) tarafından "karst" terimi, ilk olarak Adriyatik kıyısı boyunca ve Trieste'nin (İtalya) doğusundaki geniş alanlarda gözlenen yüzey ve derindeki şekilleri tanımlamak için kullanılmıştır (Erinç, 2001; Ford, 2007). Karst, geçmişi Hint-Avrupa öncesi dönemlere kadar uzanan İtalyanca "Carso" kelimesinden türetilmiştir (Ford ve Williams, 2007). Karstlaşma; yeraltı suyunun kireçtaşı, jips, dolomit ve mermer gibi çözünebilir karbonatlı kayalar üzerindeki çözünme etkisiyle gelişen dolinler, mağaralar ve yeraltı suyu sistemlerini içeren yeraltı ve yeryüzü şekillerini tanımlamak içinde kullanılan coğrafik veya jeomorfolojik bir terimdir (Ford ve Williams, 2007; Chalikakis vd., 2011; De Waele, 2017; Varnavina vd., 2019; Hussain vd., 2020). Karstik alanlar yüksek kaya çözünürlüğü ve ikincil iyi gelişmiş gözenekliliğin bir kombinasyonunu içeren belirli hidrolojik koşullara ve yer şekillerine sahip alanlar olarak tanımlanmaktadır (Goldscheider ve Drew, 2007; Ford ve Williams, 2007; Öztürk, 2018; De Waele ve Gutierrez, 2022). Dünya yüzeyindeki sedimanter birimlerin ~%15'i karstlaşmıştır (Goldscheider vd., 2020) ve tatlı suyun ~%9'unu karstik alanlardaki bu akiferlerin sağladığı tahmin edilmektedir (Stevanovic, 2019).

Türkiye'nin toplam yüz ölçümünün ~%40'ını kaplayan karstik alanlar; Toros Dağları, Trakya ve Karadeniz Dağları, Batı Anadolu, Orta Anadolu, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu olmak üzere 6 bölgede bulunmaktadır (Nazik vd., 2019; Yamaç vd., 2021a, b). Aynı zamanda Türkiye'nin 783.562 km² yüz ölçümünün ~%40'lık bölümü; kireçtaşı, dolomit ve jips gibi karstlaşmaya uygun kayalardan oluşmaktadır (Nazik vd., 2019; Yamaç vd., 2021b). Hacimsel olarak ~300.000 km² alan içindeki karstlaşmaya uygun bölgelerde binlerce mağara olduğu da tahmin edilmektedir (Nazik vd., 2019; Yamaç vd., 2021b).

Doğu Karadeniz Bölümü'ndeki karstik alanlar, genellikle Üst Jura-Alt Kretase ve Üst Kretase-Paleojen yaşlı kireçtaşlarında gözlenmektedir (Uzun, 1991; Dilek vd., 1992; Ofluoğlu, 1993;

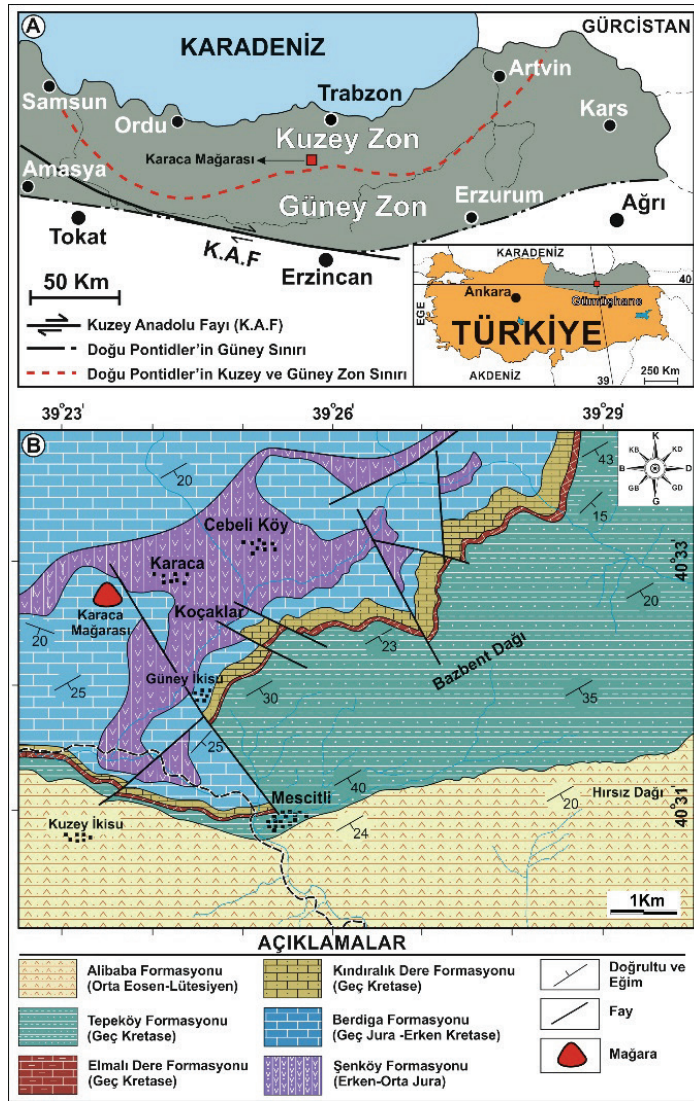
Zaman vd., 2011; Şeren vd., 2012; Törk vd., 2013; Nazik ve Poyraz, 2017; Köroğlu, 2018; Nazik ve Bayarı, 2018; Kandemir ve Köroğlu, 2017; Köroğlu ve Kandemir, 2019a; Özyurt vd., 2020). Akarsular tarafından yarıma, iklimsel etkiler, Mesozoyik-Senozoyik volkanizması, tektonik blok hareketleri ve deniz seviyesindeki değişimler, bu karstik alanların jeomorfolojik gelişiminde önemli bir rol oynamıştır (Van ve Boynukalın, 1991; Dilek vd., 1992; Ofluoğlu, 1993; Nazik ve Poyraz, 2015, 2017; Kandemir ve Köroğlu, 2017; Köroğlu, 2018; Kandemir ve Köroğlu, 2019a). Doğu Karadeniz Bölümündeki karstik alanlar, çözünmeye uygun kayaların sınırlı alanlarda yüzeylenmesi nedeniyle bölge genelinde mağara gelişimi oldukça sınırlı kalmıştır (Özsayar vd., 1981, 1982; Korkmaz, 1993; Hippolyte vd., 2015; Kandemir ve Köroğlu, 2017; Köroğlu, 2018; Nazik ve Bayarı, 2018; Köroğlu ve Kandemir, 2019a; Özyurt vd., 2020). Bu mağaralardan bazıları; Karaca (Torul-Gümüşhane), Çal (Düzköy-Trabzon), Çımağıl (Merkez-Bayburt), Yazkonağı (Ünye-Ordu) ve Kuzalan (Dereli-Giresun) olarak verilebilir (Ofluoğlu, 1993; Ersoy vd., 2006; Çevik vd., 2011; Zaman vd., 2011; Koçan, 2012; Şeren vd., 2012; Törk vd., 2013; Uzun, 2015; Kandemir ve Köroğlu, 2017; Nazik ve Bayarı, 2018; Köroğlu ve Kandemir, 2019a).

Karaca Mağarası ve Jeolojisi

Torul (Gümüşhane) ilçesinin Cebeli Köyüne bağlı, Karaca Mahallesi sınırları içerisinde yer alan Karaca Mağarası'na, Gümüşhane-Trabzon kara yolundan kuzeye doğru ~4 kilometrelik bir yol takip edilerek ulaşılır (Şekil 2a ve b). Berdiga Formasyonu'nun kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşı (Pelin, 1977; Özyurt vd., 2019, 2020) seviyelerinin karstlaşmasıyla oluşan Karaca Mağarası, yerel halk tarafından iyi bilinmesine karşın Şükrü Erüz (Jeoloji Mühendisi) tarafından 1983-1990 yılları arasında bölgede yapılan 7 yıllık çalışmalardan sonra ortaya çıkmış ve 1994 yılından itibaren

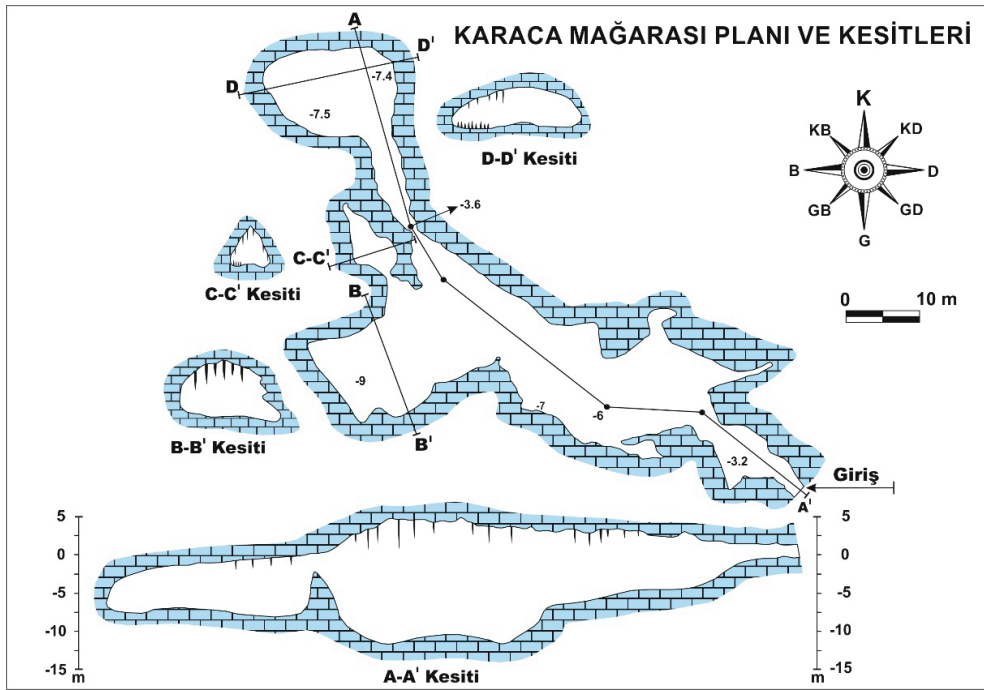
turistik faaliyetlere açılmıştır (Zaman, 2000; URL 7; URL 8). 2020-2023 yılları arasında Karaca Mağarası 355.923 ziyaretçi ağırlamıştır (T.C. Gümüşhane İl Özel İdare). Karaca Mağarası, keşfi ile beraber Gümüşhane ilinin diğer jeolojik miras değerleri içinden sıyrılarak en önemli turizm merkezi olmuştur (Erüz, 2008). Karaca Mağarası;

uzunluğu ~150 m, yüksekliği giriş ağzında ~2 m ve iç kesimlerde ~18 m yatayda gelişmiş her biri benzer elipsoidal şeklinde dört odanın birleşiminden oluşan ~1.500 m² alana sahiptir (Şekil 3, 4 ve 5) (Uzun, 1991; Dilek vd., 1992; Zaman, 2000; Şeren vd., 2012; URL 8).



Şekil 2. Karaca Mağarası'nın konumu ve jeolojisi. **a)** Çalışma alanı Karaca Mağarası ile bölgenin Kuzey ve Güney Zon ayrımı (Özsayar vd., 1981'den değiştirilerek); **b)** Mescitli bölgesinin jeoloji haritası ve Karaca Mağarası'nın konumu (Güven, 1993; Özyurt vd., 2020'den değiştirilerek).

Figure 2. Location and geology of Karaca Cave. **a)** Study area Karaca Cave and the North and South Zone division of the region (modified from Özsayar et al., 1981); **b)** Geological map of Mescitli region and the location of Karaca Cave (modified from Güven, 1993; Özyurt et al., 2020).

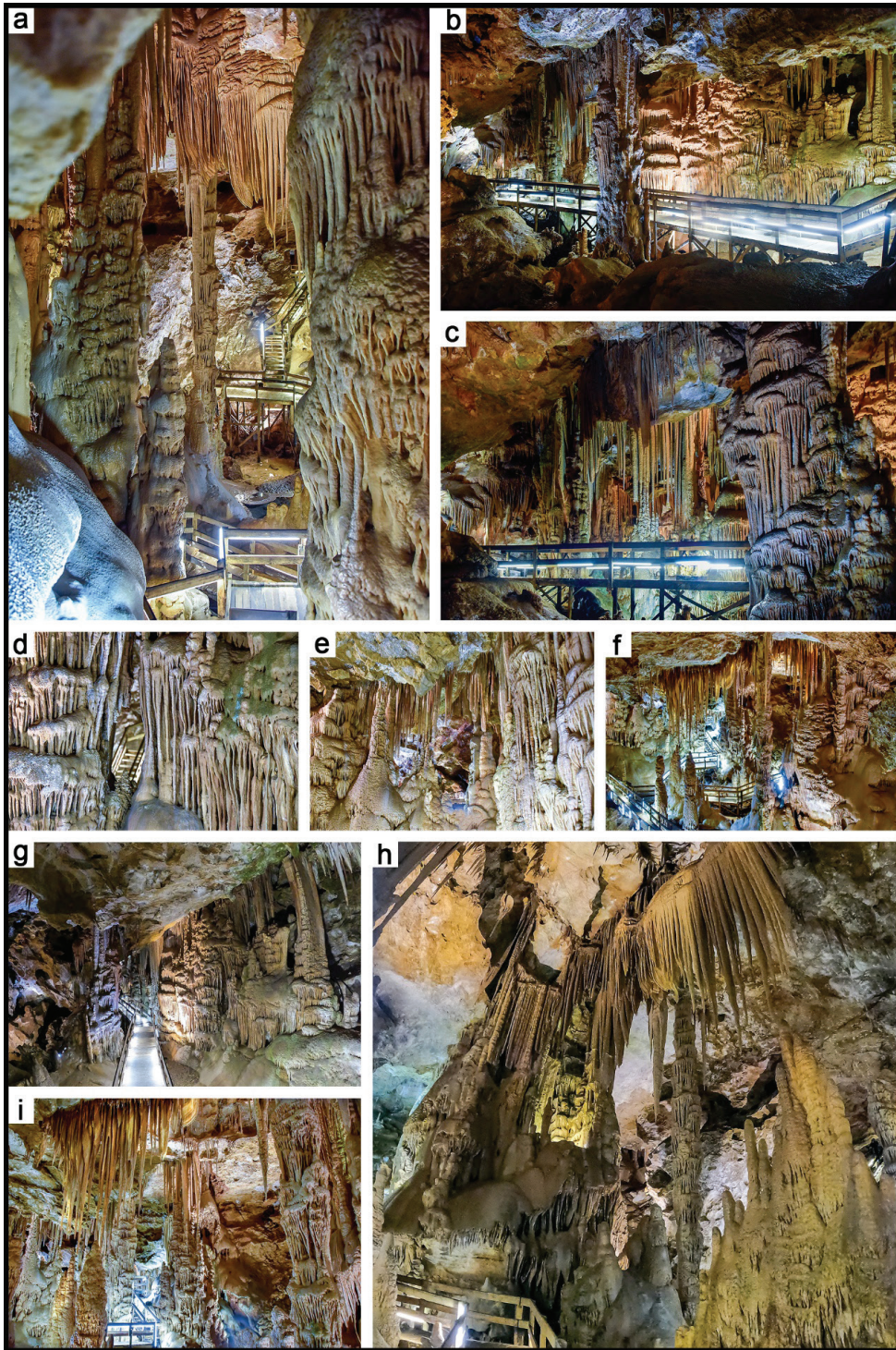


Şekil 3. Karaca Mağarası'nın vaziyet planı ve farklı noktalarındaki kesitleri (Dilek vd., 1992'den basitleştirilerek alınmıştır).

Figure 3. Site plan of Karaca Cave and sections at different points (simplified from Dilek et al., 1992).

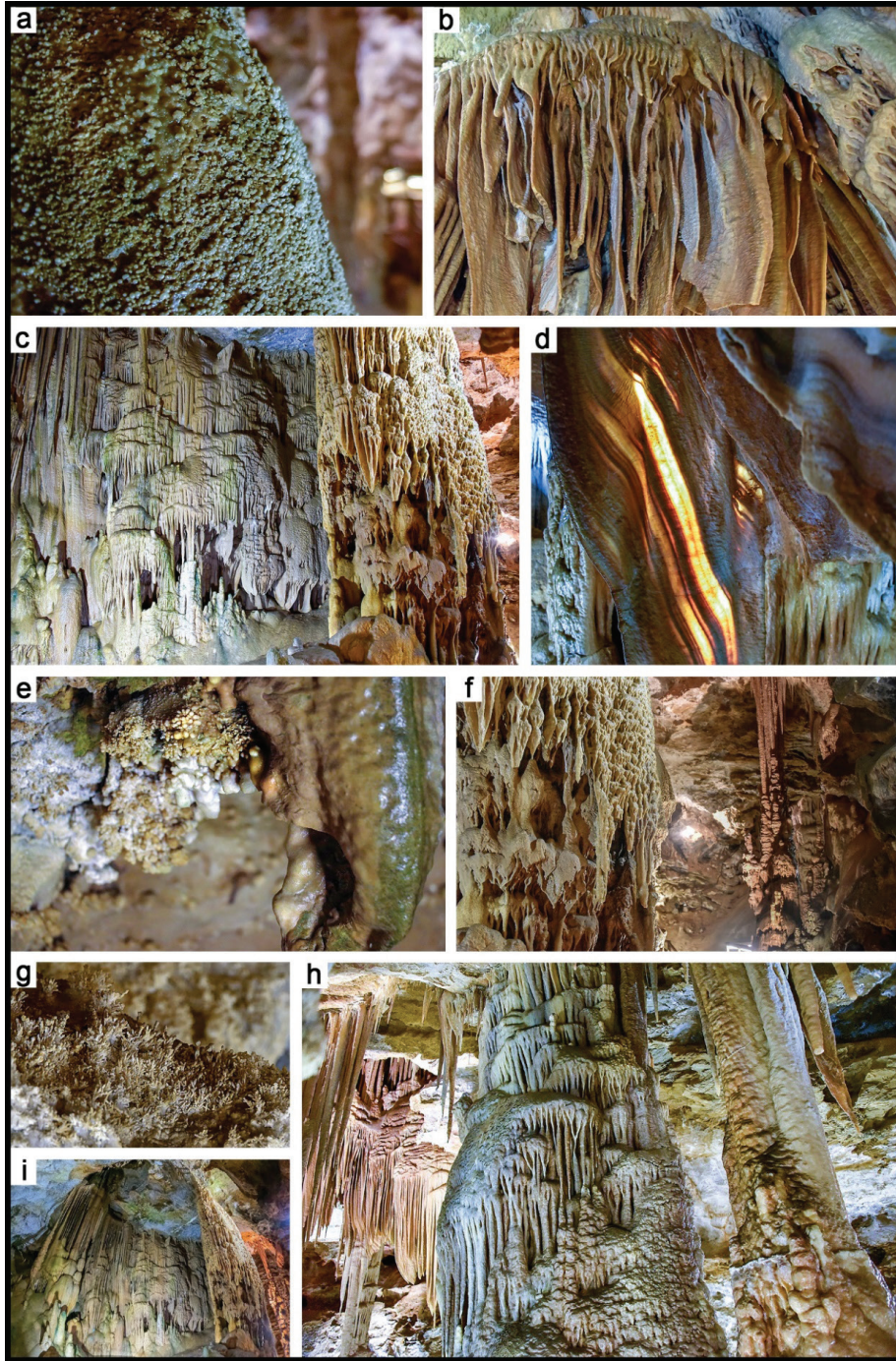
Mescitli (Torul, Gümüşhane), Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Berdiga Formasyonu'na ait karbonatlı çökellerin en iyi yüzeylendiği Doğu Sakarya Zonu'nun güneyinde yer almaktadır (Şekil 2b). Doğu Sakarya Zonu'nun güney bölümündeki temel; Hersiniyen Metamorfikleri ve Üst Karbonifer yaşlı granitoidik (~320 My) kütlelerden oluşur (Dokuz, 2011). Bölge genelinde, temel üzerine Alt-Orta Jura yaşlı volkanik ve sedimanter birimler çoğunlukla; silisiklastik, andezit-bazalt-volkanoklastik ve yer yer "Ammonitico-Rosso" (İtalyanca=Ammonit fosili içeren kırmızı kireçtaşı) fasiyeslerini içeren genişlemeli (rift) havza çökelleri olarak gelmektedir (Kandemir, 2004; Kandemir ve Yılmaz, 2009). Üst Jura-Alt Kretase kireçtaşları (Berdiga Formasyonu), genişlemeli (rift) havza çökelleri (volkano-sedimanter ve "Ammonitico-Rosso") üzerine uyumlu bir dokanak ile gelmektedir (Pelin, 1997). Doğu Sakarya Zonu'ndaki platform tip

karbonatlara, bentik foraminifer faunalarına göre biyostratigrafik olarak Oksfordiyen-Albiyen yaşı verilmiştir (Taslı, 1990; Kırmacı, 1992; Kırmacı vd., 1996; Taslı vd., 2000; Vincent vd., 2018). Mescitli (Torul, Gümüşhane) bölgesi, Berdiga Formasyonu'nun alt kısmı tamamen dolomitleşmiş (Özyurt vd., 2019), üst kısmı ise iyi korunmuş bir kireçtaşı ardalanmasından oluşmaktadır (Özyurt vd., 2020). Bu ardalanma, üç farklı tortul topluluktan oluşan Üst Kretase birimleri tarafından örtülmektedir (Okay ve Şahintürk, 1997; Yılmaz, 2002; Yılmaz ve Kandemir, 2006; Eyüboğlu, 2015). Hem Hersiniyen temel hem de Hersiniyen sonrası volkano-sedimanter birlikler Eosen granitik intrüzyonları tarafından kesilir ve erken Senozoyik volkano-sedimanter birimler tarafından uyumsuzlukla örtülür (Arslan ve Aliyazıcıoğlu, 2001; Karşı vd., 2007, 2010, 2011).



Şekil 4. Karaca Mağarası'nın gezilebilen alanları. **a)** Mağara girişi ve ilk oda; **b-h)** Mağara içerisindeki farklı odalar ve yürüyüş yolları ile duvarlardaki süsler.

Figure 4. Walkable areas of Karaca Cave. **a)** The entrance of cave and first room; **b-h)** The different spaces and walking paths inside cave, and the ornaments on the walls.



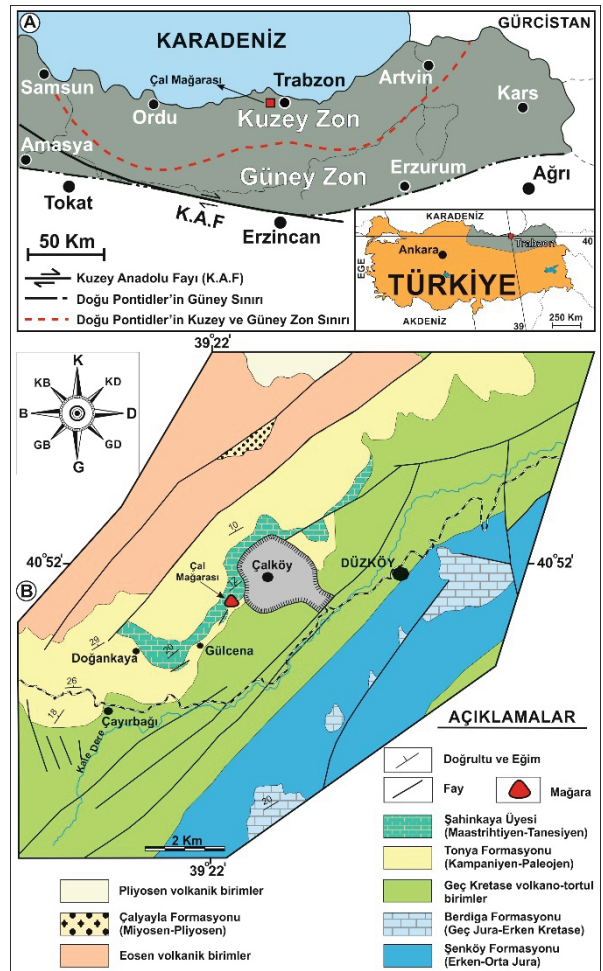
Şekil 5. Karaca Mağarası'nın speleothem yapıları. **a, e)** Yumru tipi duvar süsleri veya mağara incileri; **b, d)** kalkan tip duvar süsleri veya fil kulakları; **c, f, i)** Sarkıtlar; **g)** Heliktitler (*Helictites*): düzensiz sarkıt benzeri yapılar; **h)** Sarkıtlar, dikitler ve kolonlar.

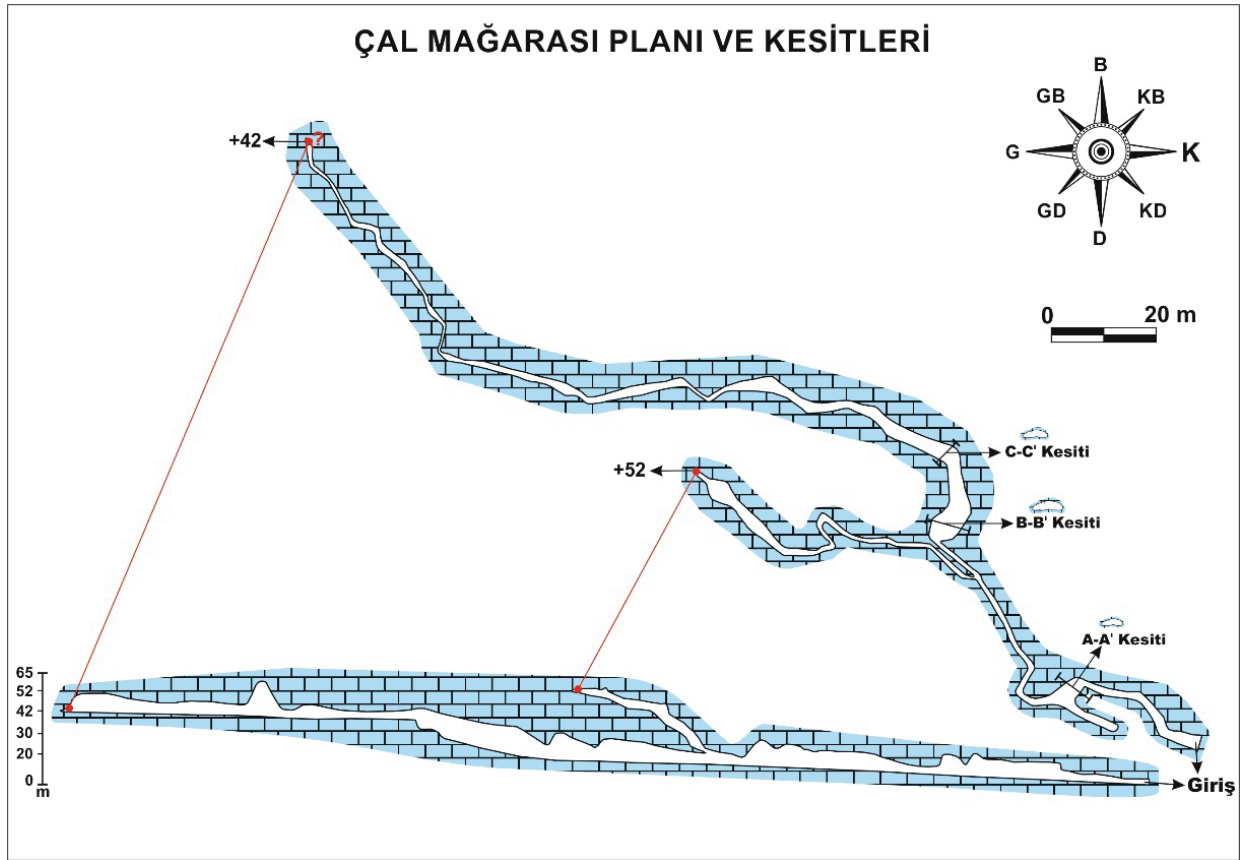
Figure 5. Speleothem structures of Karaca Cave. **a, e)** Nodular type wall ornaments or cave pearls; **b, d)** Shield type wall ornaments or elephant ears; **c, f, i)** Stalactites; **g)** Helictites; irregular stalactite-like structures; **h)** Stalactites, stalagmites and columns.

Çal Mağarası ve Jeolojisi

Çal Mağarası; Trabzon şehir merkezine yaklaşık 46 km uzaklıkta olup Akçaabat-Düzköy devlet yolu ile ulaşılan ve Düzköy ilçesi Çalköy-Çayırbağı sınırları içerisinde yer almaktadır (Şekil 6a ve 6b) (URL 9). 2003 yılında turizme kazandırıldıktan sonra mağara yılda 30 ila 50 bin arasında ziyaretçi ağırlamıştır (URL 10). 2020-2023 yılları arasında Çal Mağarası 514.947 ziyaretçi ağırlamıştır (T.C. Trabzon Büyükşehir Belediyesi). Mağara, Çalköy-Çayırbağı (Düzköy, GB Trabzon) yörelerindeki Şahinkaya Üyesi; yaklaşık olarak ~7-10 km uzunluğunda, ~500-1000 m genişlik, ~100 m kalınlığında ve Kretase-Paleojen (K/Pg) yaşlı neritik kireçtaşlarından oluşur (Korkmaz, 1993; İnan vd. 1999; Özer vd., 2009; İnan ve İnan, 2014; Hippolyte vd., 2015; Köroğlu ve Kandemir, 2019a, b; Consorti ve Köroğlu, 2019; Consorti vd., 2020).

Çal Mağarası, Çalköy'ün (Düzköy, Trabzon) ~1 km batısındaki Mağarataşı Tepe mevkinde, giriş ağzı 1132 m rakımlı, KD-GB yönünde yatay uzanımlı ve içinde yeraltı deresi mevcut olan, aktif bir mağaradır. Çal Mağarası, iki kola ayrılır ve toplam uzunluk 1010 m (ana kol: ~750 m ve yan kol: ~250 m) olarak verilmektedir (Törk vd., 2013). ~750 m ana kol sonundaki sifon girişe göre ~(+)42 m ve yan kolun en yüksek noktası da girişten ~(+)52 m daha yüksektir (Şekil 7) (Törk vd., 2013). Mağaranın geliştiği kalın tabakalı neritik kireçtaşlarının eğim yönleri, kırık-çatlak sistemleri, tektonik ve volkanik daykların yapısal kontrolünde genişliği ~1-10 m arasında (ortalama ~4.8 m); yüksekliği ise ~2-30 m arasında (ortalama ~5.7 m) olarak ölçülmüştür (Şekil 7) (Van ve Boynukalın, 1991; Törk vd., 2013; Köroğlu ve Kandemir, 2019a, b; Alemdağ vd., 2023). Sığ bir derinlikte bulunan Çal Mağarası; sıcaklık ve nispi nem oranında hava sirkülasyonun etkisi ile mevsimlere göre farklılık göstermekte, ortalama sıcaklık değerleri ise 12 ile 15 °C arasında değişmektedir (Zaman vd., 2011).



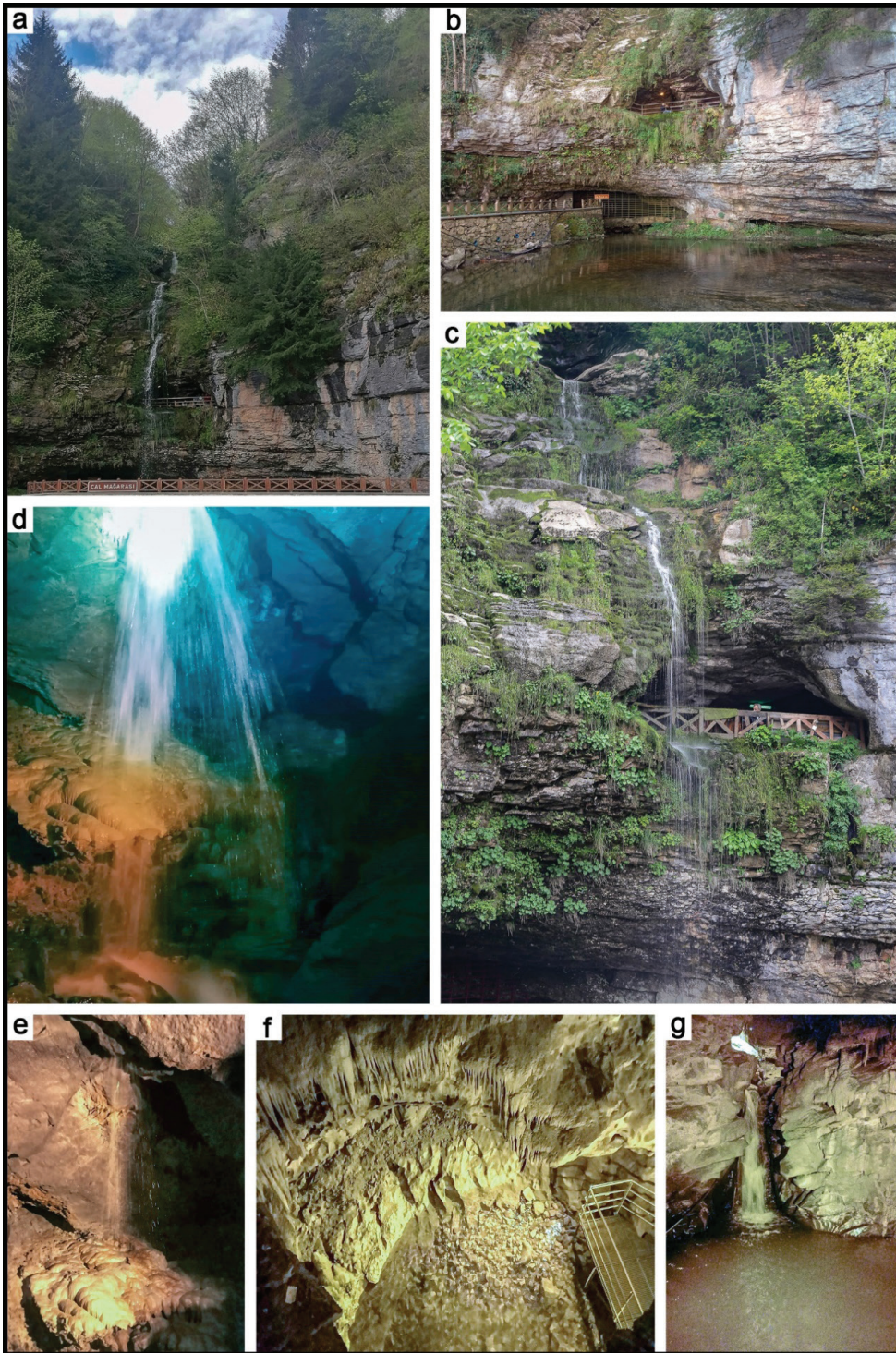


Şekil 7. Çal Mağarası'nın vaziyet planı ve farklı noktalarındaki kesitleri (Törk vd., 2013'ten basitleştirilerek alınmıştır).

Figure 7. Site plan of Çal Cave and sections at different points (simplified from Törk et al., 2013).

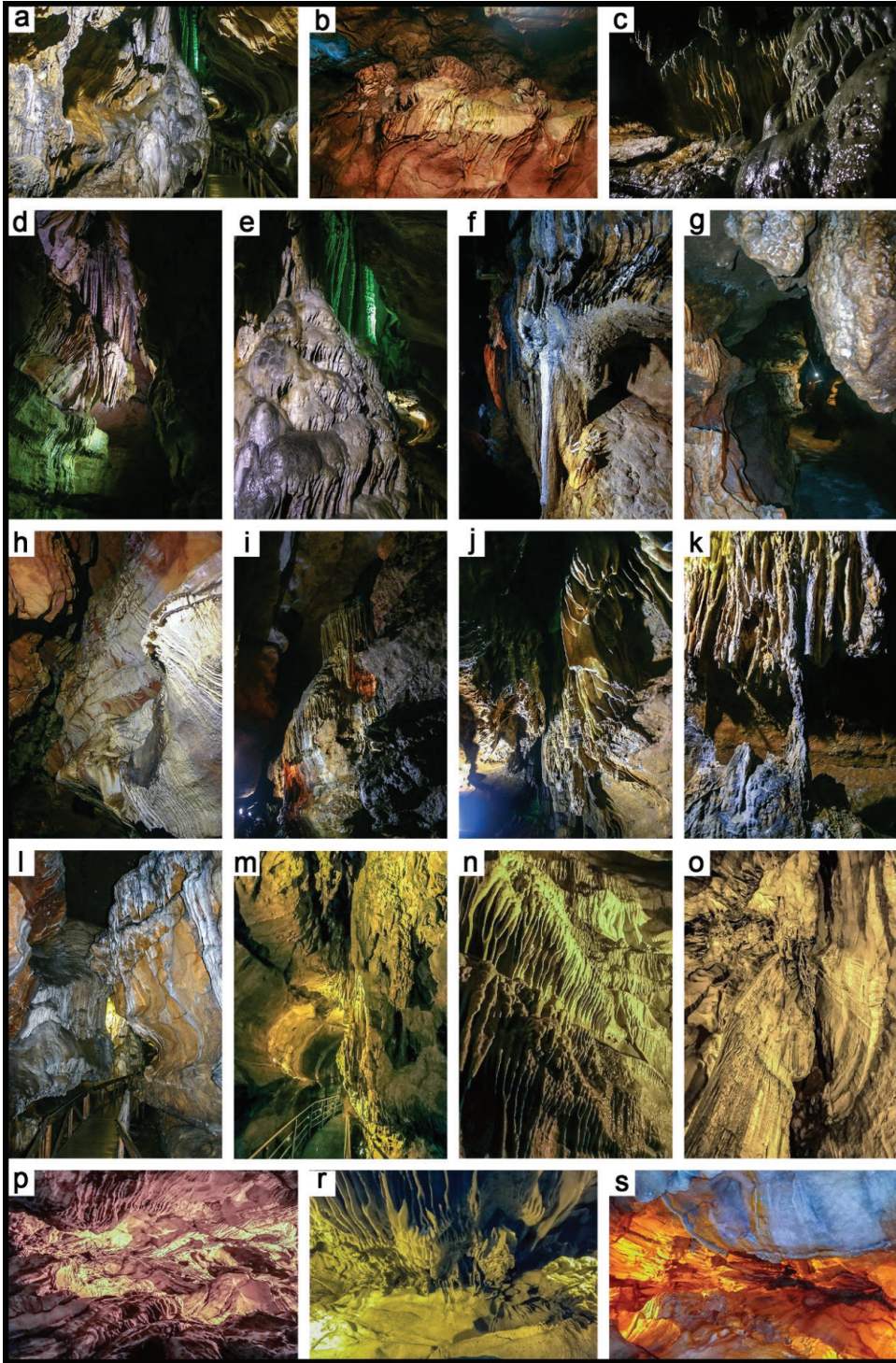
Çal Mağarası'nın içinde bulunduğu Şahinkaya Üyesi'nin çekiciliği; stratigrafisi, fosil içeriği, yapısal özellikleri (mağara, dolin vb.) ve sportif (dağcılık) faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır (URL 11; Hippolyte vd., 2015; Köroğlu ve Kandemir, 2019a, b; Consorti ve Köroğlu, 2019; Consorti vd., 2020). Şahinkaya Üyesi'nin kireçtaşı tabakaları KB'ya 20° ile 30° arasında eğimlidir ve üyenin içinde farklı büyüklüklerde karstik yapılar yaygındır (Törk vd., 2013; Köroğlu ve Kandemir, 2019a, b). Mağara duvarları; çoğunlukla sarkit-dikit ve bunların birleşimlerinden oluşan duvar örtüsü ile kaplıdır (Şekil 8 ve 9) (Törk vd., 2013; Köroğlu ve Kandemir, 2019a). Mağara içerisinden

dönemsel olarak debi artışıyla ırmak büyüklüğüne ulaşan akarsuya bağlı bir şelale ve küçük yeraltı gölü de bulunur (Şekil 8 ve 9) (Törk vd., 2013; Köroğlu ve Kandemir, 2019a). Ofluoğlu (1993), "Çalköy-Alazlı (Düzköy-Trabzon) yöresinin karstlaşma yönünden incelenmesi" başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında; Çalköy-Alazlı yöresinde, karstlaşma sonucunda oluşan yapıların özelliklerini ve karstlaşma nedenlerini açığa çıkarmayı amaçlamıştır. Karstlaşma ile Şahinkaya Üyesi'nde gelişmiş; çapları 4-55 m arasında değişen dolinler, karstik boşluklar ve Çal Mağarası içinden akan bir akarsu olduğu vurgulamıştır (Ofluoğlu, 1993).



Şekil 8. Çal Mağarası'nın girişi ve içerisindeki akarsular. **a-c)** Mağara girişi; **d, e)** yan kolun üzerindeki sifon yapısı; **f, g)** ana kol üzerindeki şelale ve küçük bir göl.

Figure 8. The entrance of Çal Cave and the streams inside. **a-e)** Cave entrance; **d, e)** Siphon structure on the side branch; **f, g)** Waterfall and a small lake on the main branch.



Şekil 9. Çal Mağarası'nın speleothem yapıları ve gezilebilen alanları. a-s) Yürüyüş yolları, dikitler, sarkıtlar ve kolon yapıları.

Figure 9. Speleothem structures and walkable areas of Çal Cave. a-s) Walking paths, stalagmites, stalactites and columns structures.

Çayırbağı ve Çalköy yöresinin (Düzköy, GB Trabzon) stratigrafisi aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır. Bölgenin temeli Şenköy Formasyonu'nun Alt-Orta Jura yaşlı kırıntılı tortulları, yastık lavları, bazaltik-piroklastik kayaçları tarafından baskın ve tabanda "Ammonitico-Rosso" tipi kireçtaşlarından oluşur (Kandemir, 2004; Kandemir ve Yılmaz, 2009). Şenköy Formasyonu, Berdiga Formasyonu'nun platform karbonatları tarafından uyumlu bir şekilde örtülür (Pelin, 1977; Vincent vd., 2018; Özyurt vd., 2020). Berdiga Formasyonu, Üst Jura-Alt Kretase yaşlı verilen kumlu kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, dolomit, çört nodülleri ve büyük ölçüde platform tipi karbonatlarla karakterize edilir (Korkmaz, 1993; Pelin, 1977; Kırmacı vd., 2018; Özyurt vd., 2022). Bölgede Üst Kretase birimleri yaklaşık 2 km kalınlığında volkano-sedimanter formasyonlar; Çatak, Kızılkaya, Çağlayan, Tirebolu (Güven, 1993; Aydın, 2014; Aydın vd., 2020) ve Tonya (Korkmaz, 1993) olmak üzere beş formasyondan oluşur. Tonya Formasyonu, Üst Kretase volkano-sedimanter birimlerin en üst seviyesinde, kalsiklastik yelpaze çökelleri (CSFs=*Calciclastic Submarine Fan systems*) olarak ince-orta tabakalı, beyaz kireçtaşı, kumlu kireçtaşı ve marnlardan oluşur (Korkmaz, 1993; Kırmacı ve Akdağ, 2005; Sofracıoğlu ve Kandemir, 2013; Sarı vd., 2014; Hippolyte vd., 2015). Tonya Formasyonu ve Şahinkaya Üyesi'nin tabanında Tirebolu Formasyonu ve tavan kesimde de Eosen yaşlı volkano-tortul çökeller arasındaki kalınlığı ~317 m olarak ölçülmüştür (Korkmaz, 1993). Tip kesitindeki planktonik foraminifer biyostratigrafisine göre Tonya Formasyonu'nun yaşlı üst Kampaniyen-Daniyen olarak verilmiştir (Özkar ve Kırıcı, 1997).

Şahinkaya Üyesi Gürbulak, Hacımehmet, Hayrat, Çayırbağı, Şalpazarı ve Tonya'daki pelajik bölümlerden farklı olarak neritik seviyeleri sadece Çayırbağı-Çalköy arasında tanımlanmıştır (Özsayar vd., 1981; Korkmaz, 1993; Bektaş vd., 1995; Özkar ve Kırıcı, 1997; Kırmacı ve

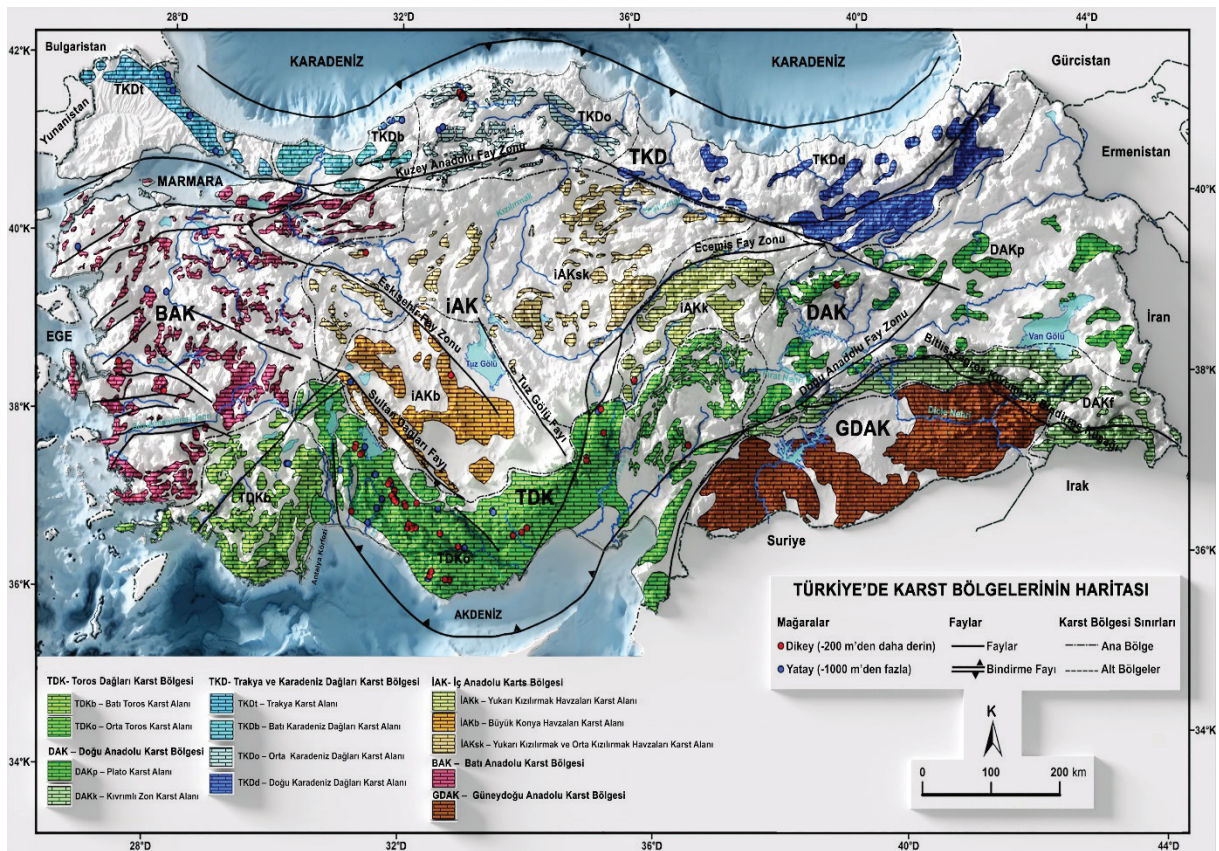
Akdağ, 2005; Sofracıoğlu ve Kandemir, 2013, Hippolyte vd., 2015; Türk-Öz ve Özyurt, 2018; Consorti ve Köroğlu, 2019; Consorti vd., 2020). Bölgede Kampaniyen'deki derin deniz koşulları alt Maastrichtiyen'deki transgresyon ile sığ denizel alanları ortaya çıkarmıştır (Özer vd., 2009; Consorti ve Köroğlu, 2019). Şahinkaya Üyesi'nin rudistli kireçtaşları üst Maastrichtiyen'de sığ denizel kesimleri simgelemektedir (Özer vd., 2009; Consorti ve Köroğlu, 2019). Çayırbağı ve Çalköy (Düzköy, GB Trabzon) yöresinde genellikle sarp tepeleri oluşturan Şahinkaya Üyesi'nin kireçtaşları; bol çatlaklı, makrofosilli ve karstik boşlukludur. Çal Mağarası'nı bu karstik boşluklar oluşturmaktadır. Hem sedimantolojik hem de paleontolojik olarak elde edilen veriler ile üç tip (1. biyoklastik kum sığılığı, 2. mercanalg yama resif, 3. orta rampa) mikrofasiyes ayrımı yapılmıştır (Consorti ve Köroğlu, 2019). Şahinkaya Üyesi, ölçülü stratigrafik kesitlerde ~100 m kalınlığında (Köroğlu, 2018) bentik ve planktonik foraminiferlere dayalı olarak; Maastrichtiyen-Daniyen (Korkmaz, 1993), Maastrichtiyen-Tanesiyen (İnan vd., 1999; İnan ve İnan, 2014), Maastrichtiyen (Özer vd., 2009), Kampaniyen-Selandiyen (Hippolyte vd., 2015) ve Maastrichtiyen-Tanesiyen olarak verilmektedir (Consorti ve Köroğlu, 2019; Consorti vd., 2020).

Tonya Formasyonu ve Şahinkaya Üyesi, Kabaköy Formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtülmektedir (Güven, 1993). Kabaköy Formasyonu; andezit, bazalt ve bunların piroklastikleri, daha az miktarda kumtaşı, kumlu kireçtaşı, tüfit ve *Nummulites* sp., fosillerinden oluşmaktadır (Güven, 1993; Kurt vd., 2005). Kurt vd. (2005) tarafından Miyosen-Pliyosen yaşlı Çalyayla Formasyonu; diyorit çakıllı, matriks destekli konglomeradan oluşur. En genç birim olan Pliyosen yaşlı Karadağ Formasyonu; olivin-ajit bazalt ve piroklastiklerinden oluşur (Aydın vd., 2009).

MAĞARALARIN JEOTURİZM POTANSİYELİ

Bölgesel konumundan dolayı, aktif bir tektonik alanda yer alan Türkiye; Paleozoyik'ten Holosen'e kadar geniş bir jeolojik tarihçe boyunca; paleotektonik, paleocoğrafik ve paleoklimsel değişimler ile beraber karstlaşma sonucunda çok farklı uzunluk ve derinlikte karstik oluşumlara sahiptir (Şekil 10, 11 ve 12) (Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay ve Tüysüz, 1999; Nazik ve Tuncer, 2010; Nazik vd., 2019; Kuzucuoğlu vd., 2019;

Kazancı ve Kuzucuoğlu, 2019; Van Hinsbergen vd., 2020; Yamaç vd., 2021a, b; Şengör vd., 2023). Büyük mağaralar arasında uzunluğu 1000 metreyi aşan 62, derinliği 200 metreyi aşan 52 ve ilginç özellikleri olan da 47 adet mağara tanımlanır (Çizelge 1, 2 ve 3; Şekil 11a ve 11b); Orta Toros Dağları'nda 43, Orta Karadeniz'de 7 derin mağara; Orta Toros Dağları'nda 34, Trakya ve Batı Karadeniz Dağları'nda 16, Batı Anadolu'da 9, İç Anadolu'da 1 ve Doğu Karadeniz'de 1 uzun mağara gelişmiştir (Uzun, 1991; Törk vd., 2013; Nazik vd., 2019; Yamaç vd., 2021b).



Şekil 10. Türkiye'nin farklı bölgelerindeki karstik oluşumların haritası (Nazik ve Tuncer, 2010; Nazik vd., 2019'dan değiştirilmiştir).

Figure 10. Map of karst formations in different regions of Türkiye (modified from Nazik and Tuncer, 2010; Nazik et al., 2019).



Şekil 11. Türkiye’deki mağaraların karşılaştırılması. **a)** Türkiye’nin en derin ve en uzun mağaraları (Çizelge 1 ve 2, Yamaç vd. 2021b’den alınmıştır); **b)** Türkiye’nin ilginç mağaraları (Çizelge 3, Uzun, 1991; Törk vd., 2013; Köroğlu ve Kandemir, 2019a; Yalçın vd., 2021b’den alınmıştır).

Figure 11. A comparison of caves in Türkiye. **a)** Türkiye’s deepest and longest caves (Tables 1 and 2, taken from Yamaç et al., 2021b); **b)** Türkiye’s interesting caves (Table 3, taken from Uzun, 1991; Törk et al., 2013; Köroğlu and Kandemir, 2019a; Yalçın et al., 2021b).

Çizelge 1. Türkiye'nin en uzun mağaraları (Yamaç vd., 2021b'den düzenlenmiştir).

Table 1. The longest caves of Türkiye (modified from Yamaç et al., 2021b).

Sıra	Mağara	Bölge	Uzunluk (m)
1	Pınargözü Mağarası	Yenişarbademli, Isparta	8500
2	İnsuyu Mağarası	Burdur	8350
3	Tilkiler Mağarası	Manavgat, Antalya	6818
4	Kızılelma Mağarası	Zonguldak	6630
5	Yaylacık-İnilti Pazarı Sistemi	Gündoğmuş, Antalya	5929
6	Bulak Mencilis Mağarası	Safranbolu, Karabük	5250
7	Altınbeşik Mağarası	Akseki, Ürünlü, Antalya	5119
8	Ayvaini Mağarası	Ayvaköy, Bursa	4866
9	İkigöz Mağarası	Çatalca, İstanbul	4816
10	Morca Düdeni	Anamur, İçel	4068
11	Yazören Mağarası	Yazören, Balıkesir	3554
12	Çukurpınar Düdeni	Anamur, İçel	3350
13	Gökgöl Mağarası	Erçek, Zonguldak	3350
14	Kuzgun Düdeni	Niğde	3187
15	Dupnisa Mağarası	Sarpdere, Kırklareli	3150
16	Peynirlikönü Düdeni	Anamur, İçel	3118
17	Düdenağzı Düdeni	Başyayla, Karaman	2528
18	Susuz Mağarası	Seydişehir, Konya	2303
19	Tınaztepe Mağaraları	Seydişehir, Konya	2195
20	Kızılın Mağarası	Burdur	2176
21	Saçayağı Mağarası	Gazipaşa, Antalya	2125

Karaca ve Çal mağaraları hem farklı fiziksel özellikleri hem içerisindeki karst yapıları hem de bölgesel konumları bakımından benzer özelliklere sahip olmamasına karşın bölgesel turizme önemli katkılar sunmaktadır (Çizelge 4 ve 5; Şekil 12). Karaca Mağarası, Uzun (1991) tarafından ilk etütleri yapıldığında dikkat çekilen turizm potansiyeli günümüzde de artarak devam etmektedir. “Gümüşhane İl'inin Turizm Potansiyeli” çalışmasında Karaca Mağarası'nın içerdiği karstik yapılar bakımından zengin olduğu ve diğer potansiyel alanlar ile beraber Gümüşhane iline katkısının 2000'li yıllar itibarıyla sınırlı kaldığına vurgu yapılmıştır (Zaman, 2000). Turizm alternatifi olarak doğa turizmi az tercih ediliyor

olsa bile bölgesel gelişmişlik seviyesindeki artış ile beraber 2000'li yıllardan sonra yükselişe geçmiştir. Bölgenin en önemli sorunu olan ulaşım konusunda hem kara hem de hava yollarındaki pozitif büyümeler ile turizmin önündeki fiziki engeller azalmıştır. 2010'lu yıllardan sonra konaklama sektöründe hem kamu hem de özel sektör yatırımları sayesinde bölgedeki yatak sayısında ve hizmet sınıf çeşitliliğinde büyük artışlar olmuştur.

Çizelge 2. Türkiye'nin en derin mağaraları (Yalçın vd., 2021b'den düzenlenmiştir).

Table 2. The deepest caves of Türkiye (modified from Yamaç et al., 2021b).

Sıra	Mağara	Bölge	Derinlik (m)
1	Peynirlikönü Düdeni	Anamur, İçel	-1429
2	Kuzgun Düdeni	Niğde	-1400
3	Morca Düdeni	Anamur, İçel	-1210
4	Çukurpınar Düdeni	Anamur, İçel	-1196
5	Kuyukule Düdeni	Dedegöl, Isparta	-832
6	Keş Düdeni	Kahramanmaraş	-728
7	Subatağı Düdeni	Yahyalı, Kayseri	-643
8	Sütlük Düdeni	Pozantı, Adana	-640
9	Düdenağzı Düdeni	Başyayla, Karaman	-612
10	Çem Düdeni	Tomarza, Kayseri	-605
11	Yılanlıyurt Düdeni	Aladağ, Adana	-603
12	Yaylacık-İnilti Pazarı Sistemi	Gündoğmuş, Antalya	-595
13	Kocadağ Düdeni	Anasultan, Kütahya	-458
14	Pınargözü Mağarası	Yenişarbademli, Isparta	+440
15	Düdenyayla Düdeni	Beyşehir, Konya	-416
16	Atlılar Düdeni	Gözne, İçel	-410
17	Çamlıköy Düdeni	Pozantı, Adana	-379
18	Macar Düdeni	Gazipaşa, Antalya	-356
19	Bucakalan Düdeni	Akseki, Antalya	-345
20	Ölü Köpek Düdeni	Akseki-Cevizli, Antalya	-340
21	Düdençik Düdeni	Akseki-Cevizli, Antalya	-330

Karaca Mağarası'nı da içine alan 28 km uzunluğundaki Kurum Vadisi; farklı dönemlere tanıklık etmiş tarihi, farklı toplumlara ait inanç ve dini yapıları, madencilik mirası, tarımsal alanları,

ekolojisi, turizm-beşerî coğrafyası ve topografyası gibi özellikleri ile ön plana çıkmaktadır (Erüz, 2009). Bu bakımdan Türkiye için çok önemli ve dünya tarihi açısından korunması gereken kültürel ve jeolojik miras alanı konumundadır (Zaman, 2000; Erüz, 2009). Koruma bilinci ile turizm dengesi; toplum ve yerel halkın bilinçlendirilmesi, merkezi-yerel yönetimler ve sivil toplum örgütlerinin beraber çalışmasıyla aşabilecek bir konu olarak görülmektedir. Burada Karaca Mağarası'nın turizme açılması ile beraber düşük enerjili ve stabil koşulları olan ortama insan ile beraber fizikokimyasal etki faktörleri girmesi sonucunda mağaranın karstik yapılarının zarar görmesi de muhtemeldir (Bekaroğlu ve Yiğitbaşoğlu, 2010).

Karaca Mağarası, etki alanındaki turizm olanakları ve sağlık turizmi ile Gümüşhane'de turizmi yönlendiren en önemli alternatif kaynak değeridir (Koçan, 2012). Gümüşhane'de sınırlı olarak değerlendirilebilen mağaraların turizme katkısı, potansiyel büyüklüğü bakımından çok zengin olmasına karşın, turizme yönelik tanıtım sadece mağaralarla sınırlı kalmıştır (Merdan ve Okuroğlu, 2016). Karaca Mağarası'nın Gümüşhane turizmindeki tanınırlığı ve yıllık ziyaretçi sayılarına bakıldığında (Çizelge 4; Şekil 12); mağaranın doğal yapısını koruyan ve kontrollü bir turizm anlayışı ile beraber sürdürülebilir turizm cazibe merkezi olma özelliği taşımaktadır (Ekşioğlu ve Zeybek, 2018).

Zaman vd. (2011), Çal Mağarası ve civarı ile ilgili olarak yaptığı değerlendirmelerde; 1. bölgenin sahip olduğu doğal ve kültürel kaynakları, 2. mağaranın bölgesel önemi ve içerdiği yapısal özellikleri, 3. mağara ve civarı ile dağ-yayla, botanik, kırsal ve kültür turizmi olmak üzere doğa kaynaklı değerler üzerine etkinlikler ve geliştirilebilecek yüksek potansiyele sahip olduğunu belirtmiştir. Maden Tektik Arama Genel Müdürlüğü (MTA) adına Törk vd. (2013) tarafından “*Çal Mağarası (Trabzon-Düzköy) Araştırma Raporu*” başlıklı bir çalışma yapılmıştır.

Çal Mağarası, Şahinkaya Üyesi'nin Maastrichtiyen-Tanesiyen yaşlı kireçtaşlarında gelişmiştir (Törk vd., 2013; Consorti ve Köroğlu, 2019). Çal Mağarası; girişten itibaren düşük eğimli, yatay yönde ise fay, tabaka ve daykların kontrolünde açılmış ve hidrolojik olarak aktif bir mağaradır (Zaman vd., 2011; Törk vd., 2013; Köroğlu ve Kandemir, 2019a, b; Alemdağ vd., 2023). Mağaranın hem taban hem de tavanı boyunca farklı noktalarda su girişleri ve zeminde de bir ırmak akışı olması mağara çökellerinden; sarkıt, dikit ve diğer oluşumların güzel örnekler içermesi ve kolay ulaşım olanakları ile turizm yönünden mağarayı cazip hâle getirmektedir (Zaman vd., 2011; Törk vd., 2013; Köroğlu ve Kandemir, 2019a). Çal Mağarası'na çevresel drenaj ile gelen sular, yeraltısuyu ile taşınması sırasında mağara içerisindeki düşük debili alanlar, göller ve kum barları üzerinde evsel atıklar depolanır (Törk vd., 2013; Köroğlu ve Kandemir, 2019a). Çal Mağarası, uzunluğu içerisindeki yapıları ile ziyaretçilere ilk kez şelaleli bir akarsuyun geçtiği geniş bir yeraltı ortamına girme fırsatı ile benzersiz bir deneyim de sunmaktadır. Çal Mağarası'nda aktif su seviyesi değişimleri, küçük bir yarasa ve semender popülasyonu da gözlenir (Törk vd., 2013; Köroğlu ve Kandemir, 2019a). Trabzon İl Özel İdaresi Çal Mağarası'nı 2000 yılında projelendirmiş, 2003 yılında halkın erişimine açmıştır. 2016 yılında ~35.000 yerli ve yabancı turist tarafından ziyaret edilen mağara, son yıllarda bölge turizmi için lokomotif olmuştur (Köroğlu ve Kandemir, 2019a). 2020-2023 yılları arasındaki 4 yıllık süre içinde Çal Mağarası 514.947 ziyaretçi ağırlamıştır (T.C. Trabzon Büyükşehir Belediyesi).

Geçmişten günümüze kadar artan ziyaretçi sayıları (Çizelge 4 ve 5; Şekil 12), Torul (Gümüşhane) ve Düzköy (Trabzon) çevresindeki potansiyel diğer alanlar ile beraber teşvik edilirse, Karaca ve Çal mağaraları turizme değer katabilir ve yerel ekonomik gelişmeye de büyük katkılar sağlayabilir (Zaman vd., 2011; Merdan ve Okuroğlu, 2016; Ekşioğlu ve Zeybek, 2018; Köroğlu ve Kandemir, 2019a).

Çizelge 3. Türkiye'nin ilginç mağaraları (Uzun, 1991; Törk vd., 2013; Köroğlu ve Kandemir, 2019a; Yamaç vd., 2021b'den düzenlenmiştir).

Table 3. Interesting caves of Türkiye (modified from Uzun, 1991; Törk et al., 2013; Köroğlu and Kandemir, 2019a; Yamaç et al., 2021b).

Sıra	Oluşum	Bölge	Uzunluk (m)	Derinlik (m)
1	Altınbeşik Mağarası	Ürünlü, Antalya	4538	+134
2	Ayvaini Mağarası	Doğanalan, Bursa	4866	-80
3	Balatini Mağarası	Çamlık-Derebucak, Konya	1768	-32
4	Bayındır Mağarası	Bayındır-Büyükorhan, Bursa	266	-31
5	Birkleyn Mağarası	Lice, Diyarbakır	-	-
6	Bulak Mencilis Mağarası	Bulak, Karabük	5250	-4, +162
7	Cennet-Cehennem Mağaraları	Silifke, İçel	-	-135/-110
8	Cumayanı Mağarası	Cumayanı, Zonguldak	1100	-16
9	Çem Düdeni	Tomarza, Kayseri	1069	-605
10	Çukurpınar Düdeni	Anamur, İçel	3550	-1196
11	Damlataş Mağarası	Himmetli-Saimbeyli, Adana	317	-22
12	Dim Mağarası	Alanya, Antalya	360	-26
13	Dodurgalar Mağarası	Dodurgalar-Acıpayam, Denizli	140	-5/+5.5
14	Döngel Mağarası	Döngel-Göksun, Kahramanmaraş	319	+38
15	Dupnisa Mağarası	Demirköy, Kırklareli	3150	+154
16	Gökgöl Mağarası	Erçek, Zonguldak	3350	-11/+43
17	İkigöz Mağarası	Çatalca, İstanbul	4816	+50
18	İlgarini Mağarası	Sümenler, Kastamonu	858	-250
19	İnsuyu Mağarası	Burdur	8350	+156
20	Kadıni Mağarası	Alanya, Antalya	-	-
21	Karain Mağarası	Döşemealtı, Antalya	100	-15
22	Keş Düdeni	Döngel, Kahramanmaraş	1801	-728
23	Kırkgözler Mağarası	Döşemealtı, Antalya	821	-83
24	Kızılelma Mağarası	Ayiçi, Zonguldak	6630	-114
25	Kızılın Mağarası	Burdur	2100	-
26	Kocain Mağarası	Ahırtaş, Antalya	669	-79
27	Körükini ve Suluin Mağaraları	Çamlık-Derebucak, Konya	1936	-107
28	Kuzgun Mağarası	Aladağ Dağları, Niğde	3187	-1400
29	Morca Düdeni	Anamur, İçel	4068	-1210
30	Oylat Mağarası	İnegöl, Bursa	665	+126
31	Öküzini Mağarası	Döşemealtı, Antalya	60	-
32	Peynirlikönü Düdeni	Anamur, İçel	3118	-1429
33	Pınargözü Mağarası	Yenişarbademli, Isparta	8500	+440
34	Sarpunalınca Mağarası	Devrekani, Kastamonu	1683	-59/+9
35	Sıtmasıyü Mağarası	Beykonağı-Bozyazı, Mersin	135	-5
36	Sofular Mağarası	Sofular, Zonguldak	490	-80
37	Suluin Mağarası	Döşemealtı, Antalya	300	-40
38	Susuz Mağarası	Seydişehir, Konya	2303	-79
39	Tilkiler Mağarası	Manavgat, Antalya	6818	-66/+99
40	Tınaztepe Mağaraları ve *Düdeni	Seydişehir, Konya	*1015- 1650	-5/-200*
41	Üçağzılı Mağarası	Samandağ, Hatay	30	-
42	Yarımburgaz Mağarası	Küçük Çekmece, İstanbul	1021	-
43	Yaylacık-İnilti Pazarı Mağara Sistemi	Gündoğmuş, Antalya	5929	-595
44	Yazören Mağarası	Savaştepe, Balıkesir	3564	-113
45	Zindan Mağarası	Aksu, Isparta	760	+15
46	Karaca Mağarası	Torul, Gümüşhane	150	+5/-15
47	Çal Mağarası	Düzköy, Trabzon	1010	+52

Çizelge 4. Karaca Mağarası'nın 2020-2023 yılları arasındaki ziyaretçi sayıları (T.C. Gümüşhane İl Özel İdaresi'nden alınmıştır).

Table 4. Number of visitors to Karaca Cave between 2020 and 2023 (were obtained from T.C. Gümüşhane Special Provincial Administration).

YIL	2020					2021					2022					2023				
AY	ÖGR.	SİV.	YAB.	ÜCR.	TOP.	ÖGR.	SİV.	YAB.	ÜCR.	TOP.	ÖGR.	SİV.	YAB.	ÜCR.	TOP.	ÖGR.	SİV.	YAB.	ÜCR.	TOP.
OCAK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	487	959	263	7	1692
ŞUBAT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	91	188	83	-	362
MART	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NİSAN	-	-	-	-	-	53	255	94	17	419	228	433	105	25	791	652	2034	444	38	3168
MAYIS	-	-	-	-	-	154	538	188	65	945	1798	3844	1808	124	7574	1942	4003	1233	47	7225
HAZİRAN	791	1956	5	118	2870	1173	3551	1686	229	6639	1792	4214	3869	153	10028	3645	9859	3640	53	17197
TEMMUZ	3610	8053	77	267	12007	7897	18614	5950	757	33218	4648	12194	10300	205	27347	6610	16935	10698	94	34337
AĞUSTOS	6292	14466	56	385	21199	5701	15825	5412	571	27509	4485	13002	10807	231	28525	6475	17923	9078	49	33525
EYLÜL	1565	4935	126	134	6760	1348	5837	3897	347	11429	1562	5980	4369	68	11979	1932	7789	3007	22	12750
EKİM	1173	3509	601	118	5401	1814	3581	2133	348	7876	906	2551	1997	50	5504	797	3091	1228	11	5127
KASIM	314	1126	457	89	1986	680	1832	1213	174	3899	646	1616	959	11	3232	-	-	-	-	-
ARALIK	-	-	-	-	-	403	510	447	31	1391	482	941	568	21	2012	-	-	-	-	-
GENEL TOPLAM	13745	34045	1322	1111	50.223	19223	50543	21020	2539	93325	16547	44775	34782	888	96992	22631	62781	29674	321	115.383

YER: Yerli, YAB: Yabancı, SİV: Sivil, ÖGR: Öğrenci, TOP: Toplam, ÜCR: Ücretsiz; ziyaretçi sayıları.

YER: Local, YAB: Foreign, SİV: Non-student, ÖGR: Student, TOP: Total, ÜCR: Free; visitor numbers.

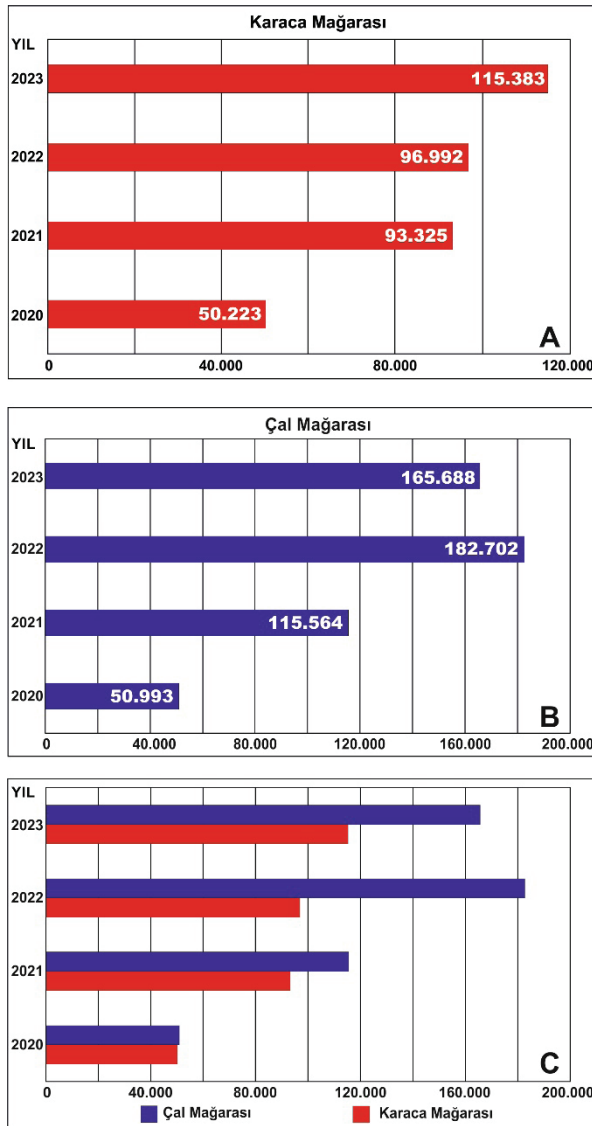
Çizelge 5. Çal Mağarası'nın 2020-2023 yılları arasındaki ziyaretçi sayıları (T.C. Trabzon Büyükşehir Belediyesi'nden alınmıştır).

Table 5. Number of visitors to Çal Cave between 2020 and 2023 (were obtained from T.C. Trabzon Metropolitan Municipality).

YIL	2020					2021					2022					2023				
AY	YER.	YAB.	SİV.	ÖGR.	TOP.	YER.	YAB.	SİV.	ÖGR.	TOP.	YER.	YAB.	SİV.	ÖGR.	TOP.	YER.	YAB.	SİV.	ÖGR.	TOP.
OCAK	1069	838	1606	301	1907	223	135	358	81	439	465	359	824	173	997	1070	1302	2372	449	2821
ŞUBAT	443	179	380	242	622	313	114	477	197	624	582	388	970	220	1190	424	356	780	130	910
MART	568	265	531	302	833	369	149	518	168	686	469	688	1157	80	1237	638	816	1454	190	1644
NİSAN	-	-	-	-	-	359	157	516	125	641	532	255	787	153	940	2765	1287	4052	679	4731
MAYIS	-	-	-	-	-	431	469	900	154	1054	4556	6731	11287	1053	12340	1998	4342	6340	509	6849
HAZİRAN	2752	25	1969	808	2777	2894	3429	6523	1098	7421	4848	13251	18099	813	18912	7664	15208	22872	2323	25195
TEMMUZ	10624	434	7966	3092	11058	13169	19400	32569	6193	38762	11505	36984	48489	3289	51778	14193	45370	59563	3895	63458
AĞUSTOS	15780	1984	13495	4269	17764	10853	19373	30226	4399	34625	10452	42883	53335	2998	56333	12489	43490	55979	4101	60080
EYLÜL	5625	961	5112	1474	6586	5332	8415	13747	1389	15136	6047	13866	19913	1083	20996	-	-	-	-	-
EKİM	5464	1029	5172	1321	6493	2571	4397	6968	935	7903	1943	6405	8348	549	8897	-	-	-	-	-
KASIM	1651	778	2115	314	2429	2408	2405	4813	901	5714	1840	2797	4637	560	5197	-	-	-	-	-
ARALIK	349	175	450	74	524	896	1324	2220	339	2559	1339	2067	3406	479	3885	-	-	-	-	-
GENEL TOPLAM	44325	6668	38796	12197	50.993	39818	59767	99535	15979	115564	44578	126674	171252	11450	182702	41241	112171	153412	12276	165688

YER: Yerli, YAB: Yabancı, SİV: Sivil, ÖGR: Öğrenci, TOP: Toplam; ziyaretçi sayıları.

YER: Local, YAB: Foreign, SİV: Non-student, ÖGR: Student, TOP: Total; visitor numbers



Şekil 12. Karaca ve Çal mağaralarının 2020-2023 arasındaki ziyaretçi sayılarına göre karşılaştırılması. **a)** Karaca Mağara'sının 4 yıllık değişimi; **b)** Çal Mağara'sının 4 yıllık değişimi; **c)** Her iki mağaranın aynı dönemlerdeki ziyaretçi değişimi (grafik ve veri detayları Çizelge 4 ve 5 içinde görülebilir).

Figure 12. A comparison of Karaca and Çal caves according to the number of visitors between 2020-2023. **a)** 4-year change of Karaca Cave; **b)** 4-year change of Çal Cave; **c)** Visitor change of both caves in the same periods (graphic and data details can be seen in Table 4 and 5).

TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Türkiye, Paleozoyik-Holosen arasındaki farklı katlar içinde değişik kalınlık ve yayılım gösteren sedimanter birimlerde; platform-resifal, allokton-otokton ve kalsiklastik-evaporitiklerden oluşan çeşitli karst alanlarına sahip çok zengin bir ülkedir (Okay ve Tüysüz, 1999; Nazik vd., 2019; Kuzucuoğlu vd., 2019; Yamaç vd., 2021a). Karst alanlarının dağılımı Akdeniz ve Ege bölgelerinde, Toros Karbonat Platformu sayesinde yoğunlaştığı ve en önemli mağaralarında bu bölgelerde yer aldığı bilinmektedir (Nazik vd., 2019; Yamaç vd., 2021a, b). Bu bölgeler, "Güneş-Kum-Deniz" turizm faaliyetlerinde de ülkenin en önemli destinasyonlarının olduğu alanları da içinde barındırmaktadır. Jeoturizm faaliyetleri mevcut jeolojik kaynak değerler üzerinden yapıldığı için Karaca ve Çal mağaralarının potansiyeli kalıcı olmakla birlikte, üzerinde çeşitlendirmeler ve yeni potansiyel alanlar oluşturmak da mümkündür (Zaman vd., 2011; Zaman, 2012; Koçan, 2012; Merdan ve Okuroğlu, 2016; Köroğlu ve Kandemir, 2019a). Bütünleşik turizm faaliyetlerinde Türkiye'nin her yeri için uygun olmayan mağara turizmi, Akdeniz ve Ege için çok uygun alanlara sahiptir. Bu iki bölge dışında ülke genelinde tekil olarak jeoturizm faaliyeti kapsamında; Karadeniz (Karaca ve Çal mağaraları), İç Anadolu (Balatini, Körükini ve Suluin mağaraları) ve Trakya (Dupnisa Mağarası) bölgelerindeki illerin en önemli turizm cazibe merkezi mağaralar haline dönüşmüştür (Koçan, 2012; Köroğlu ve Kandemir, 2019a; Yamaç vd. 2021a, b). Türkiye'nin mağara envanterinin ortaya çıkarılması; başta turizm için planlama, sonrasında da bilimsel ve koruma-kullanma düzenlenmesi ile dünya standartlarında jeopark oluşturulması için girişimlerin ön plana çıkması gerekmektedir (Köroğlu ve Kandemir, 2019a; Nazik vd., 2019; Yamaç vd., 2021a, b; Köroğlu ve Mülâyim, 2023).

Jeolojik oluşumlar hem jeolojik miras hem de yenilenemeyen doğal kaynak değerler olarak hayatımızdaki abiyotik yaşamsal unsurlardır.

Biyolojik olarak yeniden üretilen veya belirli bir planlama sonucu sürekliliği kontrol altına alınabilen kaynaklar, hayatın olağan akışı içindeki yokluğu/yoksunluğu hemen fark edilmektedir. Buna karşın abiyotik değerlere olan bağımlılık sürekli olmadığından zaman içinde yok oluşları da anlaşılammamaktadır (Koroğlu ve Kandemir, 2019a). Jeolojik oluşumların geçirdiği süreçler, önemi ve içindeki sırlar bile sınırlı uzmanlar tarafından detaylı olarak bilinmektedir. Jeolojik oluşumları detaylı olarak toplum nezdinde anlaşılabilir konumda tutmak için jeolojik eğitim ve jeoturizm faaliyetlerine yönelmek doğal kaynak değerlerin korunması açısından çok önemlidir (Newsome, 2013; Koroğlu ve Kandemir, 2019a; Koroğlu ve Mülâyim, 2023).

Mağaralar, jeolojik tarihçe boyunca yakın bir zaman içindeki hem iklim-drenaj hem coğrafi konum hem de eski medeniyetler hakkındaki bilgileri de içinde barındıran sınırlı ve koşullu ortamlardır (Uzun, 1991; Zaman vd. 2011; Yamaç vd., 2021a, b; Koroğlu ve Kandemir, 2019a;). Farklı türlerde mağara oluşumu veya isimlendirmeleri mevcutken uzunluk ve derinlik bakımından çok çeşitli özellikleri ile dünyanın her yerinde buldukları gibi Türkiye’de çok sayıda iyi örneğe sahiptir (Nazik vd., 2019; Kuzucuoğlu vd., 2019; Yamaç vd., 2021a, b). Türkiye’de genel olarak sedimenter/tortul/çökel kayaçlar içinde oluşan mağaralar, klastik birimler içinde oluşanlar da mevcuttur (Zeybek vd., 2023), başlıca kalsiyum karbonat (CaCO_3) içeren kireçtaşlarında en önemli ve ünlü mağaralar oluşmuştur (Nazik vd., 2019; Kuzucuoğlu vd., 2019; Yamaç vd., 2021a, b). Ancak bu değerli ve çok önemli jeolojik ve jeomorfolojik örneklerin tam kapasitesinin hem bilimsel hem de jeoturizm amacı uygun ve etkin bir şekilde değerlendiril(e)mediği gözlenmiştir (Koroğlu ve Mülâyim, 2023).

Karaca ve Çal karstik kireçtaşı mağaraları; sağlık, sportif ve ziyaret amaçlı turizm faaliyetlerinde yoğun olarak kullanılmıştır (Çizelge 4 ve 5; Şekil 12). Ancak kireçtaşı mağaralarında uzun zaman içinde oluşan dikit, sarkıt, damlataş ve mağara incileri ile bunlarla ilişkili diğer yapılar yoğun insan kullanımına ve doğal olmayan ışık kaynağından dolayı binlerce yıllık süreç içinde oluşan bu yapılar çok yüksek oranda etkilenmektedir (Zaman, 2000; Törk vd., 2013; Ekşioğlu ve Zeybek, 2018; Koroğlu ve Kandemir, 2019a).

Jeoturizm kavramı sayesinde jeolojik miras değeri olan karstik yapılar hem bilimsel hem de uygulamalı olarak sınırlı bir şekilde değerlendirilmektedir (Koroğlu ve Mülâyim, 2023). Karaca ve Çal mağarasının, sadece turizm faaliyeti ya da koruma faaliyetleri ile yenilenebilir olmayan veya kendini yenileme süresi çok uzun karstik oluşumların, tekil bir anlayışla ele alınmaması gerekmektedir. Turizmin çeşitlendirilmesi ne kadar önemli olsa da bilimsel altyapı ve uygulama eksiklikleri ile yapılan karst jeoturizm ile mağaralar büyük zarar görmüştür (Bekaroğlu ve Yiğitbaşıoğlu, 2010; Törk vd., 2013; Koroğlu ve Kandemir, 2019a). Çevresel drenaj ile toplanıp mağara içine giren sulardaki kirlilik mağaranın ekolojik dengesini, canlılarını (yarasa, semender vb.) ve tüm karstik yapıları sürekli etkilemektedir (Dilek vd., 1992; Törk vd., 2013; Koroğlu ve Kandemir, 2019a; Alemdağ vd., 2023). Karaca ve Çal mağaraları içine insan girişi ile karbondioksit (CO_2) seviyesinde artışı getirmekte, her iki mağara da ölçülen Radon (Rn) seviyelerini göre uzun dönem maruz kalınması akciğer kanserine sebebiyet verebilmekte (Çevik vd., 2011), mağaraların ekosistemi ısınmakta ve bu ısı ile beraber mağaranın doğal renkleri de kaybolmaktadır (Zaman vd., 2011; Törk vd., 2013; Koroğlu ve Kandemir, 2019a).

Türkiye’nin jeolojik koruma stratejileri incelendiğinde hem Türkçe hem yabancı dillerdeki çalışmalara göre ilk sırada jeolojik miras (%62),

jeoturizm (%29) ve jeolojik koruma (%9) olarak sıralandığı tespit edilmiştir (Köroğlu ve Mülâyim, 2023). Bu çalışma ile jeolojik miras alanlarının hem yoğun araştırıldığı hem de detayları ile bilindiği gösterilmiştir. Jeolojik miras (%62) ve jeolojik koruma (%9) çalışmalarının içindeki alanlar, başta mağaralar olmak üzere (Çizelge 1, 2 ve 3; Şekil 10 ve 11), diğer kaynakların da jeoturizm kavramı içinde değerlendirilmesi sürdürülebilirlik ve koruma-kullanım için yeni bir açılım olacaktır.

Bu çalışmada elde edilen bulgular, saha gözlemleri ve incelenen literatür ışığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

1. Türkiye'nin her bölgesinde mevcut olan karstlaşmaya uygun kayaçlar ve bunlar içinde gelişen dünya çapındaki önemli uzunluk-derinlik değerlerine sahip mağara ve düdenler, jeoturizm potansiyelimizin en büyük kaynak değeri olarak değerlendirilmiştir.
2. Doğu Karadeniz Bölümü'ndeki; Karaca ve Çal mağaraları hem yapısal-dokusal hem bilimsel hem de turistik özellikleri bakımından Türkiye'nin kuzeydoğusundaki Doğu Karadeniz Bölümü içinde bulunan en iyi karstik oluşum örnekleri olarak değerlendirilmiştir.
3. Mesozoyik-Senozoyik zamanlarına yayılan, farklı sistem ve katlar içinde çökelmiş Berdiga Formasyonu ve Şahinkaya Üyesi'nin neritik (sığ) ve yarı pelajik (orta derin) kireçtaşları karstik oluşumlar açısından bölgedeki en önemli jeolojik kaynak değerler olarak öne çıkmıştır.
4. Kireçtaşı veya karbonatlı kayaçlar bölgedeki en sarp ve yükseltiye sahip birimlerdir. Böylece karstik oluşumların yanında dağcılık faaliyetleri içinde önemli parkurlara imkân vermektedir.
5. Her iki mağaranın jeoturizm faaliyetleri için sahip olduğu yapısal özelliklerinin yanında bölgesel katkılar ve bilinçli yerel halkın varlığıyla önemli bir turizm cazibesi yaratacak destinasyonlara sahip olduğu gözlenmiştir.
6. Mağara gibi oluşumlar, binlerce yıllık süreçler ile ortaya çıkan jeolojik miras değerleri olmasından dolayı koruma-kullanım dengesi (Köroğlu ve Kandemir, 2019a) ile jeolojik koruma (Köroğlu ve Mülâyim, 2023) için çok yönlü ele alınması gereken yenilenebilir olmayan kaynak değerler olarak tanımlanmıştır.
7. Yıllar içinde hacimsel turist sayılarında artıştan daha önemli bir kavram olan turizm çeşitlenmesi ve turist niteliğinde bir değişim yaratılması da gerekmektedir. Bilinçli turist ve eğitimsel jeoturizm faaliyetleri için bu alanların kullanılması doğal potansiyel gelişiminde bir değişim yaratacaktır (Köroğlu ve Kandemir, 2019a).
8. İnsan ile en üst seviyede etkileşim içinde olan bu karstik oluşumların insan kaynaklı etkilerden korunması için yeterli önlem ve bilimsel yaklaşımların geliştirilmesinin gerekli olduğu gözlenmiştir.
9. Madencilik ve endüstriyel ham madde üretiminde yoğun talep edilen kireçtaşları, Karaca ve Çal mağaralarının oluşum ortamıdır. Hem mevcut karstik yapılar hem de yeni tespit edilmesi muhtemel yapılar için potansiyel kireçtaşı mostraları koruma altına alınmalıdır.
10. Dünyada jeolojik koruma ve sürdürülebilirlik, en iyi ve etkili bir şekilde jeoparklar içinde yapılmaktadır. Bu kaynak değerlerimizi korumak, kullanmak ve sürdürülebilir bir şekilde yaşatılması isteniyorsa ya bölgesel ya da tematik bir jeopark içine alınması gerekmektedir.
11. Turizm çeşitlendirilmesi kapsamında son dört yılda Karaca Mağarası 355.923 ve Çal Mağarası 514.947 ziyaretçi ile Doğu

Karadeniz Bölümü'nün kalkınmasında jeolojik miras etki faktörünün yüksek olduğu görülmüştür. Bu mağaraların sürdürülebilir turizmde “Heyecan-Eğlence-Eğitim” faaliyetleri için bölgesel olarak rol model olması adına daha bilimsel bir yaklaşım ile ele alınması gerekmektedir. Jeolojik miras değerleri, jeopark içinde daha efektif yönetilir mantığına göre buldukları bölgelerin jeopark dönüşümüne hazır hale getirilmesi de önemlidir.

12. Her iki mağaranın bulunduğu bölgeler, jeopark olabilecek önemli havzaları içerir. Karaca Mağarası Kurum Vadisi'nde, Çal Mağarası ise Kalanima Havzası içerisinde bulunmaktadır. Turizm lokomotifi olan bu iki mağara bölgelerindeki diğer kültürel miras ve doğal kaynak değerleriyle jeopark olması yolunda önemli kazanımlara sahiptir (Kandemir ve Köroğlu, 2017; Köroğlu ve Kandemir, 2019a).

EXTENDED SUMMARY

Geotourism is defined as a form of tourism centred around geological attractions and destinations (Dowling and Newsome, 2005; Dowling, 2013). In recent years, both the scientific and economic exploitation of geological heritage have developed in parallel with the above term. This situation has also led to an approach at the threshold between conservation and utilisation of geological heritage (Köroğlu and Kandemir, 2019a). Geotourism has emerged as a new trend that uses alternative resources for tourism activities that evolve according to people's demands and needs. Although tourism activities continue to follow the '3S (sea-sun-sand)' concept, people's preferences have changed towards the '3E (exciting-educational-entertainment)' concept in the face of technological developments in the world, environmental pressures on people and a return to nature (McCool and Moisey, 2008;

Kandemir and Köroğlu, 2017; Khakzad, 2018; Köroğlu and Kandemir, 2019a; Mestanza-Ramón et al., 2020). Almost all materials used to diversify tourism have geological origin, and there are also ecologically supported resources. Caves, whose geological formations date back many years, have a delicate ecological balance and are of interest because they are the first settlements for living creatures, contain traces of civilisations, serve as centres of belief, and occupy an important place in the geological history of the Earth. Since the formation conditions and structural features of caves are resources that cannot be produced artificially, they contribute significantly to caves being centres of attraction.

The geological outcrops of Türkiye include karstified sedimentary rocks (Figure 10) and there are significant caves and sinkholes spread over different regions of the country (Uzun, 1991; Törk et al., 2013; Nazik and Tuncer, 2010; Nazik et al., 2019; Köroğlu and Kandemir, 2019a; Yamaç et al., 2021a, b). The Karaca and Çal caves (Figure 2 & 6), formed in neritic and hemipelagic limestones within the Mesozoic-Cenozoic erathems in the Eastern Black Sea Region, are regionally important geotourism assets (Köroğlu and Kandemir, 2019b; Consorti and Köroğlu, 2019; Özyurt et al., 2019, 2020). In the 4-year period between 2020 and 2023, Karaca Cave hosted 355,923 visitors and Çal Cave hosted 514,947 visitors (Tables 4 & 5; Figure 12). The argument that they are very important assets for geotourism is illustrated by the annual number of visitors including more domestic and foreign tourists than the population within the borders of the provinces and regions where the caves are located. Geological formations, together with the concept of geotourism, represent an important alternative tourism area for local and global tourists. The investments made in these caves were also very well received by the local population, as they do not involve any disturbance, destruction, or regional incompatibility. The geological assets

contribute more to attracting large numbers of tourists than any other activity in regions with no other attractions, apart from caves.

The development of tourist volumes in Türkiye with the '3S (sea-sun-sand)' triad was blocked at some point. While the same services are offered in similar Mediterranean countries, the destinations based on the geological resources unique to each country play a crucial role in the '3E (exciting-educational-entertainment)' concept. Karstic studies in Türkiye have spanned many years and attracted many researchers (Nazik and Tuncer, 2010; Nazik et al., 2019; Yamaç et al., 2021a, b). According to data obtained in recent studies, the country has important karst asset both in terms of length and depth (Nazik et al., 2019; Yamaç et al., 2021a, b). In the 21st century, despite increased awareness and visibility, more detailed studies about the balance between conservation and utilisation of karst structures have not been conducted.

In conclusion, the Karaca and Çal caves should be treated more carefully and their geotourism potential should be increased in order to contribute to sustainability and local development of the geotourism concept, with these non-renewable resources being open to both economic and scientific activities.

KATKI BELİRTME ve TEŞEKKÜR

Bu çalışmada; Karaca Mağarası (Gümüşhane) ve civarının jeoloji haritası ile Berdiga Formasyonu'nun sedimantolojik özellikleri için Dr. Merve ÖZYURT'a (Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon), mağaralardaki profesyonel fotoğraf çekimi ve fotoğraf düzenlemesinde Metin ÇULFAZ (İstanbul) ile Uğur BULUT'a (Ankara) özverili katkıları için teşekkürlerimi sunuyorum. Makalenin ilk versiyonunu okuyarak hem dil hem de içerik yönünden eleştirel katkı sunan; Dr. Oğuz Mülayim (TPAO, Adıyaman) ve

Dr. Onur ALKAÇ'a (Fırat Üniversitesi, Elâzığ) teşekkürlerimi sunuyorum. Çalışma için herhangi bir destek alınmamış olup tüm finansman Dr. Fatih KÖROĞLU tarafından sağlanmıştır. İsimleri belirtilmeyen dört anonim hakeme, makale inceleme sürecindeki değerli katkıları ve yapıcı önerilerinden dolayı teşekkürlerimi sunuyorum. Prof. Dr. Erdinç YİĞİTBAŞ (TJB Editörü) Dr. İ. Onur TUNÇ (TJB Yardımcı Editörü) ve Dr. Mustafa AVCIOĞLU'NA (TJB Yardımcı Editörü) editöryal süreçteki titiz yaklaşımları için teşekkürlerimi sunuyorum.

ORCID

Fatih Köroğlu  <https://orcid.org/0000-0002-2430-1161>

KAYNAKLAR / REFERENCES

- Alemdağ, H., Köroğlu, F., Öğretmen-Aydın, Ö., Şeren, A., Babacan, A. E. ve Fırat-Ersoy, A. (2023). Şahinkaya Üyesi'nin Karbonatlı Çökellerindeki Karst Yapıları ve Yeraltı Su Akış Sistemlerinin Hidrojeofiziksel Yöntemlerle İncelenmesi: Çal Camili Tabiat Parkı, Çalköy (Trabzon/Türkiye). Çelik, Y., Bircan, C. ve Mertdinç, E. (Ed.ler), *Sedimantoloji Çalışma Grubu 2023 Çalıştayı Bildiri Özleri Kitabı* (s.74-75), İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa.
- Altınay-Özdemir, M. ve Kızılırmak, İ. (2019). Jeolojik Miras Alanlarının Jeoturizm Açısından İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12(63), 947-956.
- Anderson, J. (2010). Caves and karst geotourism in Australia. In Dowling R, Newsome D (Eds.), *Global geotourism perspectives*. Goodfellow Publishers Ltd.
- Arslan, M. & Aliyazıcıoğlu, I. (2001). Geochemical and petrological characteristics of the Kale (Gümüşhane) volcanic rocks: Implications for the Eocene evolution of eastern Pontide arc volcanism, northeast Turkey. *International Geology Review*, 43, 595-610.
- Arslan, M. & Aslan, Z. (2006). Mineralogy, petrography and whole-rock geochemistry of the Tertiary granitic intrusions in the Eastern Pontides, Turkey.

- Journal of Asian Earth Sciences*, 27(2), 177-193.
- Ateş, H. Ç. & Ateş, Y. (2019). Geotourism and rural tourism synergy for sustainable development-Marçik Valley case-Tunceli, Turkey. *Geoheritage*, 11, 207–215. <https://doi.org/10.1007/s12371-018-0312-1>
- Atasoy, S. G., Altiner, D. & Özkan-Altiner, S. (2022). Calibrating the Late Jurassic–Early Cretaceous shallow and deep marine bioevents by quantitative biostratigraphy: A synthesis from the Pontides Carbonate Platform (Turkey). *Earth-Science Reviews*, 231, Article 104071. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2022.104071>
- Aydin, F., Thompson, R., Karsli, O., Uchida, H., Burt, J. B. & Downs, R. (2009). C2/c pyroxene phenocrysts from three potassic series in the Neogene alkaline volcanics, NE Turkey: their crystal chemistry with petrogenetic significance as an indicator of P–T conditions. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 158, 131-147.
- Aydin, F. (2014). Geochronology, geochemistry, and petrogenesis of the Maçka subvolcanic intrusions: implications for the Late Cretaceous magmatic and geodynamic evolution of the eastern part of the Sakarya Zone, northeastern Turkey. *International Geology Review*, 56, 1246-1275.
- Aydin, F., Oğuz-Saka, S., Şen Ç., Dokuz, A., Aiglsperger, T., Uysal, İ., Kandemir, R., Karşlı, O., Sarı, B. & Başer, R. (2020). Temporal, geochemical and geodynamic evolution of the Late Cretaceous subduction zone volcanism in the eastern Sakarya Zone, NE Turkey: Implications for mantle-crust interaction in an arc setting. *Journal of Asian Earth Sciences*, 192, Article 104217. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2019.104217>
- Bayer, M. Z. (1992). *Turizme Giriş*. İşletme Fakültesi Yayın No: 253. İstanbul Üniversitesi.
- Bekaroğlu, E. ve Yiğitbaşıoğlu, H. (2010). Karaca Mağarası'ndaki (Gümüşhane) bir yıllık sıcaklık ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 2 (1), 1-12.
- Bektaş, O., Yılmaz, C., Taşlı, K., Akdağ, K. & Özgür, S. (1995). Cretaceous rifting of the eastern Pontide carbonate platform (NE Turkey): the formation of carbonates breccias and turbidites as evidences of a drowned platform. *Geologia*, 57 (1-2), 233-244.
- Brilha, J. B. (2016). Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review. *Geoheritage*, 8, 119-134. <https://doi.org/10.1007/s12371-014-0139-3>
- Brilha, J. B. (2018). Geoheritage: inventories and evaluation. In E. Reynard, J. Brilha (Eds.), *Geoheritage* (pp. 69-85). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809531-7.00004-6>
- Bruno, D. E., Crowley, B. E., Gutake, J. M., Moroni, A., Nazarenko, O. V., Oheim, K. B., Ruban, D. A., Tiess, G. & Zorina, O. S. (2014). Paleogeography as geological heritage: developing geosite classification. *Earth Science Review*, 138, 300-312.
- Chalikakis, K., Plagnes, V., Guerin, R., Valois, R. & Bosch, F. P. (2011). Contribution of geophysical methods to karst-system exploration: an overview. *Hydrogeology Journal*, 19 (6), 1169.
- Cigna, A. A. & Burri, E. (2000). Development, management and economy of show caves. *International Journal of Speleology*, 29(1), 1-27.
- Consorti, L. & Köroğlu, F. (2019). Maastrichtian-Paleocene larger Foraminifera biostratigraphy and facies of the Şahinkaya Member (NE Sakarya Zone, Turkey): insights for the Eastern Pontides arc sedimentary cover. *Journal of Asian Earth Sciences*, 183, Article 103965. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2019.103965>
- Consorti, L., Schlagintweit, F., Köroğlu, F. & Rashidi, K. (2020). Stratigraphic record of Eponides Montfort 1808 (benthic Foraminifera) through the Paleocene carbonates of the northern Neotethys margin. *Micropaleontology*, 66(5), 369-376.
- Cengiz, C., Şahin, S., Cengiz, B., Bahar-Başkır, M. & Keçecioglu-Dağlı, P. (2021). Evaluation of the visitor understanding of coastal geotourism and geoheritage potential based on sustainable regional development in western Black Sea region, Turkey. *Sustainability*, 13(21), Article 11812. <https://doi.org/10.3390/su132111812>
- Çevik, U., Kara, A., Celik, N., Karabidak, M. & Celik, A. (2011). Radon Survey and Exposure Assessment in Karaca and Çal Caves, Turkey. *Water, Air, & Soil Pollution*, 214, 461-469.
- De Waele, J. & Gutierrez, F. (2022). *Karst hydrogeology, geomorphology and caves*. John Wiley & Sonsele.

- De Waele, J. (2017). *Karst processes and landforms. The International Encyclopedia of Geography*. John Wiley and Sons.
- Delle Rose, M., Desideri, D., Patianna, M., Posi, M. E., Renzulli, A. & Zanchetta, G. (2014). Carbonate accretion processes, conservation and enjoyment of the 'Mannute Caves' Geoh heritage Site (Salento, Southern Italy). *Geoheritage*, 6, 257-269.
- Díaz, A. R. (2010). *Cave biology: life in darkness*. Cambridge University Press.
- Dilek, R., Van, A., Boynukalın, S., Yalçınalp, B. & Özer, E. (1992). Doğu Karadeniz Bölgesinde Karstlaşma sonucu oluşan mağaralara bir örnek. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı*, (s. 45-71), JMO.
- Dokuz, A. (2011). A slab detachment and delamination model for the generation of Carboniferous high-potassium I-type magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey: The Köse composite pluton. *Gondwana Research*, 19, 926-944.
- Dokuz, A., Aydın, F. & Karşlı, O. (2019). Postcollisional transition from subduction- to intraplate-type magmatism in the eastern Sakarya zone, Turkey: Indicators of northern Neotethyan slab breakoff. *GSA Bulletin*, 131(9-10), 1623-1642. <https://doi.org/10.1130/B31993.1>
- Dowling, R. K. & Newsome D. (2005). *Geotourism*. Elsevier.
- Dowling, R. K. (2010). Geotourism's global growth. *Geoheritage*, 3(1),3-13.
- Dowling, R. K. (2013). Global geotourism—an emerging form of sustainable tourism. *Czech Journal of Tourism*, 2, 59-79.
- Eker, C. S. & Korkmaz, S. (2011). Mineralogy and whole rock geochemistry of late Cretaceous sandstones from the eastern Pontides (NE Turkey). *Neues Jahrbuch für Mineralogie-Abhandlungen*, 188(3), 235.
- Ekşioğlu, A. G. ve Zeybek, H.İ. (2018). Karaca Mağarası'nın Gümüşhane İli Turizmi İçindeki Yeri ve Önemi. II. *Uluslararası Sürdürülebilir Turizm Kongresi Bildiriler Kitabı*, (s.13-121), Gümüşhane Üniversitesi.
- Erinç, S. (2001). *Jeomorfoloji II* (Güncelleştirilmiş 3. Basım). Der Yayınları.
- Errami, E., Brocx, M. & Semeniuk, V. (2009). *From geoheritage to Geoparks. Case studies from Africa and beyond*. Springer.
- Ersoy, H., Kırmacı, M. Z. ve Ersoy, A. F. (2006). Geology and formation of Yazkonağı Cave (Ünye-Ordu). *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 30(1), 39-48.
- Ertekin, C., Ekinci, Y. L., Büyüksaraç, A. & Ekinci, R. (2021). Geoh heritage in a mythical and volcanic terrain: an inventory and assessment study for geopark and geotourism, Nemrut Volcano (Bitlis, Eastern Turkey). *Geoheritage*, 13, Article 73. <https://doi.org/10.1007/s12371-021-00593-5>
- Erüz, G. (2009). *Gümüşhane Kurum Vadisi Maden Köyü Yerleşmeleri* [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Erüz, Ş. (2008). *Gümüşhane Karaca Mağarası*. Şükrü Erüz.
- Escorihuela, J. (2018). The role of the geotouristic guide in Earth science education: towards a more critical society of land management. *Geoheritage*, 10, 301-310. <https://doi.org/10.1007/s12371-017-0236-1>
- Eyüboğlu, Y. (2015). Petrogenesis and U–Pb zircon chronology of felsic tuffs interbedded with turbidites (Eastern Pontides Orogenic Belt, NE Turkey): Implications for Mesozoic geodynamic evolution of the eastern Mediterranean region and accumulation rates of turbidite sequences. *Lithos*, 212, 74-92. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2014.11.006>
- Ford, D. & Williams, P. (2007). *Karst hydrogeology and geomorphology*. John Wiley and Sons Ltd.
- Ford, D., (2007). Jovan Cvijić and the founding of karst geomorphology. *Environmental Geology*, 51, 675–684.
- Gedikoğlu, A., Pelin, S. & Özsayar, T. (1979). The main lines of the geotectonic evolution of the eastern Pontides in Mesozoic era. *Geotectonics*, 1, 555-580.
- Gilli, É. (2015). *Karstology: Karsts, Caves and Springs*. Elements of Fundamental and Applied Karstology. CRC Press
- Ginés, A., Knez, M., Slabe, T. & Dreybrodt, W. (Eds.) (2009). *Karst Rock Features: Karren Sculpturing*. Karst Research Institute ZRC SAZU

- Goldscheider, N., Chen, Z., Auler, A. S., Bakalowicz, M., Broda, S., Drew, D., Hartmann, J., Jiang, G., Moosdorf, N., Stevanovic, Z. & Veni, G. (2020). Global distribution of carbonate rocks and karst water resources. *Hydrogeology Journal*, 28, 1661-1677. <https://doi.org/10.1007/s10040-020-02139-5>
- Goldscheider, N. & Drew, D. (2007). *Methods in karst hydrogeology*. International Contributions Tohydrogeology, Taylor & Francis/Balkema.
- Gray, M. (2004). *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. John Wiley and Sons Ltd.
- Gül, A. ve Özkul, M. (2023). Çal Kanyonu ve Çevresinin (Denizli, GB Anadolu) Jeolojik-Jeomorfolojik Özellikleri ve Jeoturizm Potansiyeli. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 66(1), 107-126. <https://doi.org/10.25288/tjb.935447>
- Gürer, A., Gürer, Ö. F. & Sangu, E. (2019). Compound geotourism and mine tourism potentiality of Soma region, Turkey. *Arabian Journal of Geosciences*, 12, 734. <https://doi.org/10.1007/s12517-019-4927-6>
- Güven, İ. H. (1993). *1:25000-scale geological and metallogenical map of the Eastern Black Sea region*. MTA (yayımlanmamış).
- Henriques, M. H., Pena dos Reis, R., Brilha, J. & Mota, T.S. (2011). Geoconservation as an emerging geoscience. *Geoheritage*, 3(2), 117-128.
- Herrera-Franco, G., Carrión-Mero, P., Montalván-Burbano, N., Caicedo-Potosí, J. & Berrezueta, E. (2022). Geoheritage and geosites: A bibliometric analysis and literature review. *Geosciences*, 12(4), 169. <https://doi.org/10.3390/geosciences12040169>
- Hippolyte, J.C., Müller, C., Sangu, E. & Kaymakci, N. (2015). Stratigraphic comparisons along the Pontides (Turkey) based on new nannoplankton age determinations in the Eastern Pontides: geodynamic implications. *Geological Society of London, Special Publications*, 428, 323-358.
- Hose, T. A. (1996). Geotourism, or can tourists become casual rock hounds? In M.R. Bennett (Ed.) *Geology on your doorstep*. The Geological Society of London
- Hose, T. A. (2005). Geotourism and interpretation. In R. K. Dowling, & D. Newsome (Eds.) *Geotourism*. Elsevier
- Hose, T. A. (2012). Geotourism and geoconservation. *Geoheritage*, 4(1-2), 1-5.
- Hussain, Y., Uagoda, R., Borges, W., Nunes, J., Hamza, O., Condori, C., Aslam, K., Dou, J. & Cardenas-Soto, M. (2020). The potential use of geophysical methods to identify cavities, sinkholes and pathways for water infiltration. *Water*, 12, 2289. <https://doi.org/10.3390/w12082289>
- İlhan, A., Çelik, M. A., Gülersoy, A. İ. ve Gümüş, N. (2017). Cehennem Deresi Kanyonu'nun (Arduç, Artvin) Ekoturizm Potansiyeli Açısından Değerlendirilmesi ve Planlama Önerileri. *Turkish Studies*, 12(3), 309-340. <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.11451>
- İnan, N., İnan, S. ve Kurt, İ. (1999). Conformable benthic K/T transition in the eastern Pontides: Şahinkaya member of the Tonya formation (SW Turkey). *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 42(2), 63-67. https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/145a30ff80745b5_ek.pdf
- İnan, N. & İnan, S. (2014). Stratigraphic Ranges of the Benthic Foraminifera and Microfacies of the Upper Maastrichtian-Paleocene Shallow marine carbonate successions in the Eastern Pontides (NE Turkey). *Yerbilimleri*, 35(1), 79-86.
- İnaner, H., Sümer, Ö. & Akbulut, M. (2019). New geosite candidates at the western termination of the Büyük Menderes Graben and their importance on science education. *Geoheritage*, 11, 1291-1305. <https://doi.org/10.1007/s12371-019-00406-w>
- Jones, W. K. & White, W. B. (2019). Karst. In *Encyclopedia of Caves* (pp. 609-618). Academic Press.
- Kandemir, R. (2004). *Sedimentary Characteristics and Depositional Conditions of Lower-Middle Jurassic Şenköy Formation in and Around Gümüşhane* [Unpublished Ph.D. Thesis]. Karadeniz Technical University Institute of Natural and Applied Sciences. (in Turkish)
- Kandemir, R. & Yılmaz, C. (2009). Lithostratigraphy, facies, and deposition environment of the lower Jurassic Ammonitico Rosso type sediments (ARTS) in the Gümüşhane area, NE Turkey: Implications for the opening of the northern branch of the Neo-Tethys Ocean. *Journal of Asian Earth Sciences*, 34, 586-598.

- Kandemir, R. ve Köroğlu, F. (2017). Jeoturizm: sürdürülebilir turizme Doğu Karadeniz Bölgesi'nden örnekler. *DOKAP Bölgesi Uluslararası Turizm Sempozyumu. Bildiri Özleri Kitabı*, (s. 191-206). KTÜ.
- Kandemir, Ö., Akbayram, K., Çobankaya, M., Kanar, F., Pehlivan, S., Tok, T., Hakyemez, A., Ekmekçi, E., Danacı, F. & Temiz, U. 2019. From arc evolution to arc-continent collision: Late Cretaceous-middle Eocene geology of the Eastern Pontides, northeastern Turkey. *GSA Bulletin*, 131(11-12), 1889-1906.
- Karadeniz, E., Er, S., Boyraz, Z. & Coşkun, S. (2022). Evaluation of potential geotourism of Levent Valley and its surroundings using GIS route analysis. *Geoheritage*, 14, Article 77. <https://doi.org/10.1007/s12371-022-00710-y>
- Karlı, O., Chen, B., Aydın, F. & Şen, C. (2007). Geochemical and Sr–Nd–Pb isotopic compositions of the Eocene Dölek and Sarıççek Plutons, Eastern Turkey: Implications for magma interaction in the genesis of high-K calc-alkaline granitoids in a post-collision extensional setting. *Lithos*, 98, 67-96.
- Karlı, O., Dokuz, A., Uysal, İ., Aydın, F., Kandemir, R. & Wijbrans, J. (2010). Generation of the Early Cenozoic adakitic volcanism by partial melting of mafic lower crust, Eastern Turkey: implications for crustal thickening to delamination. *Lithos*, 114(1-2), 109-120.
- Karlı, O., Ketenci, M., Uysal, I., Dokuz, A., Aydın, F., Chen, B. & Wijbrans, J. (2011). Adakite-like granitoid porphyries in the Eastern Pontides, NE Turkey: Potential parental melts and geodynamic implications. *Lithos*, 127, 354-372.
- Kazancı, N. (2010). Jeolojik Koruma; Kavram ve Terimler. Jeolojik Mirası Koruma Derneği.
- Kazancı, N., Şaroğlu, F. & Suludere, Y. (2015). Geological heritage and framework list of the geosites in Turkey. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 151, 259-268. (in Turkish)
- Kazancı, N. & Kuzucuoğlu, C. (2019). Threats and conservation of landscapes in Turkey. In C. Kuzucuoğlu, A. Çiner, N. Kazancı (Eds.), *Landscapes and landforms of Turkey* (p.: 603-632), *World Geomorphological Landscapes*. Springer.
- Khakzad, S. (2018). Promoting coastal communities through cultural tourism: the case of fishing communities in Brunswick County, North Carolina. *Journal of Heritage Tourism*, 13(5), 455-471.
- Khalaf, E. E. D. A. H. (2022). Karst Heritage as a Tourist Attraction: a Case Study in the White Desert National Park, Western Desert, Egypt. *Geoheritage*, 14, Article 94. <https://doi.org/10.1007/s12371-022-00727-3>
- Kırmacı, M. Z. (1992). *Sedimentological Investigation of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous Berdiga Limestone in the Alucra-Gümüşhane-Bayburt areas (Eastern Pontide Southern Zone)* [Unpublished Ph.D. Thesis]. Karadeniz Technical University Institute of Natural and Applied Sciences.
- Kırmacı, M. Z., Koch, R. & Bucur, J. I. (1996). An Early Cretaceous section in the Kircaova Area (Berdiga Limestone, NE-Turkey) and its correlation with platform carbonates in W-Slovenia. *Facies*, 34, 1–21.
- Kırmacı, M. Z. & Akdağ, K. (2005). Origin of dolomite in the Late Cretaceous-Paleocene limestone turbidites, eastern Pontides, Turkey. *Sedimentary Geology*, 181, 39-57.
- Kırmacı, M. Z., Yıldız, M., Kandemir, R. & Eroğlu-Gümrük, T. (2018). Multistage dolomitization in Late Jurassic–Early Cretaceous platform carbonates (Berdiga Formation), Başoba Yayla (Trabzon), NE Turkey: Implications of the generation of magmatic arc on dolomitization. *Marine and Petroleum Geology*, 89, 515-529.
- Koch, R., Bucur, I. I., Kırmacı, M. Z., Eren, M. & Taslı, K. (2008). Upper Jurassic and Lower Cretaceous carbonate rocks of the Berdiga Limestone–Sedimentation on an onbound platform with volcanic and episodic siliciclastic influx. Biostratigraphy, facies and diagenesis (Kircaova, Kale-Gümüşhane area; NE-Turkey). *Neues Jahrbuch für Geologie und Palaontologie-Abhandlungen*, 247, 23-61.
- Koçan, N. (2012). Karaca Mağarası'nın (Gümüşhane) Alternatif Turizm Kapsamında Değerlendirilmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3 (1), 37-44.

- Korkmaz, S. (1993). Tonya-Düzköy (GB-Trabzon) Stratigrafisi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 36(1), 151-158. https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/837a451cd0abc5c_ek.pdf
- Köroğlu, F. (2018). *Stratigraphical, micropaleontological and sedimentological investigation of Şahinkaya Member in Çayırbağı-Çalköy (Düzköy/Trabzon) region* [Unpublished MSc. Thesis]. Recep Tayyip Erdoğan University, Graduate School of Natural and Applied Sciences.
- Köroğlu, F. & Kandemir, R. (2019a). Vulnerable Geosites of Çayırbağı-Çalköy (Düzköy-Trabzon) in the Eastern Black Sea Region of NE Turkey and Their Geotourism Potential. *Geoheritage*, 11, 1101-1111. <https://doi.org/10.1007/s12371-019-00358-1>
- Köroğlu, F. & Kandemir, R. (2019b). The biolithoclastic carbonate facies analysis: Şahinkaya Member Maastrichtian (Late Cretaceous) skeletal carbonate deposit, Sakarya Zone, NE Turkey. *Carbonates and Evaporites*, 34(4), 1737-1755. <https://doi.org/10.1007/s13146-019-00523-1>
- Köroğlu, F. & Mülayim, O. (2023). Geoconservation Strategies of Türkiye. *Geoheritage*, 15, Article 97. <https://doi.org/10.1007/s12371-023-00862-5>
- Kurt, İ., Özkan, M., Karslı, Ş., Çolak, T. ve Topçu, T. (2005). *Doğu Karadeniz Bölgesi'nin Jeodinamik ve Metalojenik evrimi (Keşap, Giresun-Çarşıbaşı, Trabzon-Torul, Gümüşhane arasının jeolojisi)* (Rapor no: 10875). MTA (Yayımlanmamış).
- Kuzucuoğlu, C., Çiner, A. & Kazancı, N. (2019). Geomorphological regions of Turkey. In C. Kuzucuoğlu, A. Çiner & N. Kazancı (Eds.), *Landscapes and Landforms of Turkey* (p.: 41-178), *World Series of Geomorphology*. Springer.
- McCool, S. F. & Moisey, R. N. (Eds.). (2008). *Tourism, recreation and sustainability: Linking culture and the environment*. Cabi Digital Library.
- Merdan, K. ve Okuroğlu, S., 2016. Alternatif Turizm Çeşitlerinin Gümüşhane Turizmüne Etkisi Üzerine Bir Araştırma/A Search on the Effect of the Alternative Kinds of Tourism on the Tourism of Gümüşhane. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20(3), 961-984.
- Mestanza-Ramón, C., Pranzini, E., Anfuso, G., Botero, C. M., Chica-Ruiz, J. A. and Mooser, A. (2020). An Attempt to Characterize the “3S” (Sea, Sun, and Sand) Parameters: Application to the Galapagos Islands and Continental Ecuadorian Beaches. *Sustainability*, 12(8), 3468.
- Nazik, L. (2008). *Mağaraların Araştırılma, Koruma ve Kullanım İlkeleri*. MTA Yayını, Yerbilimleri ve Kültür Serisi, No.2, Ankara.
- Nazik, L. & Tuncer, K. (2010). Türkiye karst morfolojisinin bölgesel özellikleri. *Türk Speleoloji Dergisi*, *Karst ve Mağara Araştırmaları*, 1(1), 7-19.
- Nazik, L. & Poyraz, M. (2015). Role of neotectonics in karst morphology of Turkey, *IV. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu Bildiriler Kitabı* (s. 203-213).
- Nazik, L. & Poyraz, M. (2017). A region that characterise the general karst geomorphology of Turkey: Central Anatolia Plateau karst zone, *Türk Coğrafya Dergisi*, 68, 43-56.
- Nazik, L. & Bayarı, S. (2018). Mağara zengini ülke: Türkiye. *Mavi Gezegen*, 24,7-19.
- Nazik, L., Poyraz, M. & Karabıyıkoglu, M. (2019). Karstic landscapes and landforms in Turkey. In C. Kuzucuoğlu, A. Çiner, & N. Kazancı (Eds.), *Landscapes and Landforms of Turkey* (p.: 181-196), *World Series of Geomorphology*. Springer
- Newsome, D. & Dowling, R. K. (2018). Conclusions: thinking about the future. In R. Dowling & D. Newsome (Eds.), *Handbook of geotourism*. Edward Elgar Publishing.
- Newsome, D. & Dowling, R. K. (2010). *Geotourism: the tourism of geology and landscape*. Goodfellow Publisher.
- Nikishin, A. M., Okay, A.I., Tüysüz, O., Demirer, A., Amelin, N. & Petrov, E. (2015a). The Black Sea basins structure and history: New model based on new deep penetration regional seismic data. Part 1: Basins structure and fill. *Marine and petroleum Geology*, 59, 638-655.
- Nikishin, A. M., Okay, A., Tüysüz, O., Demirer, A., Wannier, M., Amelin, N. & Petrov, E., (2015b). The Black Sea basins structure and history: new model based on new deep penetration regional seismic data. Part 2: tectonic history and paleogeography. *Marine Petroleum Geology*, 59, 656-670.

- Ofluoğlu, S. (1993). *Çalköy-Alazlı (Düzköy-Trabzon) yöresinin karstlaşma yönünden incelenmesi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Okay, A. I., Şengör, A. M. C. & Görür, N. (1994). Kinematic history of the opening of the Black Sea and its effect on the surrounding region. *Geology*, 22, 267-270.
- Okay, A. I. & Şahintürk, Ö. (1997). Geology of the Eastern Pontides, In: A. Robinson, ed., Regional and petroleum geology of the Black Sea and surrounding regions. *American Association of Petroleum Geologists Memoir*, 68, 291-311.
- Okay, A. I. & Tüysüz, O. (1999). Tethyan Sutures Northern Turkey. In *The Mediterranean Basins: Tertiary Extension Within The Alpine Orogen*. Geological Society, London, Special Publication, 156, 475-515.
- Okay, A. I., Tansel, İ. & Tüysüz, O. (2001). Obduction, subduction and collision as reflected in the Upper Cretaceous-Lower Eocene sedimentary record of western Turkey. *Geological Magazine*, 138, 117-142.
- Öter, Z. ve Hazarhun, E. (2023). Turizm Ürünleri ve Alternatif Turizm. *Türkiye Turizm Zirvesi, Çalıştay Raporları*, (s.101-119). Anadolu Üniveristesi Basımevi.
- Özer, S., Meriç, E., Görmüş, M. & Kanbur, S. (2009). Biogeographic distribution of rudists and benthic foraminifera: an approach to Campanian-Maastrichtian palaeobiogeography of Turkey. *Geobios*, 42, 623-638.
- Özer, S. & Mülayim, O. (2022). Geoconservation and geotourism potential of vulnerable rudist fossil geosites from SE Anatolia (Turkey). *Geoheritage*, 14, Article 12. <https://doi.org/10.1007/s12371-022-00650-7>
- Özkar, İ. ve Kırıcı, E. (1997). Planktonic foraminifera biostratigraphy of the SW Trabzon area. *İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi*, 10, 79-93.
- Özpay, G. A. (2020). Geotourism and proposed geopark projects in Turkey. In S.B. Nekouie (Ed.), *The Geotourism Industry in the 21st Century: The Origin, Principles, and Futuristic Approach*, 1st edn. Apple Academic Press.
- Özsayar, T., Pelin, S. ve Gedikoğlu, A. (1981). Doğu Pontidler'de Kretase. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Yer Bilimleri Dergisi Jeoloji*, 1/2, 65-114.
- Özsayar, T., Pelin, S., Gedikoğlu, A., Eren, A. ve Çapkinoğlu, Ş. (1982). Ardanuç (Artvin) yöresinin jeolojisi (The geology of the Ardanuç (Artvin) region). *Karadeniz Üniversitesi Yerbilimleri Dergisi Jeoloji*, 2, 21-38.
- Öztürk, M. Z. (2018). Karstik kapalı depresyonların (dolinlerin) morfometrik analizleri. *Coğrafya Dergisi*, 36, 1-13.
- Özyurt, M., Kırmacı, M. Z. & Al-Aasm, I. S. (2019). Geochemical characteristics of Upper Jurassic-Lower Cretaceous platform carbonates in Hazine Mağara, Gümüşhane (northeast Turkey): Implications for dolomitization and recrystallization. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 56, 306-320.
- Özyurt, M., Kırmacı, M. Z., Al-Aasm, I., Hollis, C., Tasli, K. & Kandemir, R. (2020). REE characteristics of Lower Cretaceous Limestone Succession in Gümüşhane, NE Turkey: Implications for Ocean Paleoredox Conditions and Diagenetic Alteration. *Minerals*, 10, 683.
- Panizza, M. (2001). Geomorphosites: concepts, methods, and examples of geomorphological survey. *Chinese Science Bulletin*, 46 (S1), 4-5.
- Pearce, D.G. (1994). *Alternative tourism: concepts, classifications and questions*. *Tourism: New directions and alternative tourism*. John Wiley
- Pelin, S. (1977). *Alucra (Giresun) Güneydoğu Yöresinin Petrol Olanakları Bakımından İncelenmesi* [Yayımlanmış Doçentlik Tezi]. Karadeniz Teknik Üniversitesi Yer Bilimleri Fakültesi
- Reynard, E. & Brilha, J. (2018). Geoheritage: a multidisciplinary and applied research topic. In E. Reynard, J.Brilha (Eds.), *Geoheritage* (pp. 3-9). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809531-7.00030-7>
- Ruban, D. A. (2010). Quantification of geodiversity and its loss. *Proceedings of the Geologists' Association*, 121, 326-333
- Ruban, D. A. (2018). Karst as important resource for geopark-based tourism: Current state and biases. *Resources*, 7(4), 82. <https://doi.org/10.3390/resources7040082>

- Sarı, B., Kandemir, R., Özer, S., Walaszczyk, I., Görmüş, M., Demircan, H. & Yılmaz, C. (2014). Upper Campanian calciclastic turbidite sequences from the Hacımehmet area (eastern Pontides, NE Turkey): integrated biostratigraphy and microfacies analysis. *Acta Geologica Polonica*, 64(4), 393-418.
- Sena, Í. S., Azevedo Ruchkys, Ú. & Travassos, L. E. P. (2022). Geotourism Potential in Karst Geosystems: An example from the Lund Warming Ramsar Site, Minas Gerais, Brazil. *Catena*, 208, Article 105717. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105717>
- Sofracioğlu, D. & Kandemir, R. (2013). The Upper Cretaceous calciclastic submarine fan deposits in the Eastern Pontides, NE Turkey: facies architecture and controlling factors. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 22, 588-610.
- Stevanovic, Z. (2019). Karst waters in potable water supply: a global scale overview. *Environmental Earth Sciences*, 78 (23), Article 662. <https://doi.org/10.1007/s12665-019-8670-9>
- Şahin, F. (2012). *Eskişehir İlinin Kültür Turizmi Potansiyeli: Mevcut Durum ve Öneriler* [Yayımlanmış Uzmanlık Tezi]. T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Eskişehir Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu Müdürlüğü, Eskişehir.
- Şengör, A. M. C. & Yılmaz, Y. (1981). Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Şengör, A. M. C., Altın, D., Zabcı, C., Sunal, G., Lom, N., Aylan, E. & Öner, T. (2023). On the nature of the Cimmerian Continent. *Earth-Science Reviews*, Article 104520. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2023.104520>
- Şeren, A., Babacan, A.E., Gelişli, K., Öğretmen, Z. & Kandemir, R. (2012). An investigation for potential extensions of the Karaca Cavern using geophysical methods. *Carbonates and Evaporites*, 27, 321-329.
- Taşlı, K. (1990). Micropaléontologie, stratigraphie et environnement de dépôt des séries jurassiques à faciès de plate-forme de la région de Kale-Gümüşhane (Pontides orientales, Turquie). *Revue de Micropaléontologie*, 36(1), 45-65.
- Taşlı, K., Özer, E. & Yılmaz, C. (2000). Biostratigraphic and Environmental Analysis of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous Carbonate Sequence in the Başoba Yayla Area (Trabzon, NE Turkey). *Turkish Journal Earth Sciences*, 8, 125-135.
- Theodossiou-Drandaki, I., Nakov, R., Wimbledon, W. A. P., Serjani, A., et al. (2004). IUGS Geosites project progress-a first attempt at a common framework list for South Eastern European Countries. In M.A. Parkes (Ed.), *Natural and Cultural Landscapes*. The Geological Foundation, Royal Irish Academy.
- Tomić, N., Antić, A., Marković, S.B., Đorđević, T., Zorn, M. & Valjavec, M. B. (2019). Exploring the potential for speleotourism development in eastern Serbia. *Geoheritage*, 11, 359-369. <https://doi.org/10.1007/s12371-018-0288-x>
- Türk, K., Çakır, K. ve Kahraman, İ. (2013). *Çal Mağarası (Trabzon-Düzköy) Araştırma Raporu* (Rapor No: 11675). MTA (Yayımlanmamış).
- Türk-Öz, E. & Özyurt, M. (2018). Palaeoenvironment reconstruction and planktonic foraminiferal assemblages of Campanian (Cretaceous) carbonate succession, Çayırbağ area (Trabzon, NE Turkey). *Carbonates and Evaporites*, 33, 1-33. <https://doi.org/10.1007/s13146-017-0413-y>
- Uncu, L. & Karakoca, E. (2019). Evaluating the geomorphological features and geotourism potentials of Harmankaya Canyon (Bilecik, Turkey). *Journal of Tourism and Hospitality Management*, 7(1), 1-15.
- Unur, K. ve Şeker, F. (2023). Yerel Toplumun Turizme Karşı Tutumu. *Türkiye Turizm Zirvesi, Çalıştay Raporları*, (s. 121-125). Anadolu Üniversitesi Basımevi.
- URL 1: <https://whc.unesco.org/en/statesparties/tr>
- URL 2: <https://kulasalihligeopark.com>
- URL 3: <http://www.progeo.ngo>
- URL 4: <https://turizmsurasi.ktb.gov.tr/TR-169845/sura-hakkinda.html>
- URL 5: <https://turizmsurasi.ktb.gov.tr/TR-204576/turizmde-urun-cesitliligi-ve-surdurulebilirlik-komisyoni.html>
- URL 6: <https://whc.unesco.org/en/list/?search=karst&order=country>
- URL 7: <https://gumushane.ktb.gov.tr/TR-57888/karaca-magarasi.html>

- URL 8: <http://www.gumushane.gov.tr/karacamagara>
- URL 9: <https://trabzon.ktb.gov.tr/TR-57785/cal-magarasi.html>
- URL10: <https://trabzon.ktb.gov.tr/Eklenti/59518,home-of-trabzon-turkcepdf.pdf?0>
- URL 11: <https://tdf.gov.tr/18159/sahin-kaya-tirmanisbahcesi-rehberi-yayinlandi/>
- Uzun, A. (1991). Karaca Mağarası (Torul-Gümüşhane). *Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu, Coğrafya Bilim ve Uygulama Kolu, Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 3,15-24.
- Uzun, A., Zeybek, H. I., Yılmaz, C. ve Bahadır, M., 2015. Aksu Çayı havzası Traverten Mağaraları, Giresun. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 31, 243-257.
- Van Beynen, P. E. (2011). *Karst Management*. Springer
- Van Hinsbergen, D. J., Torsvik, T. H., Schmid, S. M., Mañenco, L. C., Maffione, M., Vissers, R. L., Gürer, D. & Spakman, W. (2020). Orogenic architecture of the Mediterranean region and kinematic reconstruction of its tectonic evolution since the Triassic. *Gondwana Research*, 81, 79-229. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2019.07.009>
- Van, A. ve Boynukalın, S. (1999). *Trabzon ili Düzköy İlçesi, Çal Mağarası Raporu*. KTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü.
- Varnavina, A. V., Khamzin, A. K., Kidanu, S. T. & Anderson, N. L. 2019. Geophysical site assessment in karst terrain: A case study from southwestern Missouri. *Journal of Applied Geophysics*, 170, Article 103838. <https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2019.103838>
- Veress, M. (2016). *Covered Karsts*. Springer.
- Veress, M., Telbisz, T., Tóth, G., Lóczy, D., Ruban, D. A., Gutak, J. M. (2018). *Glaciokarsts*. Springer.
- Vincent, S. J., Guo, L., Flecker, R., BouDagher-Fadel, M. K., Ellam, R. M. & Kandemir, R., (2018). Age constraints on intra-formational unconformities in Upper Jurassic-Lower Cretaceous carbonates in northeast Turkey; geodynamic and hydrocarbon implications. *Marine and Petroleum Geology*, 91, 639-657. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2018.01.011>
- White, W. B. (2019). Speleothems. In *Encyclopedia of Caves*. Academic Press.
- Williams, P. W. (2008). The role of the epikarst in karst and cave hydrogeology: a review. *International Journal of Speleology*, 37,1-10.
- Wimbledon, W. A. P. & Smith-Meyers, S. (2012). *Geoheritage in Europe and its conservation*. PeoGEO Special Publication.
- Yamaç, A., Gilli, E., Tok, E. & Törk, K. (2021a). Natural Sciences in the Caves of Turkey. In *Caves and Karst of Turkey - Vol. 1. Cave and Karst Systems of the World*. Springer.
- Yamaç, A., Gilli, E., Tok, E. & Törk, K. (2021b). 45 Interesting Caves of Turkey. In *Caves and Karst of Turkey - Vol. 1. Cave and Karst Systems of the World*. Springer.
- Yılmaz, C. (2002). Gümüşhane-Bayburt yöresindeki Mesozoyik havzalarının tektono-sedimentolojik kayıtları ve kontrol etkenleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 45(1), 141-164. https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/cb811134b9d39fc_ek.pdf
- Yılmaz, C. & Kandemir, R. (2006). Sedimentary records of the extensional tectonic regime with temporal cessation: Gümüşhane Mesozoic Basin (NE Turkey). *Geologica Carpathica*, 57, 3.
- Yılmaz, C., Carannante, G., & Kandemir, R. (2008). The rift-related Late Cretaceous drowning of the Gümüşhane carbonate platform (NE Turkey). *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 127, 37-50.
- Yılmaz, E. (2013). *Jeolojik Oluşumların Kültür Varlıkları Açısından Değerlendirilmesi ve Turizme Kazandırılması: Pamukkale Örneği*. [Yayımlanmamış Uzmanlık Tezi], T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Yücel, C., Arslan, M., Temizel, I., Yazar, E.A. & Ru-et, G. (2017). Evolution of K-rich magmas derived from a net veined lithospheric mantle in an ongoing extensional setting: Geochronology and geochemistry of Eocene and Miocene volcanic rocks from Eastern Pontides (Turkey). *Gondwana Research*, 45, 65-86. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2016.12.016>
- Zeybek, M., Murat, G., Kaçaroğlu, F., Karacan, E. & Özbek, A. (2023). Caves in clastic rocks (Muğla, SW Türkiye). *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 172, 61-79. <https://doi.org/10.19111/bulletinofmre.1154017>

- Zaman, M. (2000). Gümüşhane İli'nin Turizm Potansiyeli. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 6(4), 211-236.
- Zaman, M. (2010). *Doğu Karadeniz Kıyı Dağları'nda Dağ ve Yayla Turizmi*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 977, Edebiyat Fakültesi Yayın No: 134, Araştırma Serisi No: 110.
- Zaman, M., Şahin, İ.F. ve Birinci, S. (2011). Çal Mağarası Düzköy Trabzon ve çevresinin ekoturizm potansiyeli açısından önemi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 26, 1-23.
- Zaman, M. (2012). *Trabzon İlinin Turizm Coğrafyası* (Potansiyel, Alternatifler, Planlama). Erzurum Atatürk Üniversitesi Yayınları No:999, Fen-Edebiyat Fakültesi Yayını No:137, Araştırma Serisi No:113.
- Zgłobicki, W. & Baran-Zgłobicka, B. (2013). Geomorphological heritage as a tourist attraction. A case study in Lubelskie Province SE Poland. *Geoheritage*, 5,137-149.