



Engizek Dağı’nda Karstik Depresyonların Jeomorfik Özellikleri ve Morfotektonik Gelişimleri (Kahramanmaraş, Doğu Toroslar)

Geomorphic Characteristics and Morphotectonic Evolution of Karst Depressions on Mount Engizek (Kahramanmaraş, Eastern Taurus Mountains)

Mutlu Seven^{1*}, Yahya Öztürk², Serkan Gürgöze³, İsmail Ege⁴, Saadettin Tonbul⁵

¹ Yenidam Mah. 6006 Sk, No 13, Seyhan/Adana, Türkiye

² Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Van, Türkiye

³ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Samsun, Türkiye

⁴ Uşak Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Uşak, Türkiye

⁵ Fırat Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Elazığ, Türkiye

• Geliş/Received: 27.02.2025

• Düzeltmiş Metin Geliş/Revised Manuscript Received: 01.04.2025

• Kabul/Accepted: 01.04.2025

• Çevrimiçi Yayın/Available online: 16.04.2025

• Baskı/Printed: 30.04.2025

Araştırma Makalesi/Research Article

Türkiye Jeol. Bül. / Geol. Bull. Turkey

Öz: Karstik platolar genel olarak yoğun şekilde çözünme dolinleri ile kaplıdır ve bu dolinlere ait morfometrik özellikler kullanılarak karstik platoların morfotektonik özellikleri belirlenebilmektedir. Bu çalışmada da Engizek Dağı üzerindeki karstik depresyonların dağılımı ve morfometrik özellikleri ile bölgenin morfotektonik gelişimi arasındaki ilişki ortaya konulmuştur. Dağlık saha üzerinde topografya haritaları, Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) verileri ve uydu görüntüleri kullanılarak 872 karstik depresyon (dolin ve uvalalar) tespit edilmiştir. Bu depresyonlar, poligonlar çizilerek sayısal verilere dönüştürülmüş ve morfotektonik süreçlerle ilişkileri değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda karstik depresyonların uzun eksen yönelimleriyle yapısal unsurlar arasındaki uyumu belirlemek amacıyla gül diyagramları oluşturulmuştur. Morfometrik analizler sonucunda, Engizek Dağı’ndaki karstik depresyonların ortalama uzunluğu 62 m, genişliği 41 m, kapladıkları yaklaşık yüzey alanı ise 2884 m² olarak belirlenmiştir. Depresyonların ortalama yüksekliği 2.106 m, eğimi ise 12° olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, ortalama derinlik değeri 8,3 m olarak belirlenmiş ve bu alanda km² başına ortalama 5 karstik depresyon düşmektedir. Dağın uzanım doğrultusu, KKB-GGD yönlü sıkışmaya uygun olarak DKD-BGB doğrultusundadır. Kütledeki bindirme ve kıvrım sistemleri ile aynı yapısal doğrultulara sahip olan dağın morfotektonik gelişimi, tüm Toroslar’da olduğu gibi karstik süreçleri denetleyen bir yapıya sahiptir. Nitekim, zirve platosunda uzun eksene paralel olarak dağılım gösteren karstik depresyonlar büyük ölçüde tektono-yapısal faktörlerin kontrolünde gelişmiştir. Dağda sıkışma eksenine zıt uzanım sergileyen boyuna çatlaklar ile sıkışma eksenine uygun yönelim gösteren enine çatlaklar gibi süresizlik yüzeyleri ile karstik depresyonların gelişimi arasındaki ilişki de bu durumu desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: Doğu Toroslar, Engizek Dağı, karstik depresyon, tektonik, morfotektonik.

Abstract: Karst plateaus are generally characterized by a dense distribution of solution dolines, and the morphometric properties of these dolines can be utilized to determine the morphotectonic characteristics of karst plateaus. This study investigated the interrelation between the spatial distribution and morphometric features of karstic depressions on Mount Engizek and the broader morphotectonic evolution of the region. Using topographic maps, Digital Elevation Model (DEM) data, and satellite imagery, a total of 872 karstic depressions (dolines and uvalas) were identified within the mountainous terrain. These depressions were digitized into numerical data by delineating polygons, and

their associations with morphotectonic processes were analyzed. In this context, rose diagrams were generated to determine the correspondence between the long-axis orientations of the karstic depressions and structural elements. Morphometric analyses revealed that the average length of the karstic depressions on Mount Engizek is 62 m, while their average width is 41 m, and their approximate surface area is 2,884 m². The average elevation of the depressions was calculated as 2,106 m, with an average slope of 12°. Additionally, the mean depth of the depressions was determined to be 8.3 m, and it was found that the area contains an average of five karstic depressions per km². The orientation of the mountain follows a NE-SW trend, consistent with NW-SE compression. The morphotectonic evolution of the massif, which shares the same structural trends as the thrust and fold systems within the region, exhibits a structural framework that governs karst processes, as observed throughout the Taurus Mountains. The karstic depressions distributed parallel to the long axis of the summit plateau largely developed under the control of tectono-structural factors. The observed relationship between discontinuity surfaces – such as longitudinal fractures oriented perpendicular to the compression axis and transverse fractures aligned with it – and the development of karstic depressions further substantiates this interpretation.

Keywords: Eastern Taurus Mountains, Mount Engizek, karst depression, tectonics, morphotectonics.

GİRİŞ

Karstlaşma, çözünmeye uygun kayaçlar üzerinde gelişen ve kendine özgü jeomorfolojik şekiller oluşturan dinamik bir süreçtir (Bögli, 1980; Bonacci, 1987; Ford ve Williams, 2007; Huggett, 2015). Litolojik özelliklerin süreç üzerindeki belirleyici rolünün baskın olduğu karstlaşma, çözünme süreçlerine bağlı olarak aşınım ve birikim olaylarını kapsayan genel bir terimdir. Bu terim genellikle kireçtaşı arazilerinde meydana gelen kimyasal çözünme süreçlerini tanımlamak için kullanılsa da (İnandık, 1962; Young, 1986; Erinç, 2001; Ford ve Williams, 2007; Grimes, 2012), çözünmeye uygun farklı kayaç türleri için de kullanılabilmektedir (Erol, 1992; Ferrarase ve Sauro, 2005; Huggett, 2015; Ege, 2016; Poyraz vd., 2021; Gökkaya ve Gutierrez, 2022). Karstlaşma süreciyle birlikte, topoğrafik yüzeyde veya yeraltında karst morfolojisine özgü tipik yer şekilleri oluşur. Bu şekiller, Türkiye’de en geniş ve önemli karstik alanların yer aldığı Toros Karst Kuşağı’nda (Elhatip, 1997; Nazik ve Tuncer, 2010; Şekil 1a) olduğu gibi, jeomorfik manzaraya belirgin bir şekilde yön vermektedir. Nitekim Toroslar’da yapılan bazı çalışmalar, bu kuşaktaki karstik şekillerin gelişim süreçlerini ortaya koymak açısından önemli veriler sunmaktadır (Atalay, 1973; Doğu vd., 1994; Kurt, 2000; Ege, 2015; Öztürk vd., 2018b; Şimşek vd., 2020;

Zorer ve Öztürk, 2020; Aydın ve Tuncer, 2021; Çetinkaya vd., 2023; Utlu ve Öztürk, 2023).

Toros Dağları, Anadolu’nun güneyinde doğu-batı yönünde yaklaşık 1500 km boyunca uzanan ve karstlaşmaya uygun karbonat kayaçlardan oluşan bir kıvrım kuşağıdır (Erinç, 2001; Ekmekçi, 2003; Nazik ve Poyraz, 2017; Şekil 1a). Karstik süreçlerin en yaygın olarak Mesozoyik ve Tersiyer yaşlı denizel kireçtaşları üzerinde geliştiği bu bölge, “Akdeniz Karst Kuşağı” olarak da adlandırılmaktadır (Ekmekçi, 2005; Atalay, 2017; Nazik ve Poyraz, 2017; Pekcan, 2019). Bölgedeki kalın karbonat istiflerinin (Elhatip, 1997) yanı sıra, Oligosen sonlarından itibaren meydana gelen orojenik yükselimler, dikey-yatay tektonik hareketler ve karstlaşmayı destekleyen iklimsel koşullar, yüzey karstlaşmasını oldukça belirgin hale getirmiştir (Atalay, 2003) ve Toroslar’daki yüzey karstlaşmasına ait başlıca şekiller arasında polyeler, dolinler ve uvalalar gibi karstik depresyonlar yer almaktadır.

Karstik depresyonlar, çevresine göre daha düşük kotta yer alan ve yüzey sularının dışı akışının olmadığı karst çukur alanlarıdır. Çapları birkaç metreden birkaç km’ye kadar değişen dairesel ya da yarı dairesel formdaki bu depresyonlar (çoğunlukla çözünme dolinleri ve uvalalar), ılıman kuşaktaki orta enlemlerde yaygın olarak gözlemlenmektedir (Ford ve Williams,

2007; Gams, 2000; Sauro, 2003). Türkiye’de ise bu tür depresyonlar, özellikle Toros Karst Bölgesi ve Sivas Jips Karstı’nda yoğun olarak görülmekte olup bu karstik bölgelerin karakteristik yüzey şekillerinden biri olarak kabul edilmektedir (Doğan ve Özel, 2005; Keskin ve Yılmaz, 2016; Nazik ve Tuncer, 2010; Öztürk vd., 2017a). Karstik depresyonlar, küçük drenaj havzaları olarak da değerlendirildiğinden (Day, 1976), dolin morfometrisi ile havza morfometrisinde kullanılan bazı morfometrik hesaplamalar benzerlik göstermektedir (Öztürk, 2018a). Dolinler ve uvalalar, karstik alanların morfotektonik gelişimini yansıttığından, yüzey karstı araştırmalarında bu depresyonlara yönelik morfometrik analizler de yaygın olarak kullanılmaktadır (Öztürk vd., 2017a, 2018a, 2018b; Şener ve Öztürk, 2019; Şimşek vd., 2019b, 2020; Öztürk, 2020; Poyraz vd., 2021; Aydın ve Tuncer, 2021; De Waele ve Gutiérrez 2022; Utlu ve Öztürk, 2023; Şener, 2024). Bu oluşumların detaylı bir şekilde anlaşılması, boyut ve jeomorfolojik ilişkilerinin incelenmesine bağlı olup gerekli veriler morfometrik hesaplamalar yoluyla elde edilebilmektedir.

Engizek Dağı, Güneydoğu Toroslar’ın batı kesiminde yer alan ve DKD-BGB doğrultusunda uzanan dağlık bir küttedir. Dağın kuzeyinde, aynı orografik sistemin parçaları olan ancak tektonik ve flüvyal süreçlerle farklı ünitelere ayrılmış Nurhak (3090 m), Berit (3054 m), Boruk (2322 m) ve Koç (~2500 m) dağları yer alırken, güneyi ise faylanmaya bağlı olarak gelişmiş tektonik bir oluk ile Ahır Dağı tarafından sınırlandırılmaktadır. Engizek Dağı güneyde Kahramanmaraş Havzası ile kuzeyde Elbistan-Malatya-Adıyaman havzaları arasında yüksek bir eşik niteliği taşımaktadır (Şekil 1b). Literatürde, Engizek Dağı ve çevresine yönelik karst çalışmaları sınırlı olup (Çetinkaya vd., 2023), mevcut araştırmalarda bölgedeki karstik depresyonların morfojenetik süreçleri detaylı olarak ele alınmamıştır. Dolayısıyla Bu çalışmanın temel amacı, Toros Orojenik Kuşağı’nın doğusunda yer alan Engizek Dağı

Kütlesi’ndeki karstik depresyonların jeomorfik ve morfometrik özelliklerini incelemek ve bu depresyonların morfojenetik gelişiminde etkin olan tektono-yapısal süreçleri ortaya koymaktır.

VERİ ve YÖNTEM

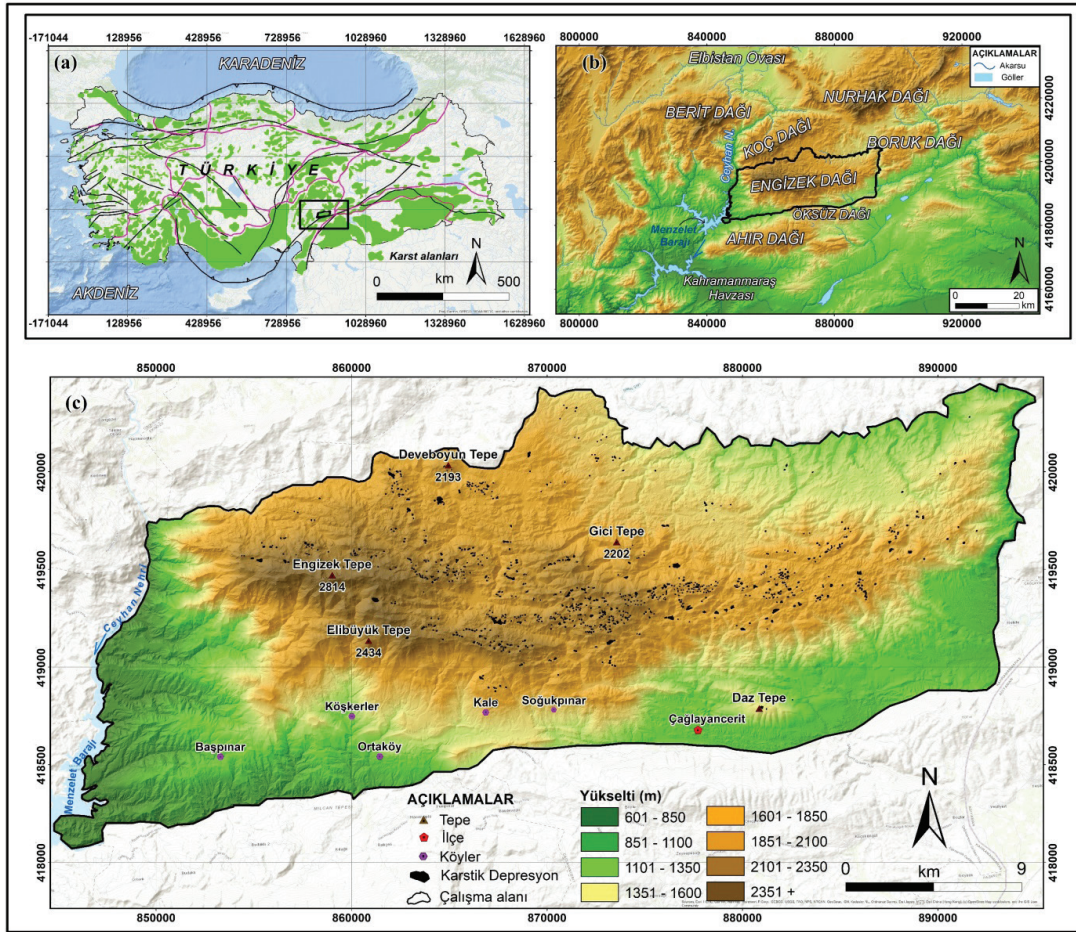
Bu çalışmada kullanılan veri kaynaklarını, arazi gözlemlerinin yanı sıra 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritaları (M38a1, a2, a3, a4, M38b1, b2, b3), bölgeye yönelik daha önce yapılan jeolojik ve jeomorfolojik çalışmalar ile Harita Genel Müdürlüğü’nden temin edilen 5 m çözünürlüğe sahip Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) verileri oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında, çeşitli haritaların ve analizlerin üretilmesi amacıyla farklı veri tabanları kullanılmış olup, mekânsal analiz ve haritalama süreçlerinde ArcMap 10.5, ArcMap 10.8, SAGA GIS 6.4.0, GeoRose ve Geomatica yazılımlarından faydalanılmıştır.

Karstik depresyonların haritalanması için topoğrafya haritaları (M38a1, a2, a3, a4, M38b1, b2, b3) koordinatlandırılmış, depresyonlar (dolin ve uvala) poligon olarak sayısallaştırılmış ve daha sonra bu veriler 5 m çözünürlüğe sahip SYM verileriyle karşılaştırılmıştır. 5 m çözünürlüğe sahip SYM’nin kullanımı, topoğrafya haritalarındaki 10 m izohips aralıklarının sınırlamalarını aşarak karstik depresyonların daha ayrıntılı morfometrik özelliklerinin belirlenmesine olanak sağlamaktadır.

Karstik depresyonların morfojenetik evrimi, büyük ölçüde paleo-drenaj ağları, tektonik süreçler ve yapısal unsurların denetiminde geliştiğinden, son yıllarda bu depresyonlara yönelik çok sayıda morfometrik analiz çalışmasının gerçekleştirildiği görülmektedir (Öztürk vd., 2018a; 2018b; Şimşek vd., 2019b; Öztürk, 2020; Aydın ve Tuncer, 2021; Poyraz vd., 2021; Ataol ve Şimşek, 2022; Utlu ve Öztürk, 2023; Çetinkaya vd., 2023; Şener, 2024). Karstik depresyonların (dolin, uvala ve polye) morfometrisi, karstik alanların kantitatif

analizinde yaygın olarak kullanılan önemli bir yöntem olup, karstik şekiller ile tektonik ve litolojik yapılar arasındaki ilişkilerin belirlenmesine katkı sağlamaktadır (Bondesan vd., 1992; Day, 1983; Jennings, 1975). Aynı zamanda, karstik sistemlerin evrimi ve dinamiklerine yönelik hipotezlerin geliştirilmesine de yardımcı olmaktadır (Faivre ve Reiffsteck, 2002; Florea, 2005; Telbisz vd., 2009). Dolayısıyla bu çalışmada da morfometrik analizlere başvurulmuş ve analizler kapsamında, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak karstik depresyonlara ait uzunluk (L), genişlik (W),

uzunluk/genişlik oranı (L/W), çevre uzunluğu (m), alan (m²), dairesellik indisi, minimum depresyon yüksekliği (m), maksimum depresyon yüksekliği (m), ortalama depresyon yüksekliği (m), depresyon derinliği (m), ortalama eğim (°) ve ortalama bakı gibi temel morfometrik parametreler hesaplanmıştır. Dolin yoğunluğu, kilometrekare başına düşen dolin sayısı (dolin/km²) şeklinde belirlenmiş olup, bu kapsamda çeşitli çalışmalar referans alınmıştır (Öztürk vd., 2017a; Öztürk, 2018a; Öztürk, 2018b; Öztürk vd., 2018a; Öztürk vd., 2018b).



Şekil 1. a) Anadolu’da karstlaşabilir kayaçların dağılımı (Nazik ve Poyraz (2017)’a göre çizilmiştir) **b)** Egizek dağı yakın çevresi **c)** Engizek dağının fiziki haritası.

Figure 1. a) Distribution of karstifiable rocks in Anatolia (drawn according to Nazik and Poyraz, 2017), **b)** the vicinity of Mount Engizek, **c)** the physical map of Mount Engizek.

Karstik depresyonların derinliği, litolojinin karstlaşabilme kapasitesi ve dikey tektonik süreçlerin aktivitesiyle doğrudan ilişkilidir (Atalay, 2017). Karstlaşma potansiyeli yüksek bir litolojinin varlığı ve bu sürecin dikey tektonik hareketlerle desteklenerek karstlaşmanın derinlere doğru ilerlemesi, derin yüzey karstı oluşumlarının temel belirleyicileri arasındadır. Bu nedenle, karstik depresyon derinliklerinin belirlenmesi, depresyonların gelişiminde etkili olan tektonik süreçlerin ve litolojik yapının petrografik özelliklerinin anlaşılmasına önemli katkılar sağlamaktadır. Bu bağlamda, Engizek Dağı'ndaki karstik depresyonların derinlikleri Saga 6.4.0 programı ve Python destekli analizler kullanılarak hesaplanmıştır.

Karstik depresyonların daha iyi yorumlanabilmesi ve mekânsal dağılım özelliklerinin daha net ortaya konulabilmesi amacıyla ArcMap 10.5 ve Saga 6.4.0 yazılımları kullanılarak Kırmızı Rölyef (PRIM) görüntüsü oluşturulmuştur. Çalışma sahasının jeoloji haritası, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'ne (MTA) ait 1/25.000 ölçekli jeoloji paftaları temel alınarak hazırlanmıştır.

Karstik depresyonların gelişimi ve evrimini kontrol eden tektonik süreçler (örneğin faylanma, çatlak sistemlerinin oluşumu) ve yapısal sistemler (örneğin antiklinal ve graben eksenleri, eğimli tabaka yüzeyleri) aynı zamanda bölgesel paleocoğrafik süreçlerin anlaşılmasına da katkı sağlamaktadır. Bu nedenle çeşitli yollarla temin edilebilen çizgisellikler, karstik depresyonların gelişimini anlamada başvuru referanslardan biridir. Bu bağlamda Landsat uydu görüntüleri Geomatica yazılımında işlenerek saha üzerindeki çizgisellikler analiz edilmiştir. Görüntü işleme sürecinde, öncelikle atmosferik ve radyometrik düzeltmeler uygulanmış, ardından kenar belirleme filtreleri ile olası çizgisellikler tespit edilmiştir. Daha sonra, otomatik çizgisellik çıkarımı algoritması ile jeomorfolojik ve yapısal hatlar belirlenmiş, elde edilen veriler CBS ortamında değerlendirilmiştir.

Tektonik yapılar ve depresyonların uzun eksen yönelimleri GeoRose programı kullanılarak analiz edilmiş ve gül diyagramları ile görselleştirilmiştir. Bu sayede yapısal unsurların mekânsal dağılımı sistematik bir şekilde değerlendirilmiştir.

Karstik depresyonların otomatik tespiti ve morfometrik analizlerinin gerçekleştirilmesi amacıyla Sayısal Yükseklik Modeli (SYM/DEM) verileri, SAGA GIS yazılımı kullanılarak işlenmiştir. Öncelikle, veri doğruluğunu artırmak ve hidrolojik anormallikleri gidermek amacıyla "Sink Removal" aracı uygulanarak yüzeydeki kapalı depresyonlar doldurulmuştur. Daha sonra, orijinal DEM ile doldurulmuş DEM arasındaki fark, "Grid Calculator" aracı ile hesaplanarak depresyon alanlarının mekânsal dağılımı belirlenmiştir. Elde edilen depresyon verileri, "Grid to Vector" aracı kullanılarak vektör formatına dönüştürülmüş ve topografya haritaları ile karşılaştırılarak karstik depresyonların dağılımı ile derinlik özellikleri analiz edilmiştir. Bu yöntem, çalışma sahasındaki yüzey morfolojisinin detaylı bir şekilde değerlendirilmesini sağlamanın yanı sıra, karstik süreçlerin mekânsal dinamiklerini anlamaya yönelik nicel veriler sunmaktadır.

BÖLGESEL ORTAM ÖZELLİKLERİ

Toros Orojenik Kuşağı içinde yer alan Engizek Dağı, Güneydoğu Toroslar'ın en batı ucunda bulunmaktadır. Güneydoğu Toroslar, batıda Amanos Dağları'nın sona erdiği noktadan başlayarak, Elbistan Ovası'nın güneyinde yer alan Engizek, Nurhak, Berit ve Ahır dağlarını da kapsayacak şekilde doğuya doğru uzanmaktadır. Bu dağ silsilesi, Malatya, Maden, Akçakara, Muş güneyi ve Kavuşşahap (İhtiyarşahap) dağları boyunca devam ederek Hakkâri Dağları'na ulaşmaktadır (İzbırak, 1983). Engizek Dağı, Doğu Toroslar'daki birçok yükselim gibi (Atalay, 2003; Siler ve Şengün, 2011; Tonbul, 2012; Öztürk vd., 2018a; Öztürk vd., 2018b; İş, 2019; Öztürk, 2020; Şimşek vd., 2020; Zorer vd., 2022; Çetinkaya

vd., 2023), karstlaşmayı denetleyen süreçlerin etkisi altında çok sayıda karstik depresyonun geliştiği dağlık bir alanı temsil etmektedir (Şekil 4 ve 6). Çalışma alanı Anadolu'nun karst bölgeleri sınıflandırmasına göre (Nazik ve Tuncer, 2010), Toros Dağları Karst Bölgesi içinde yer almakta olup Orta Toros alt karst alanında konumlanmaktadır. Doğu Anadolu Karst Alanı'nın batı sınırına yakın bir konumda bulunan dağ, aynı zamanda Kıvrımlı Kuşak alt karst alanıyla da lito-stratigrafik benzerlikler göstermektedir.

Engizek Dağı ve yakın çevresi, jeolojik devirler boyunca birçok tektonik hareketten

etkilenmiş olup, bölgenin jeolojik ve jeomorfolojik evrimi büyük ölçüde bu süreçlerin kontrolünde şekillenmiştir (Altınlı, 1966; Yılmaz vd., 1987; Yiğitbaş, 1989; Yıldırım, 1989; Biricik, 2010; Esen, 2014; Seven, 2017; Seven vd., 2017; İş, 2019; Yalçın ve Kop, 2022). Çalışma sahasında Paleozoyik'ten Kuvaterner'e kadar uzanan tüm jeolojik dönemlere ait yapılar gözlemlenebilmektedir. Bölgenin yoğun tektonik hareketlere maruz kalması ve sıkışmaya uğraması, kayaçların sürüklenmesi, bindirme ve şaryaj yapılarının oluşumu ile faylanmalara yol açmıştır (Yiğitbaş, 1989).



Şekil 2. Engizek Dağı kütleğinde etkili olan tektonik süreçler yüzey ve yer altı karstına ait morfolojik birimlerin morfojenetik evrimlerini de denetleyen yapısal bir etken karakterindedir. **a)** Kütlede derinliği yaklaşık 50 m'yi bulan Sakça Mağarası fay denetiminde gelişmiştir. Mağara fay düzlemi boyunca tavan ve taban blok sınırında açılmıştır. **b)** Kütlede yüzey karstını denetleyen bir fayın mostra veren düzlemi, **c)** Kütlede dolin gelişimini denetleyen bir fayın topoğrafik yüzeyde oluşturduğu morfolojik sarpılık.

Figure 2. The tectonic processes affecting the Mount Engizek block are a structural factor that also controls the morphogenetic evolution of the morphological units belonging to surface and underground karst. **a)** Sakça Cave, which is about 50 m deep in the Mountain, was developed under fault control. The cave was opened along the

fault plane at the upper and lower block boundary. b) Outcropping plane of a fault controlling surface karst in the mass. c) Morphologic steepness on the topographic surface of a fault controlling doline development in the Mountain.

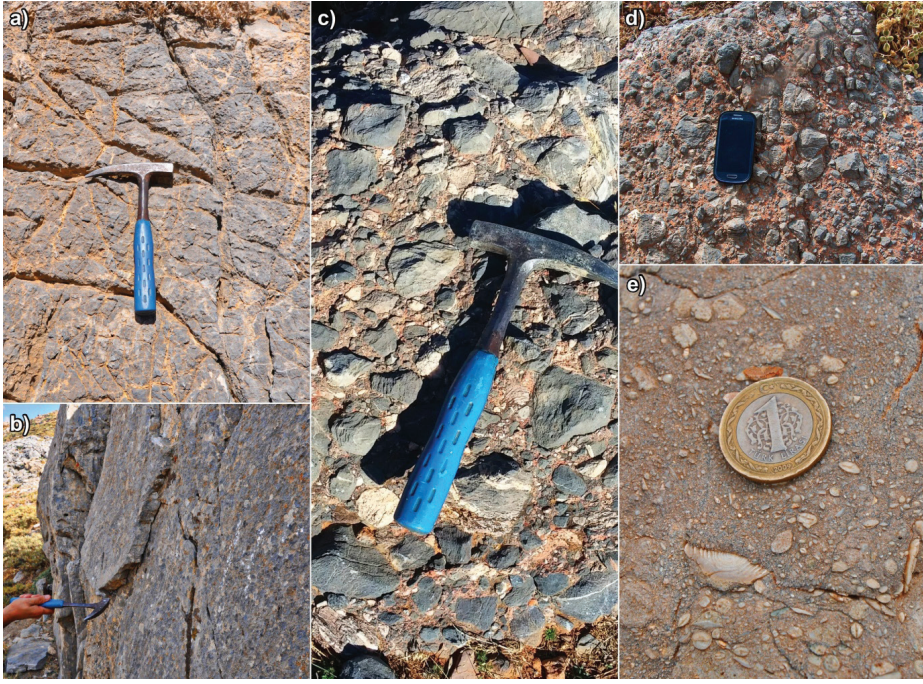
Anadolu Levhası ile Arap Levhası'nın birbirine yaklaşması ve okyanus tabanının tüketilmesi sürecinde, allokton birimler (Malatya Metamorfikleri) güney yönünde Arap Platformu üzerine itilmiş ve bu süreç, iki kıta arasında kenet kuşağı ile birlikte bindirmeler, faylar ve şaryaj cephelerinin oluşumuna zemin hazırlamıştır (Yılmaz, 1984; Yılmaz, 1987; Yılmaz vd., 1987; Yiğitbaş, 1989). Şaryaj cepheleri, Arap Levhası'nın en kuzey sınırında konumlanmış olup, allokton birimlerin birleştiği hat boyunca gelişmiş ve doğu-batı doğrultusunda uzanan tektonik dilimlerden oluşmuştur (Yıldırım, 1989). Bölgenin aktif tektonik yapısı, Engizek Dağı'nın günümüzdeki morfolojik özelliklerini kazanmasında belirleyici bir faktör olmuştur (Şekil 2).

Engizek Dağı'nın yüksek kesimlerinde, Paleozoyik, Mesozoyik ve Tersiyer dönemlerine ait mermerler, kırıntılı kayalar ve kireçtaşı gibi çözünebilen litolojik birimler geniş bir yayılım göstermektedir (Yiğitbaş, 1989; Seven, 2017; Şekil 2, 3 ve 4). Çalışma sahasında karstik gelişimin en yaygın olduğu litolojik birimler, Paleozoyik yaşlı Malatya Metamorfikleri dahilinde bulunan mermerler ile Mesozoyik yaşlı kireçtaşlarıdır. Yaklaşık 700–750 m kalınlığa ulaşan bu birimler (Yiğitbaş, 1989), çalışma sahasında en geniş yayılım alanına sahip olup allokton bir kütle niteliği taşımaktadır. Bölgede yüzey karstı gelişimi oldukça belirgindir (Şekil 5). Özellikle Malatya Metamorfikleri ve Mesozoyik yaşlı kireçtaşları üzerinde lapy, dolin, uvala ve polye gibi yüzey karstı formları yaygın olarak gözlemlenmektedir. Bunun yanı sıra, Büyük Yeşil Polyesi çevresinde aktif karstifikasyonun, bireşik dokudaki konglomeratik kayalarda gelişim sağladığı da tespit edilmiştir (Şekil 3c, Şekil 3d).

Tektonik süreçler, bölgenin hem jeolojik hem de morfolojik yapısını önemli ölçüde şekillendirmiştir. Sıkışma ve bindirme hareketleri sonucunda sahada genel olarak doğu-batı (D-B) ve DKD-BGB doğrultulu fay ve çatlak sistemleri gelişmiş ve karstik süreçler, bu fay sistemlerinin uzanımına paralel olarak ilerlemiştir (Şekil 4). Bu tektonik süreçler, bölgenin kırıklı bir yapı kazanmasına da neden olmuş ve eğim değerlerini önemli ölçüde etkileyerek bindirme bölgesinde yamaç eğimlerinin oldukça yüksek seviyelere ulaşmasına yol açmıştır. Dağın morfolojik yapısı incelendiğinde, yükseltinin doğudan batıya doğru kademeli olarak arttığı görülmektedir. Bu nedenle Engizek Dağı'nın doğu ve batı kesimleri arasında belirgin bir yükselti farkı bulunmakta olup doğuda yükselti ortalama 1000–1500 m arasında değişirken, batıda bu değer yaklaşık 2000 m'ye ulaşmaktadır.

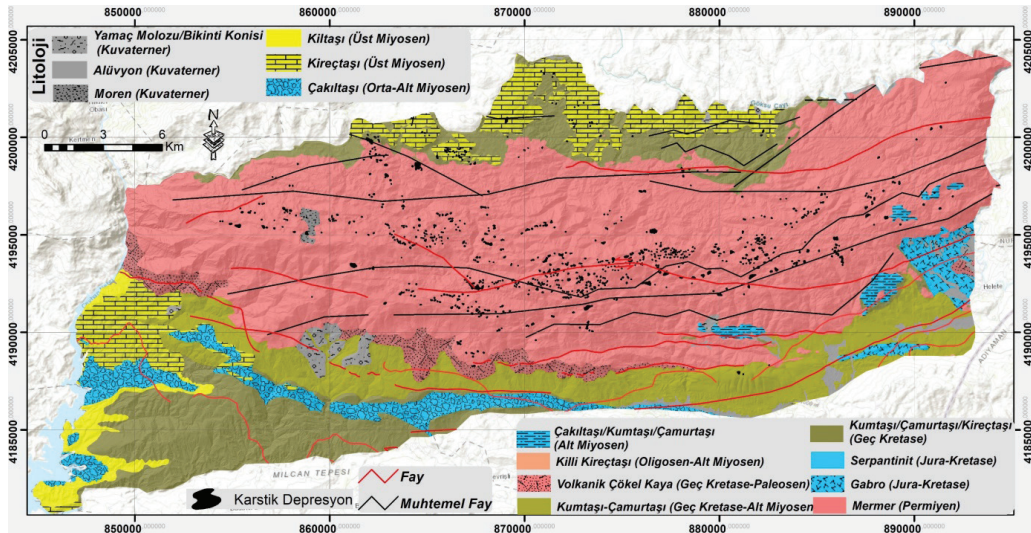
Dağın batı kesiminde sıkışmanın daha şiddetli olması, doğu ile batı arasında belirgin bir yükselti farkının oluşmasına neden olmuş (Şekil 1c) ve özellikle batı bölgesinin yüksek kesimlerinde geçmişte buzullaşma koşullarının yaşanmasına zemin hazırlamıştır (Seven vd., 2017). Engizek Dağı'nın günümüz jeomorfik yapısı, karstlaşma (Şekil 5), paleo-buzullaşma, flüviyal süreçler ve bunları denetleyen tektonik hareketlerin etkisiyle şekillenmiştir (Seven, 2017).

Engizek Dağı, yüksek bir kütle olduğundan üzerinde herhangi bir meteoroloji istasyonu bulunmamaktadır. Bu nedenle, çalışma alanına ait sıcaklık ve yağış verileri, Fick ve Hijmans'ın (2017) oluşturduğu küresel gridli iklim verilerini Doğu Toroslar'daki karstik alanlara uyarlayan Çetinkaya (2022) tarafından sağlanan verilerden elde edilmiştir. Bu verilere göre Engizek Dağı'nda yıllık ortalama sıcaklık 7 °C, yıllık toplam yağış miktarı ise 561 mm'dir. Ayrıca, Öztürk vd. (2017b) tarafından yapılan Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Engizek Dağı, Dsb harfleriyle ifade edilen “yazları sıcak ve ılık, kışları soğuk ve nemli orta enlem (karasal)” iklim tipi içerisinde yer almaktadır.



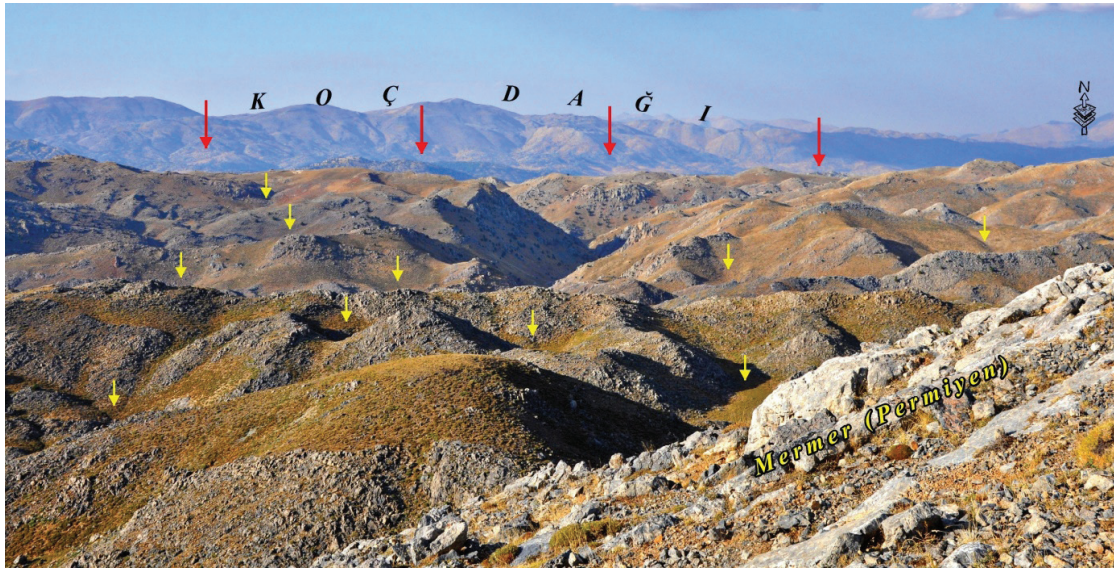
Şekil 3. a, b) Engizek Dağı'nda karstlaşmanın geliştiği birincil litolojilerden biri olan Malatya Metamorfitle'ne ait mermerler, c ve d) Kütlede karstlaşma sürecinin geliştiği bir diğer litoloji olan konglomeralar, e) Kütlede karstlaşmanın geliştiği bol fosil kavrıklı kireçtaşı.

Figure 3. a, b) Marbles belonging to Malatya Metamorphites, one of the primary lithologies where karstification developed on Mount Engizek, c and d) Conglomerates, another lithology where karstification process developed in the massif, e) Limestone with abundant fossil gravels where karstification developed in the Mountain.



Şekil 4. Engizek Dağı'nın jeoloji haritası (MTA 1/25.000 ölçekli Gaziantep M38a1, a2, a3, a4, M38b1, b2, b3 jeoloji paftalarından değiştirilerek. Fay verisi URL-1'den alınmıştır).

Figure 4. Geological map of Mount Engizek (Modified from MTA 1/25.000 scale Gaziantep M38a1, a2, a3, a4, M38b1, b2, b3 geological maps. Fault data was obtained from URL-1).



Şekil 5. Engizek Dağı zirve düzlüklerinin kuzey yamaçlarında Permiyen mermerler üzerinde gelişen karst topoğrafyası (sarı oklar farklı jeomorfik yapıdaki dolinleri göstermektedir) ve arka planda dağın kuzeyinde konumlanmış Koç Dağı. Engizek Dağı ile Koç Dağı arasında kırmızı oklarla gösterilen alan ise fayların denetiminde gelişmiş D-B eksenli tektonik bir oluğu (çöküntü alanını) göstermektedir.

Figure 5. Karst topography developed on Permian marbles on the northern part of the summit plateaus of Mount Engizek (yellow arrows indicate dolines with different geomorphic structures) and Koç Mountain located to the north of the mountain in the background. The area between Mount Engizek and Mount Koç, indicated by the red arrows, shows a D-B axis tectonic trough (depression area) developed under the control of faults.

BULGULAR

Karstik Depresyonların Morfometrisi

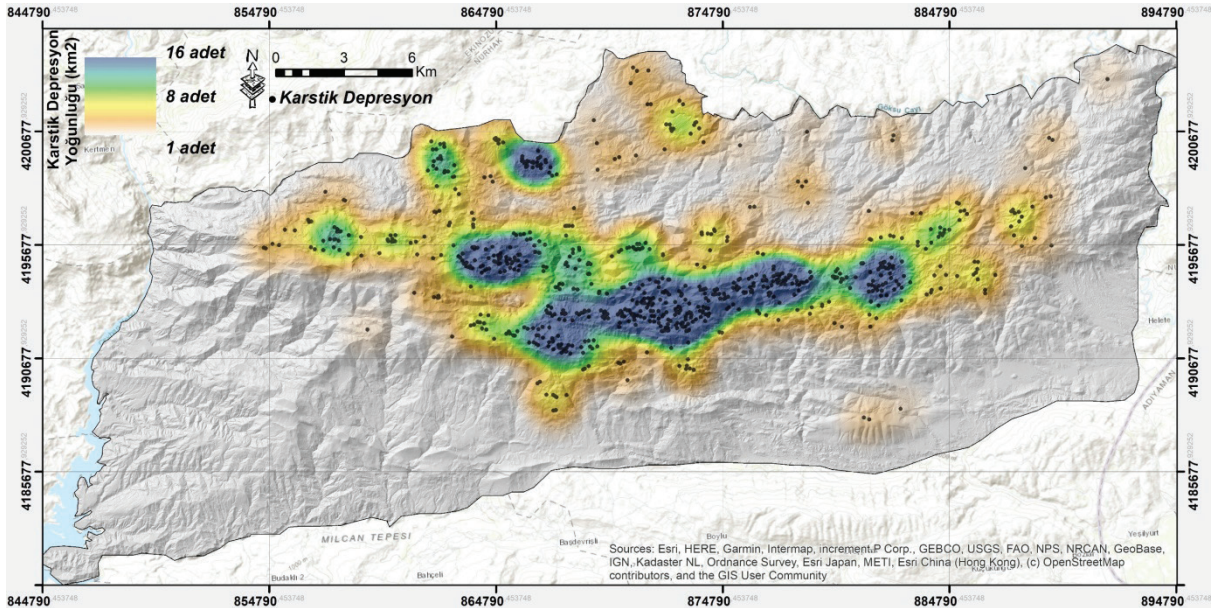
Engizek Dağı'nda yer alan yaklaşık 872 karstik depresyon morfometrik analizlere tabi tutulmuştur. Özellikle kütlenin merkezi kesiminde, DKD-BGB doğrultusunda yoğunlaşan depresyon dağılımı (Şekil 6), büyük ölçüde dağın zirve ekseninin yönelimiyle örtüşmektedir. Bu yoğunlaşmanın, bölgedeki antiklinal eksene karşılık gelmesi nedeniyle gerçekleştirildiği değerlendirilmektedir. Karstlaşmaya uygun yaklaşık 200 km²'lik bir alan içinde, kilometrekare başına düşen karstik depresyon yoğunluğu değişkenlik göstermekte olup, maksimum 16 depresyon, ortalama ise 5 depresyon (dolin/uvala) tespit edilmiştir. Bu değer, bölgedeki karstik depresyon yoğunluğunun oldukça düşük olduğunu göstermektedir. Nitekim Faivre ve Pahernik'in (2007) sınıflandırmasına göre bu değer, düşük yoğunluk kategorisine (dolin sayısı <10) karşılık gelmektedir.

Morfometrik analiz sonuçlarına göre, depresyonların ortalama uzunluğu 62 m olup, minimum 16 m ve maksimum 413 m arasında değişmektedir. Genişlik değerleri ise ortalama 41 m olarak hesaplanmış, en dar depresyon 14 m, en geniş depresyon ise 194 m olarak belirlenmiştir. Uzunluk/Genişlik (L/W) oranı ortalama 1,12 olup, minimum 0,5 ve maksimum 7,32 arasında değişmektedir. Uzunluk/Genişlik oranı, bir depresyonun planimetrik şeklini değerlendirmede önemli bir morfometrik parametre olup, depresyonların şeklinin dairesellikten uzaklaşıp daha uzamış formlar kazandığını göstermektedir (Basso vd., 2013). L/W oranı 2,65 olarak belirlenmiş olup, bu durum çalışma sahasındaki depresyonların %95'inin L/W oranının 2,65'ten düşük olduğunu, yalnızca en büyük %5'lik dilimde yer alan depresyonların belirgin şekilde uzamış bir form sergilediğini göstermektedir. Genel olarak, depresyonların büyük bir kısmının dairesel veya

yarı dairesel ($L/W < 1,21$) morfolojiye sahiptir. Depresyonların çevre uzunluğu ortalama 189 m olarak hesaplanmış olup, minimum 53 m ve maksimum 1.737 m arasında değişmektedir. Alan büyüklükleri ise geniş bir varyasyon göstererek ortalama 2.884 m², minimum 214 m² ve maksimum 71.901 m² olarak ölçülmüştür.

Depresyon alanlarının dağılımı incelendiğinde, küçük ölçekli depresyonların (≤ 460 m²) aktif karstik süreçlerin devam ettiğini gösterdiği, büyük ölçekli depresyonların (≥ 8.555 m²) ise uzun süreli karstlaşma ve tektonik süreçlerle ilişkili olduğunu düşündürmektedir. Maksimum 71.901 m²'lik alan büyüklüğüne sahip depresyonların, birleşmiş dolin sistemleri veya polye oluşumlarının erken evreleriyle ilişkili olabileceği değerlendirilmiştir. Depresyonların geometrik formlarını değerlendirmek amacıyla alan ve çevre uzunluğu verileri kullanılarak hesaplanan dairesellik indeksi, ortalama 1,12 olarak belirlenmiştir. En düşük 1,00, en yüksek 1,82 değerleri arasında değişen bu oran, şeklin dairesellikten ne derece uzaklaştığını

değerlendirmede kritik bir parametredir. Çalışma sahasındaki depresyonların yükselti değerlerine göre, minimum depresyon taban yüksekliği ortalama 2.103 m, en düşük 1.223 m ve en yüksek 2547 m'dir. Maksimum depresyon taban yüksekliği ise ortalama 2.111 m, en düşük 1.227 m ve en yüksek 2.555 m'dir. Ortalama depresyon yüksekliği 2.106 m olup, en düşük 1.226 m ve en yüksek 2.551 m arasında değişmektedir. Depresyonların büyük çoğunluğunun dağın orta kesimlerinde yoğunlaşması, bu alanın yüksek karstik plato özelliği taşıması ve depresyonların antiklinaller ile ilişkili olarak gelişmeleriyle açıklanabilir. Ayrıca, depresyon yamaçlarındaki eğim değerleri de analiz edilerek, ortalama eğim açısının 12°, en düşük 1° ve en yüksek 37° olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Derinliği fazla olan depresyonlarda eğim değerlerinin de yüksek olması, karstik erime süreçlerinin topografya üzerindeki etkilerini anlamak açısından önemli bir bulgudur. Eğim değerlerindeki bu farklılıklar, karstik erimenin yanı sıra tektonik süreçlerin de depresyon morfolojisini şekillendirdiğini göstermektedir.



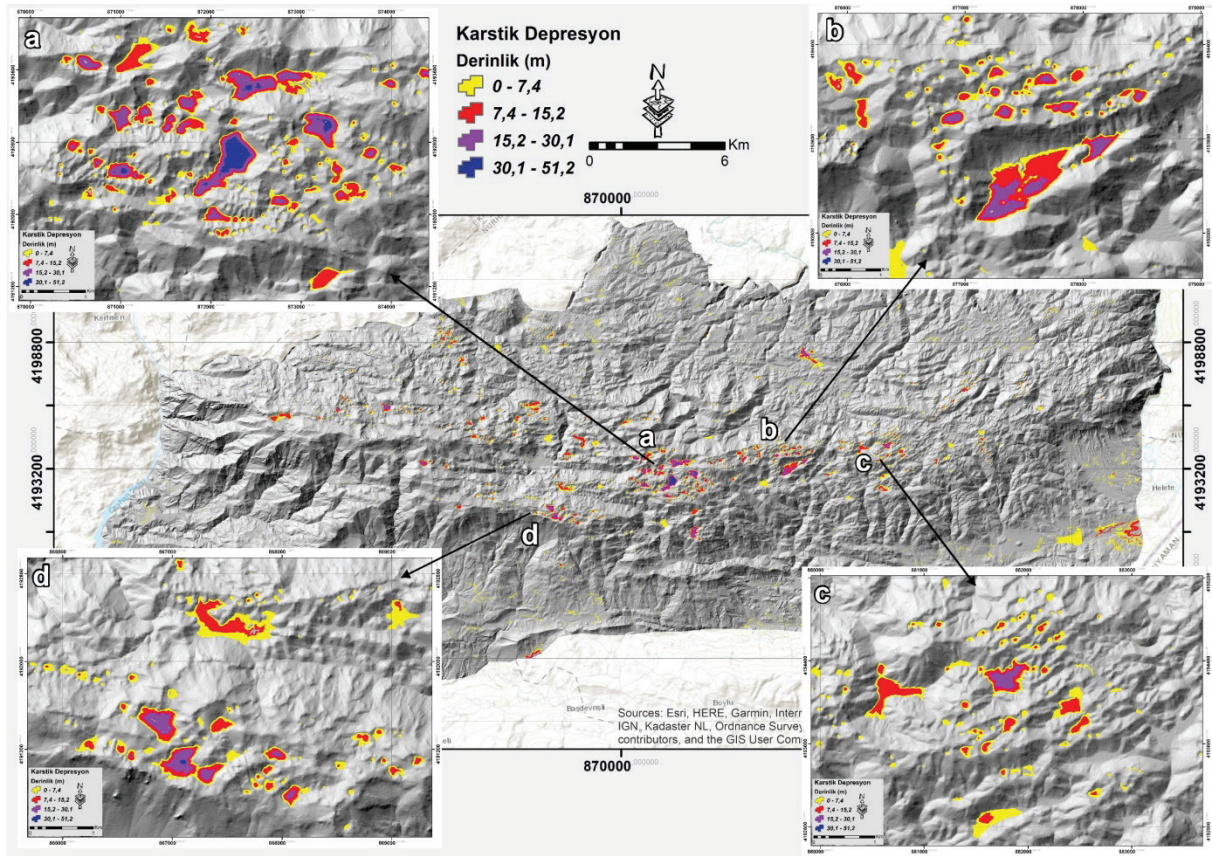
Şekil 6. Engizek Dağı kütesinde karstik depresyonlar ve depresyonların yoğunluğu (Karstlaşabilir yüzey alanında km²'ye yaklaşık 5 depresyon düşmektedir).

Figure 6. Karstic depressions and density of depressions in the Mount Engizek massif (approximately 5 depressions per km² of karstable surface area).

Çizelge 1. Engizek Dağı'ndaki depresyonlara ait morfometrik özelliklerin istatistiksel dağılımı.

Table 1. Statistical distribution of the morphometric features of depressions on Mount Engizek.

	Uzunluk (L) (m)	Genişlik (W) (m)	Uzunluk/ Genişlik Oranı (L/W)	Çevre Uzunluğu (m)	Alan (m ²)	Dairesellik İndisi	Minimum Yükselti (m)	Maximum Yükselti (m)	Ortalama Yükselti(m)	Derinlik (m)	Ortalama Eğim (°)
Min.	16	14	0,5	53	214	1	1.223	1.227	1.226	1	1
5%	25	20	0,8	80	460	1,07	1.670	1.681	1.675	3	3
Ort.	62	41	1,12	189	2.884	1,12	2.103	2.111	2.103	8.3	12
95%	138	80	2,65	427	8.555	1,33	2.419	2.427	2.423	18	22
Mak.	413	194	7,32	1.737	71.901	1,82	2.547	2.555	2.551	31	37



Şekil 7. Engizek Dağı'nda kapalı depresyon analizine göre karstik depresyonların dağılımı ve yaklaşık derinliklerinin metrik değerleri. **a, b, c,** ve **d** örnek alanların yakın plan görünümünü sağlamaktadır.

Figure 7. Distribution of karstic depressions and metric values of their approximate depths according to the closed depression analysis on Mount Engizek. **a, b, c,** and **d** provide close-up view of the sample areas.

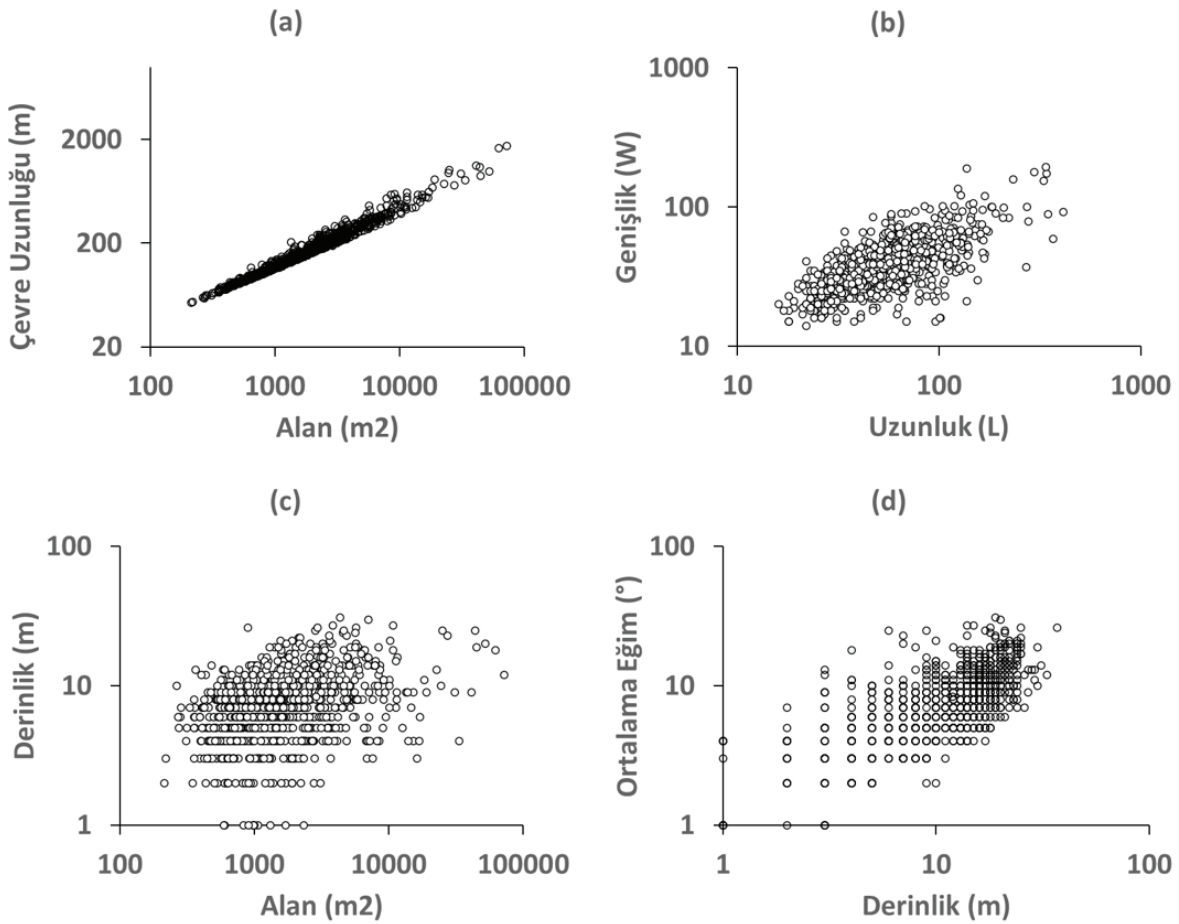
CBS ortamında gerçekleştirilen depresyon analizine (closed depression) göre kütlede depresyon derinlikleri 1 ila 52 m arasında değişmektedir (Şekil 7). Bunun yanı sıra, 5 m'lik SYM görüntülerine dayalı morfometrik analiz destekli hesaplamalar, depresyon derinliğinin 1 ila 31 m arasında değiştiğini ve ortalama derinlik değerinin 8,3 m olduğunu göstermektedir.

Çalışmada ayrıca Engizek Dağı'ndaki karstik depresyonların morfometrik özellikleri arasındaki ilişkileri incelemek amacıyla çeşitli parametreler analiz edilmiştir. Çalışmada değerlendirilen bazı morfometrik parametreler arasında güçlü doğrusal ilişkiler bulunmaktadır. Özellikle alan ile çevre uzunluğu arasında güçlü bir doğrusal ilişki olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 8a). Alan büyüdükçe çevre uzunluğu da sistematik olarak artmaktadır, bu durum depresyonların genişleme süreçleriyle doğrudan ilişkilidir. Benzer şekilde, uzunluk ve genişlik değerleri arasında da pozitif bir korelasyon bulunmaktadır (Şekil 8b), ancak bazı depresyonların daha dar veya uzun formlara sahip olabileceği anlaşılmıştır. Derinlik arttıkça eğim değerlerinin de artış gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 8d). Bu durum, özellikle dikine çatlak sistemlerinin etkili olduğu depresyonlarda düden oluşumunun önemli bir rol oynadığını düşündürmektedir. Alan ve derinlik arasındaki ilişki ise daha zayıftır, ancak genel olarak büyük alanlı depresyonların daha derin olma eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 8c). Bununla birlikte, depresyonların genellikle dar alanlı ve derin olduğu sonucuna varılmıştır. Elde edilen sonuçlar, çalışmada değerlendirilen morfometrik parametreler arasında genellikle pozitif korelasyonların bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular, karstik depresyonların gelişiminde litoloji, çatlak sistemleri ve çözünme süreçlerinin bir arada etkili olduğunu göstermektedir.

Karstik Depresyonların Jeomorfik Özellikleri ve Gelişimleri

Yaklaşık 725 km² yüzey alanına sahip dağlık sahada, topoğrafya haritaları verilerine göre toplam 872 adet karstik depresyon belirlenmiş olup, bunların büyük bir kısmını farklı morfometrik özelliklere sahip dolinler oluşturmaktadır. Bu nedenle, kütlede zirve eksenini boyunca dolin karstının baskın olduğu söylenebilmektedir (Şekil 9). Ayrıca, birçok uvala ve Büyük Yeşil Polyesi olarak adlandırılan karstik ova da diğer karstik depresyonları veya deformasyona uğramış karstik çöküntü alanlarını temsil etmektedir.

Engizek Dağı'nda yoğun karstlaşmaya rağmen tespit edilen tek polye, Büyük Yeşil Polyesi olarak adlandırılan karstik ovadır (Seven, 2017; Şekil 9d, 10a ve 10b). Geniş bir karstik düzlük niteliğindeki polyenin tabanı oldukça düzgün olup, alanı akaçlayan drenaj sistemi, ova tabanında menderesler oluşturarak polyeyi terk etmektedir. Polyenin kuzey sınırında yer alan humlar, yanal yöndeki karstlaşma süreçlerinin kanıtı niteliğindedir. Polyenin yanı sıra, Engizek Dağı'nda farklı boyutlarda birçok uvala gelişim göstermiştir. Kütlenin çeşitli bölgelerinde (Şekil 9a, b, c ve d) farklı yönelimlerle tespit edilen bu uvalaların morfojenetik gelişimlerinin de farklı olduğu belirlenmiştir. Örneğin, bölgedeki çoğu uvalanın, çözünme dolinleri sırtlarının ortadan kalkmasıyla geliştiği görülürken (Şekil 10c), bazı uvalaların ise paleodrenaj hatlarının karstlaşmasına bağlı olarak oluşan düzlükler olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, paleodrenaj sistemleri üzerinde gelişen bazı uvalaların güncel flüvyal sistemlerin etkisi altında olduğu belirlenmiş ve bu tür depresyonlar, jenetik açıdan flüvyo-karstik depresyon olarak tanımlanmıştır (Şekil 10f).

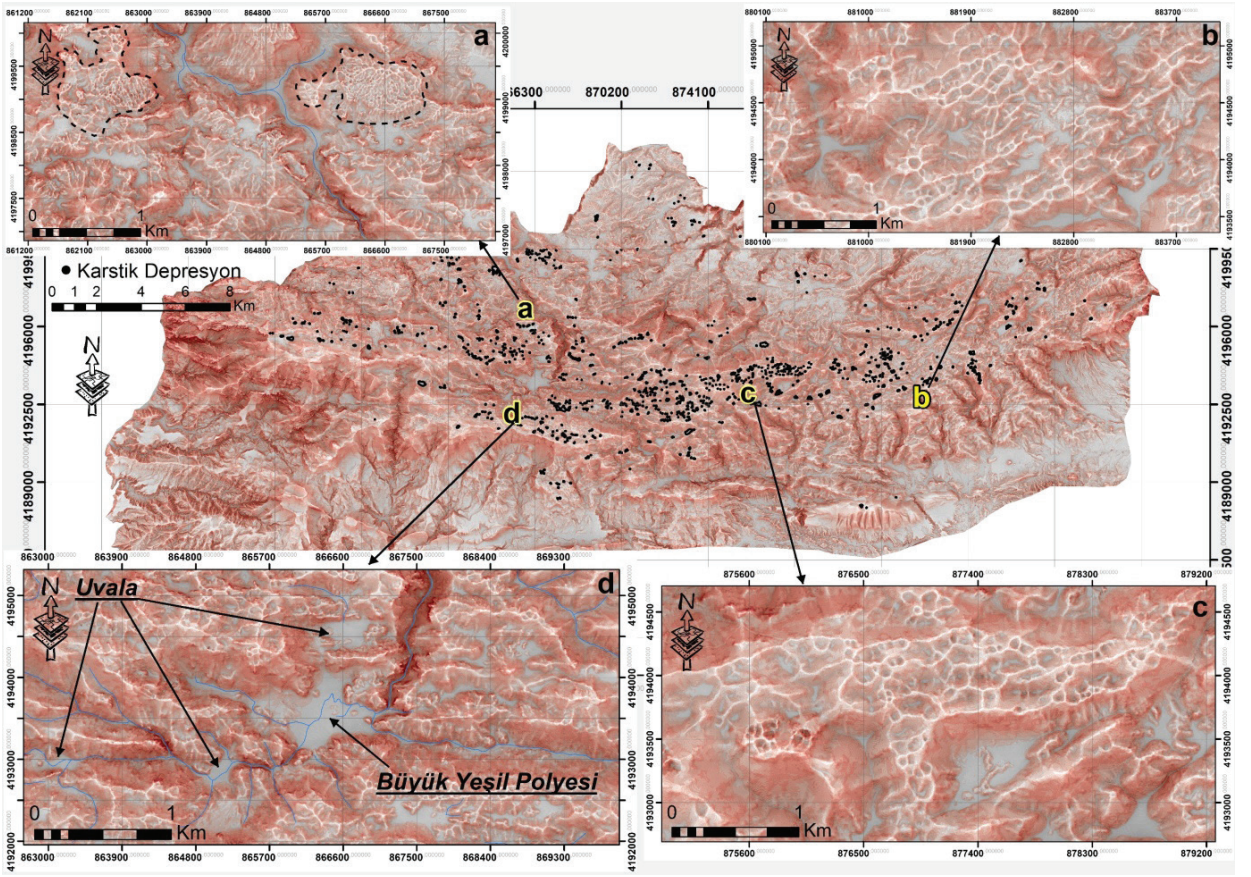


Şekil 8. Depresyonlara ait korelasyon parametreleri saçılım diyagramları (grafiklerdeki ölçekler logaritmik olarak gösterilmiştir).

Figure 8. Scatter diagrams for correlation parameters of Depressions (The scales in the graphs are presented logarithmically).

Engizek Dağı kütlesinde dolin türleri arasında en yaygın olanı çözünme dolinleri olup, bu şekillerin büyük ölçüde Permiyen mermerleri (Şekil 4) üzerinde gelişen yüzey karstlaşmasının bir sonucu olduğu belirlenmiştir. Bazı dolinler oldukça dairesel bir form sergilerken, büyük çoğunluğu poligonal karst alanları ile benzer özellikler göstermektedir (Şekil 9b, 9c, 11a, 11b, 11d, 11e, 11f). Bunun yanı sıra, bazı dolinler çöküntü dolini (Şekil 11c) ve alüvyal örtü sübsidans dolini (Şekil 10d, 12g, 12h) türündedir.

Çalışma alanındaki dolinlerin bir kısmı ise herhangi bir yamacın çözünmesi sonucunda dış drenaja açıldığından klasik dolin paterninden sapma göstererek yamaç dolini şeklinde gelişmiştir (Şekil 11c). Ayrıca, bazı dolin tabanlarında bulunan düdenlerin drenajı yer altına aktarması nedeniyle huni şeklinde bir morfoloji oluşurken (Şekil 11b ve 11d), bazı dolinlerin tabanı yamaç erozyonu sonucu biriktirilen alüvyal malzeme ile düzleşmiştir (Şekil 11e ve 11f).

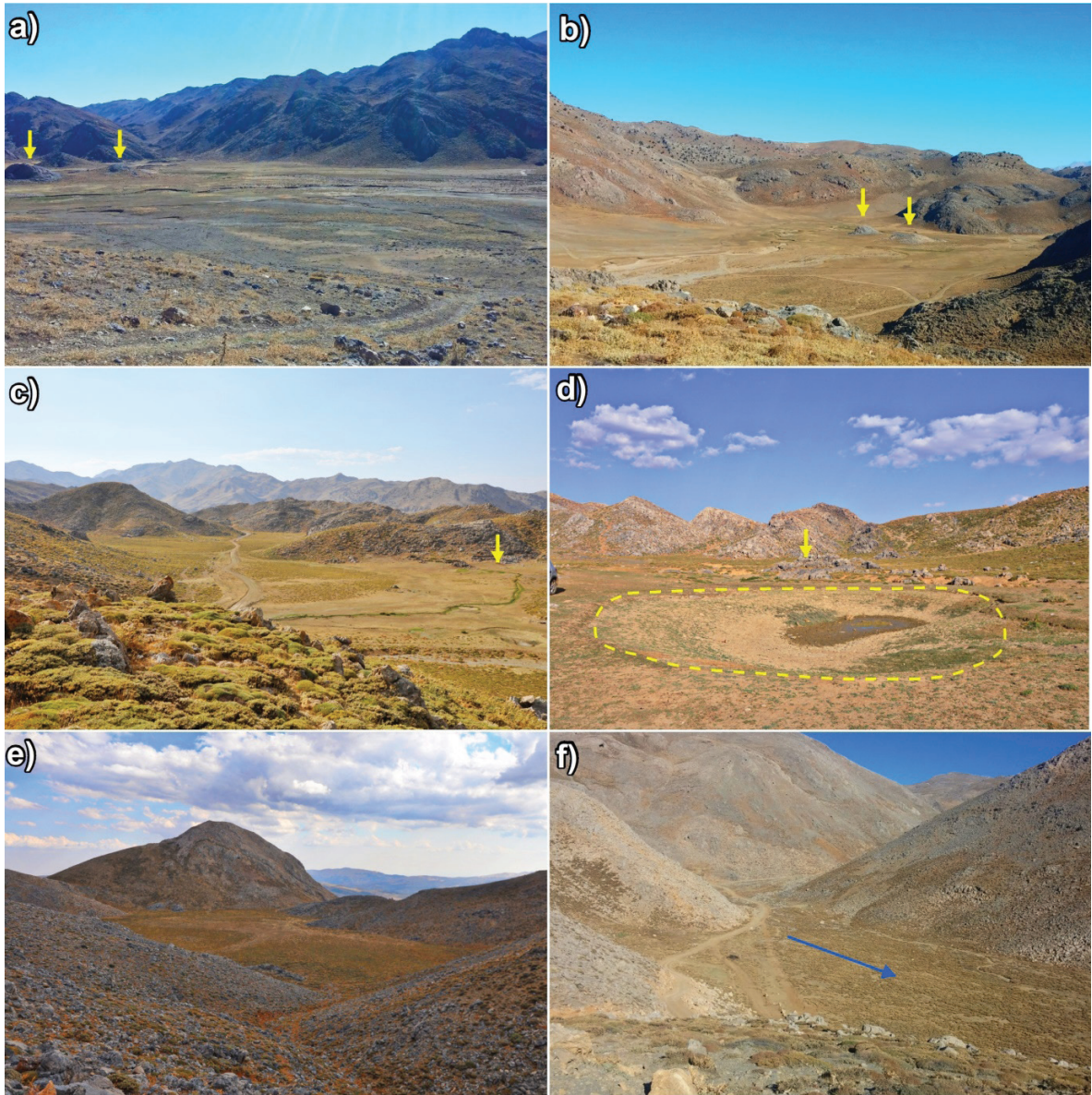


Şekil 9. Engizek Dağı’nda karstik depresyonların dağılımının kırmızı relief haritası üzerinden görünümü. **a)** Siyah kesik çizgili poligonlar dolin topoğrafyasının baskın karst şekli olduğu asılı kalmış yerel karstik platolardır. **b ve c)** Yer yer uvala ve flüvyo-karstik depresyonların da görüldüğü ancak dolinlerin yoğun olduğu tipik poligonal karst alanları, **d)** Engizek Dağı’nda tek polye sistemini temsil eden Büyük Yeşil Polyesi ve çevresindeki uvala/flüvyo-karstik depresyon sistemleri.

Figure 9. Distribution of karst depressions on Mount Engizek on the red relief map **a)** black dashed polygons are suspended local karst plateaus where doline topography is the dominant karst form. **b and c)** typical polygonal karst areas where uvala and fluvio-karstic depressions are also seen in places but dolines are predominant, **d)** The Büyük Yeşil Polje and its surrounding uvala/fluvio-karstic depression systems representing the only polje system on Mount Engizek.

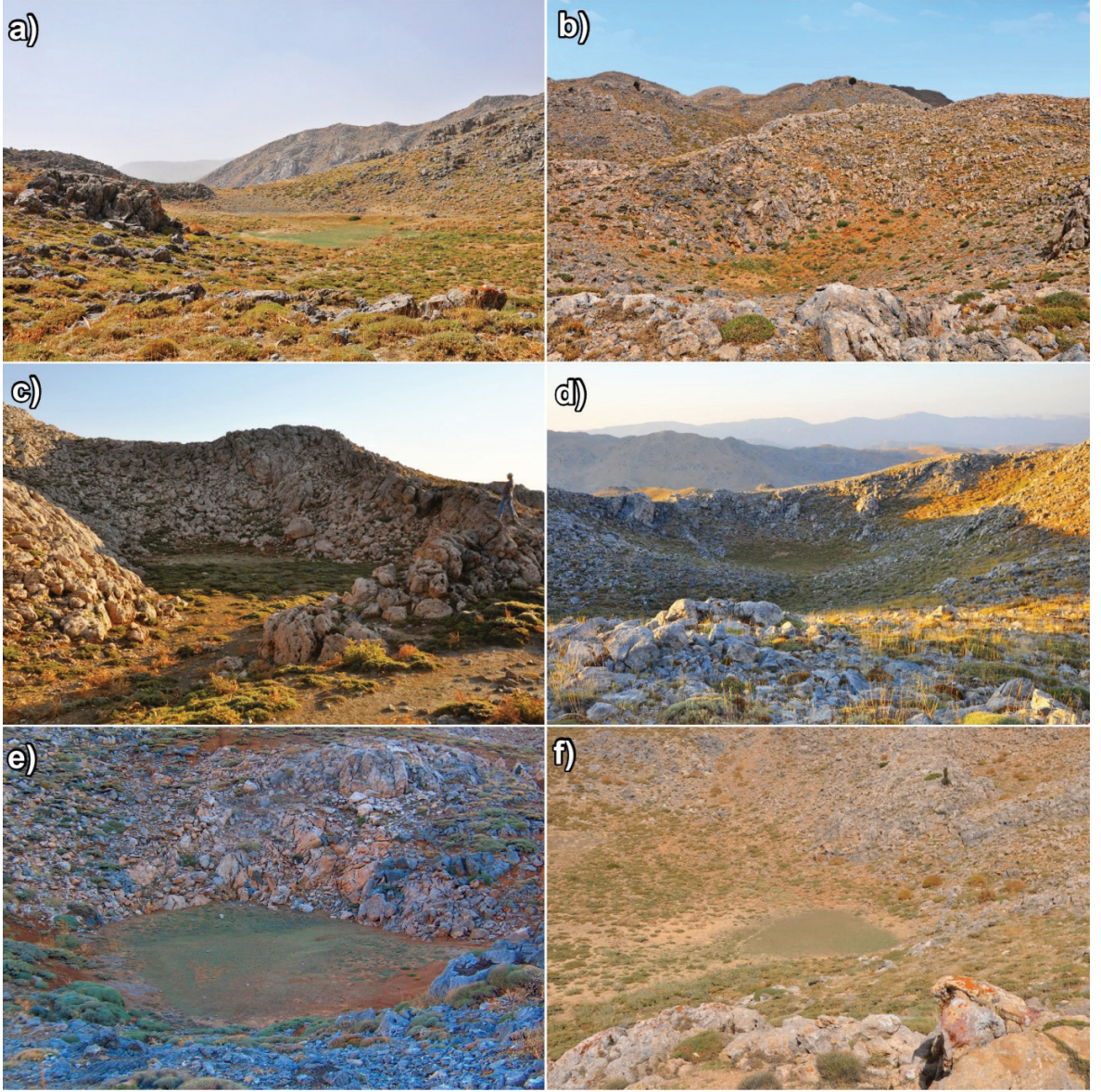
Engizek Dağı kütlesinde, yüzey karstı ile yer altı karstı arasında geçiş morfolojisi niteliği taşıyan (Erinç, 2001; Pekcan, 2019) ve karstik alanlardaki yüzeysel drenajın yer altına aktarılmasını sağlayan düdenler de gelişmiştir. Çalışma sahasındaki düdenlerin tamamına yakını, bölgedeki çatlak sistemlerinin denetiminde oluşmuş olup, karstik depresyonların tabanlarında veya kenarlarında konumlanmaktadır (Şekil 12a, 12c, 12f, 12g ve 12h). Dikey çatlak sistemlerinin göstergesi

olan düdenler dolinlerin derinlik kazanmasında etkili olan faktörler arasında yer almaktadır. Bununla birlikte, bazı düdenlere yalnızca morfolojik birimler olarak rastlanmaktadır (Şekil 12d). Bu ikinci grup düdenlerin, mikro karstik depresyonların gelişim sürecini yansıttığı düşünülmektedir. Nitekim bu düdenlerin yer aldığı topoğrafik yüzey dolin morfolojisi karakterinden uzaktır ve belirgin bir dairesel geometrik görünüm sunmamaktadır (Şekil 12b ve 12d).



Şekil 10. a ve b) Engizek Dağı'nda tespit edilen tek karstik ova olan Büyük Yeşil Polyesi. Polye tabanı kalın alüvyal dolgu ile dolduğu için oldukça düzdür ve sarı oklarla gösterilen yerler humlara karşılık gelir. c) Dolinlerin yanıl karstlaşmaya bağlı olarak genişlemesiyle oluşmuş uvala. Fotonun sağında uvalayı drene eden akarsuyun yer altına sızdığı düden konumlanmıştır (sarı ok). d) Engizek Dağı'nda çözünme dolinlerinin yanı sıra geniş karstik düzlüklerin tabanında gelişen örtü sübsidans dolinlerinden biri. e) Dairesel formdan uzak geometriye sahip bir uvala, f) Flüvyo-karstik depresyon. Mavi ok güncel drenaj ağının akış yönünü göstermektedir.

Figure 10. a and b) The Büyük Yeşil Polje, the only karstic plain identified in the Mount Engizek massif. The base of the polje is relatively flat due to the thick alluvial fill, and the areas indicated by the yellow arrows correspond to hummocks. c) A uvala formed by the expansion of dolines due to lateral karstification. To the right of the photograph is the sinkhole where the stream draining the uvala seeps underground (yellow arrow). d) One of the cover-subsidence dolines developed at the base of large karstic plains in addition to dissolution dolines on Mount Engizek. e) A uvala with a geometry that deviates from a circular form. f) Fluvio-karstic depression. The blue arrow indicates the flow direction of the current drainage network.

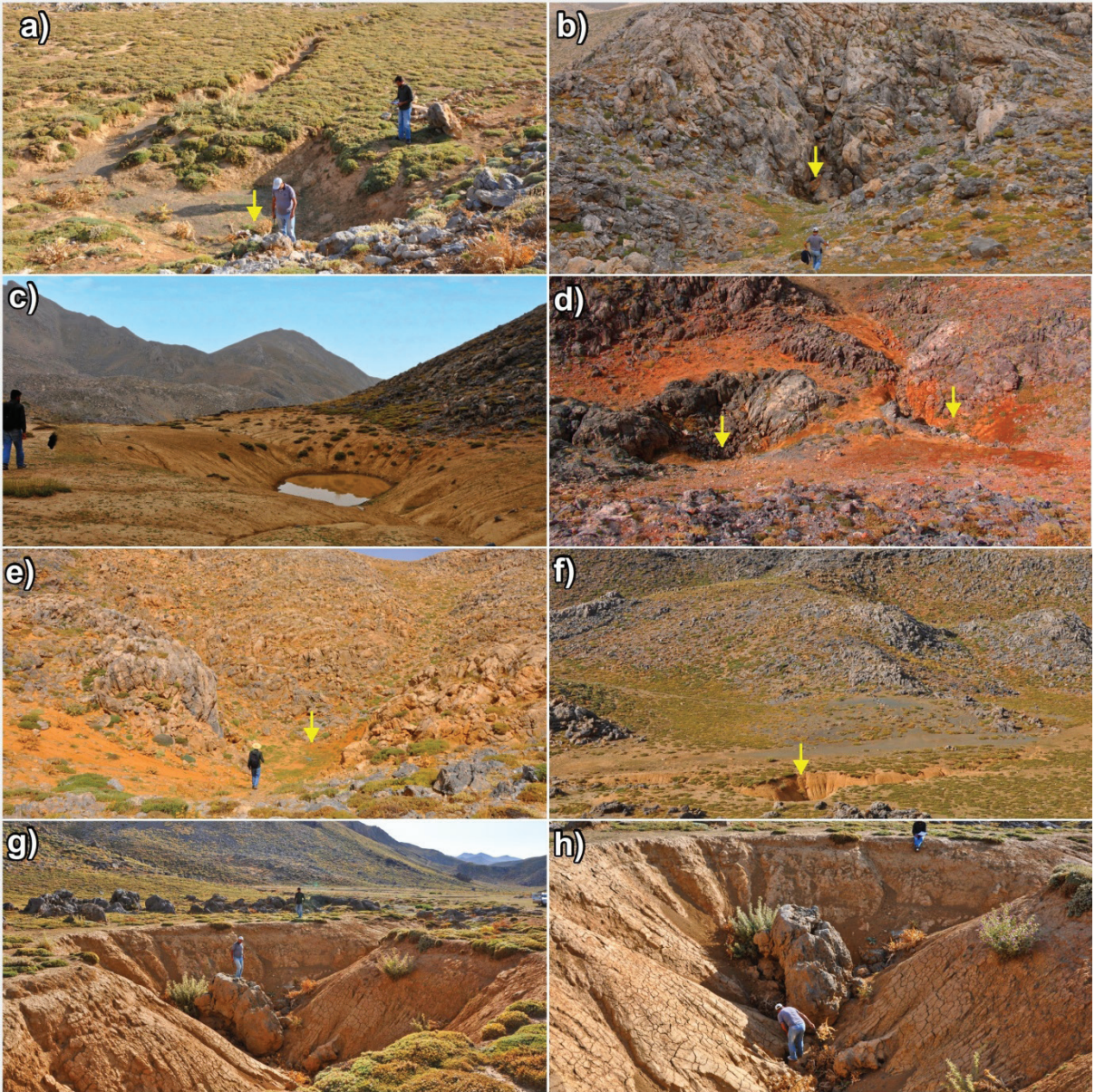


Şekil 11. a, b, d, e, f) Çözünme dolinleri, c) Dış drenaja açıldığı için kapalı depresyon özelliğini kaybeden yamaç dolini. Çözünme dolinlerinin bazıları (b ve d) huni formu tabana sahipken bazılarının tabanı alüvyal dolgudan dolayı düzleşmiştir (a, e, f).

Figure 11. a, b, d, e, f) Dissolution dolines, c) Slope doline that lost its closed depression characteristic due to opening to external drainage. Some of the dissolution dolines (b and d) have funnel-shaped bottoms, while others have flattened bottoms due to alluvial deposition (a, e, f).

Ayrıca, Büyük Yeşil Polyesi ve bazı uvala sistemlerinde yer alan düdenler, toprak düden (Güldalı, 1970; Keser, 2004) niteliği taşıırken, dolin tabanlarında/yamaçlarında bulunan düdenler ise kaya düdeni şeklinde morfolojik özelliklere

sahiptir. Toprak düden olarak tanımlanan yapıların, aslında alüvyal örtü dolini (alüvyal dolin) türüne dahil edildiği de belirtilmiştir (Doğan, 2004; Seven, 2017; Şekil 12g ve 12h).

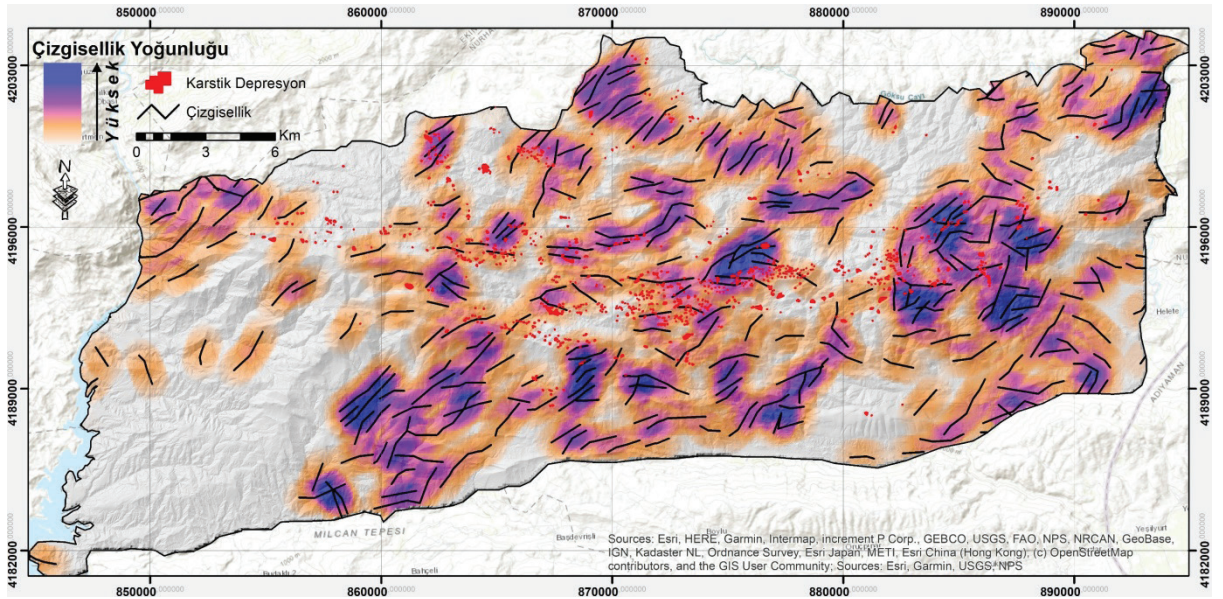


Şekil 12. a) Karstik depresyon kenarında kayalık yüzey ile tabandaki toprak örtüsünün dokanak noktasında gelişen toprak düden, **b)** Kayalık bir yamacın kenarında yamaç sularının drene edildiği düden, **c)** Tıkanmış toprak düden, **d)** Yamaç sularını drene eden kaya düdeni (sağda) ve çözünme dolini tabanında gelişen düden (solda), **e)** Dolin tabanındaki düden, **f, g, h)** Karstik düzlük tabanında kalın sediman örtüsü içinde gelişen toprak düden (g ve h, Literatürdeki tanıma göre alüvyal dolin olarak değerlendirilmektedir).

Figure 12. a) Soil sinkhole developed at the interface between the rocky surface and the underlying soil cover at the edge of a karst depression, **b)** Sinkhole draining slope water at the edge of a rocky slope, **c)** Blocked soil sinkhole, **d)** Rock sinkhole draining slope waters (right) and sinkhole at the base of a dissolution doline (left), **e)** Sinkhole at the base of a doline, **f, g, h)** Earthen sinkhole developed in thick sediment cover at the base of a karst plain (g and h are considered as alluvial dolines according to the definition in the literature).

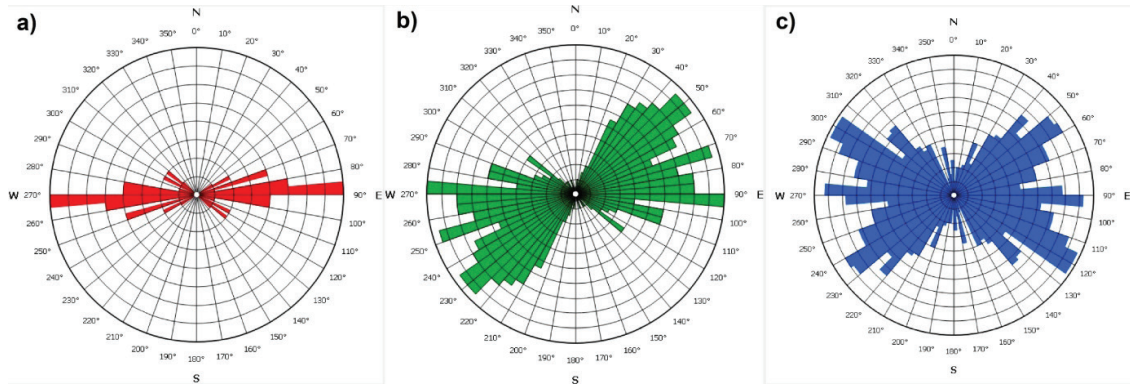
Engizek Dağı kütlesi ve yakın çevresi, Toros sisteminin bir parçası olarak Alpin tektonik hareketlerden yoğun şekilde etkilenmiştir (Yılmaz, 1987; Yiğitbaş, 1989). Güneydoğu Toroslar'ın batı segmentinde yaygın olarak gözlemlenen DKD-BGB doğrultulu egemen uzanım yönü, bu bölgedeki antiklinal sistemin de aynı yönde geliştiğini ve dolayısıyla sıkışmalı tektonik rejimin K-G ekseninde etkili olduğunu göstermektedir. Nitekim Yalçın ve Kop (2022), Engizek Dağı kütlesi çevresinde D-B eksenli kıvrım sistemlerinin geliştiğini belirtmiştir. Ancak, orojenik gelişimi takip eden jeolojik süreçte, özellikle Pliosen döneminde, bölgede Doğu Anadolu Fayı'na ait yanal atımlı fay sistemlerinin egemen olmasıyla birlikte orografik silsilenin deformasyona uğradığı ve farklı topoğrafik ünitelerin şekillendiği söylenebilir (Arpat ve Şaroğlu, 1972; Şaroğlu, 1986; Akgün ve İnceöz, 2021). Örneğin, Engizek Dağı'nın ilk jeolojik gelişiminin antiklinal bir yapı şeklinde gerçekleşmesine rağmen, günümüzde kuzey ve güney yamaçlarının faylarla sınırlı olması bu tektonik süreçle ilişkilendirilmektedir.

Bu bağlamda, Engizek Dağı'nda karstlaşma üzerinde tektonizma kökenli yapısal sistemlerin etkisini anlamak amacıyla çizgisellik analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen haritalama sonuçlarına göre, kütlenin merkezi kesiminde karstik depresyonların dağılımı ile çizgiselliklerin dağılımı arasında yüksek bir uyum olduğu görülmektedir (Şekil 13). Nitekim, bölge için üretilen gül diyagramları, fayların (Şekil 14a), karstik depresyonların uzun eksenlerinin (Şekil 14c) ve çizgiselliklerin (Şekil 14b) yaklaşık olarak DKD-BGB doğrultusunda benzer yönelimler gösterdiğini ortaya koymakta ve bu morfojenetik ilişkiyi desteklemektedir. Çizgiselliklerin büyük ölçüde DKD-BGB ekseninde uzanması ve karstik depresyon uzun eksenlerinde bu doğrultuda gelişen boyuna çatlakların etkili olması, bölgedeki tektonik denetimi açıkça göstermektedir. Ayrıca, karstik depresyon uzun eksenlerine göre çizilmiş gül diyagramında ikincil baskın yönün BKB-DGD olması, bu eksenine enine çatlakların etkili olduğunu göstermektedir.



Şekil 13. Engizek Dağı'nda çizgiselliklerin dağılımı, yoğunluğu ve karstik depresyonlarla mekânsal ilişki.

Figure 13. Distribution and density of lineations on Mount Engizek and their spatial relationship with karstic depressions.



Şekil 14. Engizek Dağı kütesinde **a)** Fayların, **b)** Çizgiselliklerin, **c)** Karstik depresyon uzun eksenlerinin gül diyagramları.

Figure 14. Rose diagrams of **a)** Faults, **b)** Lineaments, **c)** Long axes of karstic depression in Mount Engizek massif.

TARTIŞMA ve SONUÇ

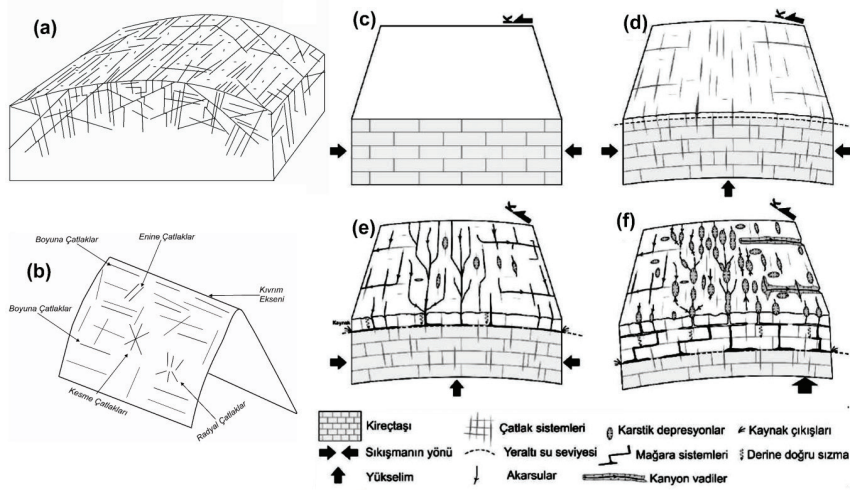
Bu çalışma, CBS tabanlı analizler ve arazi gözlemleri doğrultusunda Engizek Dağı'ndaki karstik depresyonların mekânsal dağılımını, morfometrik özelliklerini ve tektonik süreçlerle ilişkisini incelemektedir. Elde edilen bulgular, bölgedeki dolin yoğunluğunun km^2 başına 5 olduğunu göstermekte olup, bu değer Toroslar ve Anadolu'daki diğer karstik alanlarla kıyaslandığında belirgin şekilde düşüktür. Örneğin, Sivas'taki jips karstında dolin yoğunluğu km^2 başına 237 olarak hesaplanırken (Poyraz vd., 2021), Çankırı'da 50 (Ataol ve Şimşek, 2022), Anamas Dağı'nda 123 (Öztürk vd., 2018a) ve Toros kuşağının merkezi kesiminde 186 dolin tespit edilmiştir (Öztürk vd., 2018b). Buna karşın, Bozdağ (Denizli) ve Küre Dağları'nda dolin yoğunluğu sırasıyla 2,6 (Aydın ve Tuncer, 2021) ve 3,25 (Duran ve Taştan, 2024) olarak belirlenmiştir. Doğu Toroslar'da ise km^2 başına 4,5 dolin düşmekte olup (Çetinkaya vd., 2023), bu değer Engizek Dağı ile benzerlik göstermektedir. Engizek Dağı'nda dolin yoğunluğunun nispeten düşük olmasının, bölgedeki Permien yaşlı mermerlerin karstlaşmaya karşı gösterdiği direnç, yapısal kontrol, tektonik rejim ve topo-klimatik faktörlerin ortak etkisiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, kullanılan veri setlerinin çözünürlüğü ve analiz yöntemleri de

tespit edilen dolin yoğunluğunu etkileyebilecek faktörler arasında değerlendirilmektedir.

Engizek Dağı'ndaki dolin yoğunluğunun diğer karstik alanlara kıyasla düşük olması, bölgedeki litolojik ve tektonik özelliklerle doğrudan ilişkilidir. Bu bağlamda, Engizek Dağı'ndaki karstik depresyonların mekânsal dağılımı ve oluşum süreçlerinin anlaşılabilmesi için, tektonik denetimli süreksizlik zonlarının incelenmesi gerekmektedir. Özellikle, kıvrımlı yapıların morfotektonik evriminde belirleyici olan sıkışmalı tektonik rejimler, süreksizlik yüzeylerinin gelişimini yönlendiren temel süreçler arasında yer almaktadır. Nitekim, orografik sistemlerin tektonik evriminde kıvrım yapılarının morfojenezini denetleyen sıkışma süreçleri, sıkışma eksenine dik, verrev (oblik/diyagonal) ve paralel (boyuna) doğrultuda uzanan çatlak sistemleri gibi süreksizlik yüzeylerinin oluşumuna neden olmaktadır (Karaman ve Kibici, 2008; Şekil 15). Antiklinal yapılarda kıvrım eksenine paralel uzanan boyuna çatlaklar, eksene dik doğrultuda gelişen enine çatlaklar, eksene verrev doğrultuda gelişen verrev (oblik/diyagonal) çatlaklar ile radyal ve kesme çatlakları (Şekil 15), sıkışma süreçlerinin litolojide oluşturduğu tektonik kökenli dirençsiz zonları temsil etmektedir (Ketin, 1973). Kıvrım sistemlerinde gelişen bu çizgisel süreksizlik zonları, antiklinal yükselimlerin morfotektoniğini

anlamada önemli bir gösterge olmakla birlikte, daha sonraki jeolojik süreçlerde jeomorfolojik peyzajın (görünümün) gelişimini denetleyen temel etmenlerden biri haline gelmektedir. Nitekim, karstik depresyonların gelişim ve evriminin çatlak sistemleri ile genetik açıdan sıkı bir ilişki içinde olduğu daha önce birçok çalışmada vurgulanmıştır (Elhatip, 1997; Doğan, 2002; Faivre ve Pahernik, 2007; Öztürk vd., 2016; Öztürk vd., 2018a; 2018b; Şimşek vd., 2019b; Öztürk, 2020; Aydın ve Tuncer, 2021; Poyraz vd., 2021; Ataoğlu ve Şimşek, 2022; Utlu ve Öztürk, 2023; Çetinkaya vd., 2023; Şener, 2024; Ege vd., 2024). Engizek Dağı'ndaki karstik depresyonların morfojenetik evrimi büyük ölçüde neotektonik süreçlerin denetiminde gelişmiştir. Toroslar'ın morfotektonik evrimiyle birlikte, bölge KKB-GGD ekseninde sıkışmaya maruz kalmış, kalın karbonat platformları kıvrılarak bindirme hareketleriyle orojenik bir yükselmeye dönüşmüştür. Orojenez sonrası epirojenik yükselimler, bölgesel yükselimi tetikleyerek karstik aşınım süreçlerini hızlandırmıştır. Orta Miyosen'den itibaren etkili olan sıkışma kuvvetleri (Şaroğlu ve Güner, 1981; Şaroğlu ve Yılmaz,

1984), kıvrım sistemlerinin oluşumuna neden olmuş, Geç Pliyosen'den itibaren ise bölgedeki tektonik süreçler karakter değiştirerek orojenik sıkışmadan epirojenik yükselmeye evrilmiştir (Ternek, 1953; Altınlı, 1966; Perinçek ve Özkaya, 1981; Aktürk, 1985; Türkünal, 1980; Atalay, 2003; Atalay, 2017). Bu yükselim, Pleyistosen döneminde ivmelenerek (Schildgen vd., 2012; Schildgen vd., 2014; Okay vd., 2020) yüzey karstlaşmasını ve depresyon oluşum süreçlerini hızlandıran önemli bir faktör olmuştur. Elde edilen bulgular, karstik depresyonların yöneliminin büyük ölçüde tektonik çatlak sistemleri tarafından belirlendiğini göstermektedir. Çatlak sistemleri, kimyasal ayrışmanın yoğunlaştığı dirençsiz zonlar oluşturarak karstlaşma süreçlerini yönlendirmektedir. Özellikle sıkışma eksenine dik doğrultuda gelişen KD-GB yönelimli çatlaklar, karstik depresyonların oluşumunda birincil kontrol unsuru olmuştur. Bölgedeki kıvrımlı ve faylı yapının, depresyonların mekânsal dağılımı üzerinde belirleyici bir rol oynadığı ortaya konmuştur.



Şekil 15. a ve b) Kıvrım sistemlerinde çatlak gelişimi (a: URL-2'ye b ise Tutkun, 1999'a göre çizilmiştir) **c, d, e, ve f)** Çatlak sistemleri içerisinde zamanla gelişen karstik depresyonlar (dolinler ve uvalalar) (Öztürk vd., 2016).

Figure 15. a and b) Crack development in fold systems (a is drawn according to URL-2, while b is based on Tutkun, 1999). **c, d, e, and f)** Karstic depressions (dolines and uvalas) developing over time within fracture systems (Öztürk et al., 2016)

Tektonik faktörlerin yanı sıra, karstik şekillenme üzerinde kayaç türleri ve karbonat platformlarının yayılımı da önemli bir etkiye sahiptir. Karstik depresyonların çoğunlukla kalın kireçtaşı platformlarında gelişmesi, bu platformların karstik evrimdeki belirleyici rolünü gözler önüne sermektedir (Bögli, 1980; Bonacci, 1987; Ford ve Williams, 2007; Öztürk vd., 2018b; Pekcan, 2019; Aydın ve Tuncer, 2021; Şener, 2024; Duran ve Taştan, 2024). Batı ve Orta Toroslar'daki yüksek dolin yoğunluğu, geniş karbonat platformlarının varlığı ve kayaçların aşınım dirençlerindeki farklılıklarla açıklanabilirken, Engizek Dağı'nda mermerlerin karstlaşmayan (nonkarstik) litolojilerle geçişli olması, çatlak sistemlerinin diğer bölgelere kıyasla sınırlılığı ve petrografik karakteristikler yüzeysel karstlaşmayı sınırlandırmış olmalıdır. Buna rağmen, zirve ekseninde yoğunlaşan depresyonların tektonik hatlarla doğrudan ilişkili olması, bölgedeki neotektonik süreçlerin karstik morfolojinin şekillenmesinde belirleyici bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Çatlak sistemleriyle uyumlu yönelim gösteren depresyonlar, tektonik kontrollü karstlaşmanın etkilerini yansıtmaktadır. Tektonik hareketlerin yönlendirdiği çatlak sistemleri, karstlaşmanın dirençsiz zonlarda yoğunlaşmasına neden olmuş ve Toroslar'ın genelinde olduğu gibi depresyonların oluşumunu belirleyen temel unsurlardan biri olmuştur.

Depresyon derinliği, karstik evrimin önemli bir göstergesi olup, bölgedeki çözünme süreçlerinin ilerleyişi hakkında önemli veriler sağlamaktadır. Engizek Dağı'nda maksimum depresyon derinliği 31 m, ortalama derinlik ise 8,3 m olarak belirlenmiştir. Bu değerler, Orta Toroslar'da İHA verileriyle hesaplanan dolin derinliklerinden (Maks: 31,2 m; Ort: 7,4 m; Utlu ve Öztürk, 2023) ve Karaburun Yarımadası'nda belirlenen dolin derinliklerinden (Maks: 28 m; Ort: 4,3 m; Şener, 2024) daha yüksek olmakla birlikte, genel olarak benzer değerler göstermektedir. Bu yerel farklılıklar, kayaç türlerinin yapısal özellikleri,

dikine gelişmiş çatlak sistemlerinin yoğunluğu, tektonik süreçlerin bölgesel etkileri ve iklim koşullarındaki değişkenlikler ile açıklanabilir. Özellikle, Engizek Dağı'ndaki dikine çatlak sistemlerinin daha belirgin olması, çözünme süreçlerinin derinleşmesini kolaylaştırarak depresyonların daha büyük derinliklere ulaşmasına katkıda bulunmuş olabilir. Bu durum, depresyon derinliği ile eğim arasındaki pozitif ilişkiyi gösteren analizlerle de desteklenmektedir (Şekil 8d). Öte yandan, alan ile derinlik arasındaki ilişki incelendiğinde, büyük alanlı depresyonların daha derin olma eğiliminde olduğu gözlenmiş olsa da bu ilişkinin zayıf olduğu belirlenmiştir (Şekil 8c). Bu durum, bazı depresyonların geniş alan kaplarken sığ kalabileceğini veya daha küçük alanlı depresyonların tektonik ve litolojik etmenlerle derinleşebileceğini göstermektedir. Bu nedenle, depresyonların gelişiminde yalnızca yüzey alanı değil, yapısal faktörler ve çatlak sistemleri de önemli bir rol oynamaktadır.

Karstik depresyonların yükselti dağılımı, karstlaşma süreçlerinin hangi topografik ve iklimsel koşullarda daha aktif olduğunu belirlemeye yardımcı olur. Bu dağılım, tektonik hareketlerin, erime süreçlerinin ve bölgesel iklim faktörlerinin karstik gelişime etkisini anlamada kritik bir göstergedir. Önceki araştırmalar, 2000 metreyi aşan düşük eğimli karstik platoların, depresyon gelişimi için daha elverişli morfolojik koşullara sahip olduğunu vurgulamışlardır (Palmquist, 1977; Cvijić, 1893; Atalay, 1987; Pekcan, 2019; Çiçek, 2001; Keser, 2007; Öztürk vd., 2015). Engizek Dağı'ndaki depresyonlar 1.226 ile 2.551 m yükselti aralığında gelişmiş olup, ortalama yükselti 2.103 m olarak hesaplanmıştır. Bu değer, Batı Toroslar'da 1.720 m (Şener vd., 2023), Orta Toroslar'da 1.857 m (Öztürk, 2018b) ve Doğu Toroslar'da 2.020 m (Çetinkaya vd., 2023) olarak belirlenen yükselti değerleriyle karşılaştırıldığında, Toros Dağları'nda batıdan doğuya doğru yükselti artışına paralel bir depresyon yükseltisi eğilimi olduğunu ortaya

koymaktadır. Engizek Dağı'ndaki depresyonların, dağın antiklinal eksenine karşılık gelen yüksek plato sahasında yoğunlaşması, bu morfolojik oluşumların tektonik süreçlerle ilişkili olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra, depresyonların en fazla yağış alan yüksek kesimlerde görülmesi, iklim faktörünün de karstlaşma süreçleri üzerinde belirleyici bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Paleoiklim koşullarının (buzullaşma) dolin oluşumu üzerinde önemli bir etkisi olduğu bilinmektedir (Ege ve Tonbul, 2005; Bayrakdar, 2012; Çılğın, 2012; Bakalowicz, 2015; Şimşek vd., 2019a). Özellikle, dağın 2000 metreyi aşan kesimlerinde yaşanan ancak günümüzde kesintiye uğrayan buzullaşma süreçleri (Seven vd., 2017), karstik depresyonların oluşumu ve gelişimi üzerinde etkili olan etmenlerden biridir (Seven, 2017). Günümüzde ise söz konusu saha periglasyal kuşakta yer almaktadır. Periglasyal ortamların belirgin özelliklerinden biri donma-çözülme döngüsüdür. Bu döngü, dağlık kesimlerdeki karstik şekillerin evrimini önemli ölçüde etkileyen bir süreçtir. Eriyik haldeki kar suları, kayalarındaki mikro çatlaklar arasına sızarak donma-çözülme süreçleri ile bu çatlak sistemlerinin gelişmesine katkı sağlar. Bu durum, kayaların çözünme hızını artırarak karstik depresyonların (dolinler) gelişimine zemin hazırlar.

Karstik sistemlerin evrimini anlamada depresyonların alan büyüklükleri önemli bir gösterge olup, bu oluşumlar çözünme hızları, tektonik süreçler ve hidrojeolojik dinamikler hakkında önemli bilgiler verebilmektedir. Benzer özelliklere sahip alanlarda genel olarak küçük karstik depresyonlar, karstlaşmanın erken evrelerini yansıtırken, büyük depresyonlar ise uzun süreli çözünme ve çökme süreçleri sonucunda olgunlaşmış karstik sistemleri temsil etmektedir. Çalışma sahasındaki ortalama dolin alanı 2.884 m² olup, Denizli (Bozdağ) bölgesinde 3.283 m² (Aydın ve Tuncer, 2021), Taşeli Platosu'nda 3.979 m² (Öztürk, 2020) ve Doğu Toroslar'da 3.287 m² (Çetinkaya vd., 2023) olarak

belirlenen değerlerden daha küçüktür. Bu veriler, Engizek Dağı'ndaki karstik depresyonların genel olarak daha küçük alanlara sahip olduğunu ve bölgedeki karstlaşmanın erken evrede olduğunu göstermektedir. Grafik analizleri de bu bulgularla örtüşmektedir. Alan ile çevre uzunluğu arasındaki güçlü korelasyon (Şekil 8a), depresyonların genişleme sürecinde belirli bir geometrik düzen izlediğini ortaya koymaktadır. Ancak, alan ile derinlik arasındaki zayıf ilişki (Şekil 8c), karstik süreçlerin henüz derinleşme yönünde belirgin bir evrim geçirmediğini düşündürmektedir. Bunun yerine, karstik gelişimin erken evresine işaret eden küçük ve nispeten sığ depresyonların baskın olduğu görülmektedir. Bölgedeki dikine çatlak sistemlerinin yoğunluğu ve çözünme süreçlerinin zaman içindeki etkileri değerlendirildiğinde, karstik depresyonların zamanla daha geniş ve derin hale gelebileceği öngörülmektedir.

Bu çalışma ile, Engizek Dağı'ndaki karstik depresyonların oluşumu ve yönelimlerinin, bölgedeki tektonik yapılar tarafından büyük ölçüde kontrol edildiği sonucuna varılmıştır. Gelecekte, yüksek çözünürlüklü SYM verileri ve detaylı saha çalışmaları ile desteklenecek araştırmalar, tektonik süreçlerin karstik morfoloji üzerindeki belirleyici etkisini daha kapsamlı şekilde ortaya koyacaktır. Bu sayede de Toroslar'ın doğu kesimindeki karstlaşma süreçlerinin tektonik dinamiklerle ilişkisi daha iyi anlaşılacaktır.

EXTENDED SUMMARY

The Taurus Mountains are located in the south of Anatolia and cover a region where most of the land is suitable for karstification. These mountains form a continuous belt approximately 1500 km in length, extending in an east–west direction, and are characterized by extensive carbonate platform sequences (Nazik and Poyraz, 2017; Erinç, 2001; Ekmekçi, 2003). Mount Engizek, on the other hand, represents a mountainous area in the western sector of the Southeastern Taurus Mountains,

extending in the ENE-WSW direction in parallel with the general extension in the region, where karstification processes are effective. Soluble lithological units from the Paleozoic, Mesozoic, and Tertiary periods – particularly marbles, limestones, and clastic rocks – are predominantly distributed across the higher elevations of Mount Engizek.

Intense tectonic activity and compressional forces in the region have led to rock displacement, resulting in the development of thrust structures and fault systems. These tectonic processes play an important role as one of the factors affecting karstification. Based on the established classification of Anatolian karst regions, Mount Engizek lies within the Taurus Mountains Karst Region and is specifically positioned in the Middle Taurus sub-karst domain (Nazik and Tuncer, 2010). The mountain, as in many elevations in the Eastern Taurus Mountains, stands out as an area where many karst depressions developed under the influence of processes controlling karstification (Atalay, 2003; Tonbul, 2012; Şimşek et al., 2020; Zorer et al., 2022; Çetinkaya et al., 2023)

In the surface area of Mount Engizek, which is approximately 725 km², 872 karstic depressions were identified by topographic surveys and DEM data. These depressions have various geomorphic and geometric characters such as dolines, and are concentrated in the center of the mountain. The majority of the depressions are located in the ENE-WSW direction parallel to the summit axis of the mountain. This concentration is clearly seen in the central part of the mountain corresponding to the anticlinal axis. The karstable area in this region is approximately 200 km², with an average of 5 depressions per square kilometer. This figure shows that the density of karst depressions is low compared to the other areas in the Taurus Mountains. According to Faivre and Pahernik (2007) classification, the doline density in this area is low (number of dolines < 10).

The distribution of karstic depressions on Mount Engizek is largely related to the structural features of the mountain and to the lineaments. According to the mapping data, there is a high agreement between the distribution of karstic depressions and lineaments in the central part. This consistency is further supported by the alignment of faults, the long axes of the depressions, and structural lineations, all of which exhibit a predominant ENE-WSW orientation. The long axes of karstic depressions are dominated by longitudinal fractures and transverse fractures along the WNW-ESE axis.

According to the aspect orientation of the depressions, the dominant orientation on Mount Engizek is the northerly direction, as 53% of the depressions are oriented in northerly directions. The axis with the highest concentration in the northerly directions is the northeast-southeast direction. This northward orientation of the depressions is due to the slope of the mountain from south to north. The southern flank of the mountain exhibits a pronouncedly steep slope due to the influence of the overturned thrust fault (Yıldırım, 1989; Yiğitbaş, 1989; Yalçın and Kop, 2022), whereas topographic elevation gradually decreases toward the north. This geomorphological trend has led to a higher concentration of karstic depressions in the northern sectors of the mountain.

In summary, the distribution pattern of karstic depressions on Mount Engizek reflects the combined influence of tectonic structures, lithological characteristics, and the broader morphotectonic evolution of the area. The mountain serves as a significant case study within the Taurus Mountains, contributing critical data for the broader understanding of karstification processes across the region.

KATKI BELİRTME ve TEŞEKKÜR

Bu çalışma, birinci yazarın yüksek lisans tezine ait veriler kullanılarak hazırlanmış olup,

Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (FÜBAP) tarafından İSBF.15.05 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir. Ayrıca, makalenin akademik gelişimine değerli katkılar sunan hakemlere teşekkür ederiz.

ORCID

Mutlu Seven  <https://orcid.org/0000-0002-6016-9655>

Yahya Öztürk  <https://orcid.org/0000-0001-8639-7237>

Serkan Gürgöze  <https://orcid.org/0000-0002-3025-2327>

İsmail Ege  <https://orcid.org/0000-0001-5896-0440>

Saadettin Tonbul  <https://orcid.org/0000-0001-5383-8091>

KAYNAKLAR / REFERENCES

- Akgün, E. & İnçeoğlu, M. (2021). Tectonic evolution of the central part of the East Anatolian Fault Zone, Eastern Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 30(7). <https://doi.org/10.3906/yer-2104-15>
- Aktürk, A. (1985). *Çatak-Narlı Yöresinin Stratigrafisi ve Tektoniği* [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Elâzığ.
- Altınlı, İ. E. (1966). Doğu ve Güneydoğu Anadolu'nun jeolojisi (birinci kısım). *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 67, 1-24.
- Arpat, E. ve Şaroğlu, F. (1972). Doğu Anadolu Fayı ile ilgili bazı gözlemler ve düşünceler. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 78, 44-50.
- Atalay, İ. (1973). Toros Dağlarında karstlaşma ve toprak teşekkülü üzerine bazı araştırmalar. *Jeomorfoloji Dergisi*, 5, 135-151.
- Atalay, İ. (1987). *Türkiye Jeomorfolojisine Giriş, 2. Basım*. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları No: 9.
- Atalay, İ. (2003). Effects of the tectonic movements on the karstification in Anatolia, Turkey. *Acta Carsologica*, 32(2), 196-203. <https://doi.org/10.3986/ac.v32i2.348>
- Atalay, İ. (2017). *Türkiye Jeomorfolojisi* (1. bs.). Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Ataol, M. ve Şimşek, M. (2022). Çankırı Jips Platosu üzerindeki çözünme dolinlerinin morfolojik özellikleri. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, 8, 48-60. <https://doi.org/10.46453/jader.1070171>
- Aydın, S. ve Tuncer, K. (2021). Bozdağ'da (Denizli) dolinlerin morfolojik özellikleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, 78, 33-48. <https://doi.org/10.17211/tcd.1013232>
- Bakalowicz, M. (2015). Karst and karst groundwater resources in the Mediterranean. *Environmental Earth Sciences*, 74, 5-14. <https://doi.org/10.1007/s12665-015-4239-4>
- Basso, A., Bruno, E., Parise, M. & Pepe, M. (2013). Morphometric analysis of sinkholes in a karst coastal area of southern Apulia (Italy). *Environmental Earth Science*, 70, 2545-2559. <https://doi.org/10.1007/s12665-013-2297-z>
- Bayraktar, C. (2012). *Akdağ Kütleli'nde (Batı Toroslar) Karstlaşma-Buzul İlişkisinin Jeomorfolojik Analizi* [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Biricik, A. S. (2010). Nurhak Dağları'nda glasyal ve peri glasyal rölyef. *Uluslararası Jeomorfoloji Sempozyumu-2*, 11-12 Ekim, Afyonkarahisar.
- Bonacci, O. (1987). *Karst hydrology with special references to the Dinaric karst*. Springer Series in Physical Environment (p. 194). <https://doi.org/10.1007/978-3-642-83165-2>
- Bondesan, A., Meneghel, M. & Sauro, U. (1992). Morphometric analysis of dolines. *International Journal of Speleology*, 21(1), 1-55. <https://doi.org/10.5038/1827-806X.21.1.1>
- Bögli, A. (1980). *Karst hydrology and physical speleology*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-67669-7>
- Cvijic, J. (1893). Das Karstphanomen. Versuch einer morphologischen Monographie. *Geographische Abhandlungen*. 5(3), 218-329
- Çetinkaya, G. (2022). *Doğu Toroslar'daki poligonal karst alanlarının morfolojik özelliklerinin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Çetinkaya, G., Şimşek, M. ve Öztürk, M. Z. (2023). Doğu Toroslar'daki çözünme dolinlerinin morfolojik özellikleri. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi/*

- Journal of Geomorphological Researches*, 10, 20-33. <https://doi.org/10.46453/jader.1201290>
- Çılğın, Z. (2012). *Dedegöl Dağı (Batı Toroslar) Buzul Jeomorfolojisi Etüdü* [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Çiçek, İ. (2001). Mut ve yakın çevresinin jeomorfolojisi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 11(2), 1-20.
- Day, M. (1976). The morphology and hydrology of some Jamaican karst depressions. *Earth Surface Processes and Landforms*, 1(2), 111-129. <https://doi.org/10.1002/esp.3290010203>
- Day, M. (1983). Doline morphology and development in Barbados. *Annals of the Association of American Geographers*, 73(2), 206-219. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.1983.tb01408.x>
- De Waele, J. & Gutiérrez, F. (2022). *Karst Hydrogeology, Geomorphology and Caves*. Wiley-Blackwell.
- Doğan, U. (2002). Çankırı Doğusunda Jips Karstlaşmasıyla Oluşan Sübsidans Dolinleri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1), 67-82.
- Doğan, U. (2004). Dolin sınıflamasında yeni yaklaşımlar. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 249-269.
- Doğan, U. & Özel, S. (2005). Gypsum karst and its evolution east of Hafik (Sivas, Turkey). *Geomorphology*, 71(3-4), 373-388. <https://doi.org/10.1016/J.GEOMORPH.2005.04.009>
- Doğu, A. F., Çiçek, İ. ve Gürgeç, G. (1994). Orta Toroslarda (Seydişehir-Gölnar) karstlaşma tipleri. *A.Ü. Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 3, 129-139.
- Duran, C. ve Taştan, B. (2024). Küre Dağları Kütlesindeki Dolinlerin Coğrafi Dağılımı / The Geographical Distribution of Dolines on Küre Mountains Massif. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi/Journal of Geomorphological Researches*, 12, 1-13. <https://doi.org/10.46453/jader.1363704>
- Ege, İ. ve Tonbul, S. (2005). Soğanlı Dağında Karstlaşma-Buzullaşma İlişkisi. Türkiye Kuvaterner Sempozyumu, *TURQUA V.2-5 Haziran 2005*. İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü.
- Ege, İ. (2015). Gezit Polyesi (Kozan, Adana). *The Journal of Academic Social Science*, 17(17), 177-199. <https://doi.org/10.16992/ASOS.816>
- Ege, İ. (2016). Konglomeralar üzerinde karstlaşma: Göller Yaylası ve yakın çevresi (Kozan/Adana). *The Journal of Academic Social Science Studies*, 51, 237-263. <https://doi.org/10.9761/JASSS3668>
- Ege, İ., Özkan, E. & Polat, S. (2024). Determination of the relationship between tectonic and karstification using morphometric indices in Bozburun Peninsula, Marmaris, Türkiye. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 174, 11-35. <https://doi.org/10.19111/bulletinofmre.1329619>
- Ekmekçi, M. (2003). Review of Turkish karst with emphasis on tectonic and paleogeographic controls. *Acta Carsologica*, 32(2), 205-218. <https://doi.org/10.3986/ac.v32i2.349>
- Ekmekçi, M. (2005). Karst in Turkish Thrace: Compatibility Between Geological History and Karst Type. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 14, 73-90.
- Elhatip, H. (1997). The influence of karst features on environmental studies in Turkey. *Environmental Geology*, 31(1-2), 27-33. <https://doi.org/10.1007/s002540050160>
- Erinç, S. (2001). *Jeomorfoloji II* (5. bs., Ahmet Ertek ve Cem Güneysu, günc.). Der Yayınları.
- Erol, O. (1992). *Klimajeomorfoloji, 1. Genel Koşullar*. İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü.
- Esen, F. (2014). *Elbistan Havzası'nın Fiziki Coğrafyası* [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Faivre, S. & Reiffsteck, P. (2002). From doline distribution to tectonics movements example of the Velebit Mountain Range, Croatia. *Acta Carsologica*, 31, 139-154.
- Faivre, S. & Pahernik, M. (2007). Structural influences on the spatial distribution of dolines, Island of Brac, Croatia. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 51, 487-503. <https://doi.org/10.1127/0372-8854/2007/0051-0487>

- Ferrarase, F. & Sauro, U. (2005). The Montello Hill: The classical karst of the conglomerate rocks. *Acta Carsologica*, 34(2), 439-448. <https://doi.org/10.3986/ac.v34i2.269>
- Fick, S. E. & Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37(12), 4302-4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>
- Florea, L. (2005). Using state-wide GIS data to identify the coincidence between sinkholes and geologic structure. *Journal of Cave and Karst Studies*, 67, 120-124.
- Ford, D. & Williams, P. (2007). *Karst Hydrogeology and Geomorphology*. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118684986>
- Gams, I. (2000). Doline morphogenetic processes from global and local viewpoints. *Acta Carsologica*, 29, 123-138.
- Gökkaya, E. & Gutiérrez, F. (2022). Poljes in the Sivas gypsum karst, Turkey. *Geomorphology*, 417, Article 108451. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2022.108451>
- Grimes, K. G. (2012). Karst and paleokarst features involving sandstones of the Judbarra/Gregory National Park, Northern Territory, Australia. *Helictite*, 41, 67-73.
- Güldalı, N. (1970). *Karstmorphologische Studien im Gebiet des Poljesystems von Kestel (Westlicher Taurus, Türkei)*. Tübinger Geographische Studien, 40.
- Huggett, R. J. (2015). *Jeomorfolojinin Temelleri* (Çev: U. Doğan (Ed.)). Nobel Akademi Yayıncılık.
- İnandık, H. (1962). *Karst Morfolojisi*. Baha Matbaası.
- İş, İ. (2019). *Nurhak Dağları'nın buzul ve karst jeomorfolojisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi [Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü].
- İzbırak, R. (1983). *Türkiye Jeomorfolojisi* (Fasikül: 1).
- Jennings, J. N. (1975). Doline morphometry as a morphogenetic tool: New Zealand examples. *New Zealand Geographer*, 31, 6-28. <https://doi.org/10.1111/j.1745-7939.1975.tb00793.x>
- Karaman, M. E. ve Kibici, Y. (2008). *Temel Jeoloji Prensipleri* (Genişletilmiş 2. bs.). Belen Yayıncılık ve Matbaacılık.
- Keser, N. (2004). Sarıbelen (Sidek) Polyesi ve Katran Dağı'nın karst jeomorfolojisi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 10, 19-52.
- Keser, N. (2007). Akyazı (Lengüme) Depresyonu ve Akdağ güneyinin (Batı Toroslar) jeomorfolojisi. *Türk Coğrafya Dergisi* 48, 111-132.
- Keskin, İ. & Yılmaz, İ. (2016). Morphometric and geological features of karstic depressions in gypsum (Sivas, Turkey). *Environmental Earth Sciences*, 75. <https://doi.org/10.1007/s12665-016-5845-5>
- Ketin, İ. (1973). *Umumi Jeoloji I. Kısım: Arz kabuğunun iç olayları*. İTÜ Maden Fakültesi Ofset Baskı Atölyesi.
- Kurt, H. (2000). *Batı Toros Polyeleri (jeomorfolojik etüt)* [Yayımlanmamış Doktora tezi]. Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Eğitimi Ana Bilim Dalı.
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA). *1:25.000 ölçekli Gaziantep jeoloji paftaları*.
- Nazik, L. ve Tuncer, K. (2010). Türkiye karst morfolojisinin bölgesel özellikleri. *Türk Speleoloji Dergisi*, 1, 7-19.
- Nazik, L. ve Poyraz, M. (2017). Türkiye karst jeomorfolojisi genelini karakterize eden bir bölge: Orta Anadolu Platoları karst kuşağı. *Türk Coğrafya Dergisi*, 68, 43-56. <https://doi.org/10.17211/tcd.300414>
- Okay, A. I., Zattin, M., Özcan, E. & Sunal, G. (2020). Uplift of Anatolia. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 29, 696-713. <https://doi.org/10.3906/yer-2003-10>
- Öztürk, M., Şimşek, M. ve Utlı, M. (2015). Tahtalı Dağları (Orta Toroslar) karst platosu üzerinde dolin ve uvala gelişiminin CBS tabanlı analizi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 65, 59-68. <https://doi.org/10.17211/tcd.22648>
- Öztürk, M. Z., Şimşek, M., Utlı, M. ve Şener, M. F. (2016). Bolkar Dağlarının Batı Platosunun Flüvyo-Karstik Evrimi. *TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu*, 106-115
- Öztürk, M. Z., Şimşek, M., Utlı, M. & Şener, M. F. (2017a). Karstic depressions on Bolkar Mountain plateau, Central Taurus (Turkey): distribution characteristics and tectonic effect on orientation. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 26, 302-313. <https://doi.org/10.3906/yer-1702-3>

- Öztürk, M. Z., Çetinkaya, G. ve Aydın, S. (2017b). Köppen- Geiger iklim sınıflandırmasına göre Türkiye'nin iklim tipleri. *Coğrafya Dergisi*, 35, 17-27. <https://doi.org/10.26650/JGEOG295515>
- Öztürk, M. Z. (2018a). Karstik kapalı depresyonların (dolinlerin) morfometrik analizleri. *Coğrafya Dergisi*. Advance online publication. <https://doi.org/10.26650/JGEOG371149>
- Öztürk, M. Z. (2018b). Orta Toroslar'da Dolinlerin Dağılışı ve Morfometrik Özellikleri. Kriter Yayınevi.
- Öztürk, M. Z., Şener, M. F., Şener, M. & Şimşek, M. (2018a). Structural controls on distribution of dolines on Mount Anamas (Taurus Mountains, Turkey). *Geomorphology*, 317, 107–116. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2018.05.023>
- Öztürk, M. Z., Şimşek, M., Şener, M. F. & Utlu, M. (2018b). GIS based analysis of doline density on Taurus Mountains, Turkey. *Environmental Earth Sciences*, 77(536), 536. <https://doi.org/10.1007/s12665-018-7717-7>
- Öztürk, M. Z. (2020). Fluvio-karstic evolution of the Taşeli Plateau (Central Taurus, Turkey). *Turkish Journal of Earth Sciences*, 29(5), Article 3. <https://doi.org/10.3906/yer-1908-1>
- Palmquist, R.C. (1977). Distribution and density of dolines in areas of mantled karst. In Dilamarter, R. R. & Csallany, S. C. (Eds.), *Hydrologic Problems in Karst Regions*. Bowling Green Kentucky: Western Kentucky University Press.
- Pekcan, N. (2019). *Karst Jeomorfolojisi*. Filiz Kitabevi.
- Perinçek, D. ve Özkaya, İ. (1981). Arabistan levhası kuzey kenarı tektonik evrimi. *Yerbilimleri*, 7(8), 91-102.
- Poyraz, M., Öztürk, M. Z. & Soykan, A. (2021). Sivas jips karstında dolin yoğunluğunun CBS tabanlı analizi. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, 6, 67-80. <https://doi.org/10.46453/jader.863090>
- Sauro, U. (2003). Dolines and sinkholes: Aspects of evolution and problems of classification. *Acta Carsologica*, 32(2), 41–52. <https://doi.org/10.3986/ac.v32i2.335>
- Schildgen, T. F., Cosentino, D., Bookhagen, B., Niedermann, S., Yıldırım, C., Echtler, H. P. & Strecker, M. R. (2012). Multi-phased uplift of the southern margin of the Central Anatolian plateau, Turkey: A record of tectonic and upper mantle processes. *Earth and Planetary Science Letters*, 317-318, 85–95. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2011.12.003>
- Schildgen, T. F., Yıldırım, C., Cosentino, D. & Strecker, M. R. (2014). Linking slab break-off, Hellenic Trench retreat, and uplift of the Central and Eastern Anatolian Plateaus. *Earth-Science Reviews*, 128, 147–168. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2013.11.006>
- Seven, M. (2017). *Engizek Dağı ve Çevresinin Jeomorfolojisi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Seven, M., Ege, İ. ve Tonbul, S. (2017). Engizek Dağı'nda buzullaşma ve buzul şekilleri. *Uluslararası Jeomorfoloji Sempozyumu*, 12-14 Ekim, Elâzığ.
- Siler, M. ve Şengün, M. T. (2011). Ergani (Diyarbakır) Çevresinde Karstlaşma ve Karstik Şekiller. *Uluslararası Katılımlı Coğrafya Kongresi Bildiriler Kitabı* (478-487), İstanbul.
- Şaroğlu, F. ve Güner, Y. (1981). Doğu Anadolu'nun Jeomorfolojik Gelişimine Etki Eden Ögeler: Jeomorfoloji, Tektonik, Volkanizma İlişkileri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 24, 39-50. https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/d863b367aa379f7_ek.pdf
- Şaroğlu, F. ve Yılmaz, Y. (1984). Doğu Anadolu'nun Neotektoniği ile İlgili Magmatizması, *Ketin Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 149-162.
- Şaroğlu, F. (1986). Doğu Anadolu'da neotektonik dönemdeki jeolojik evrim ve havza modelleri. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 107, 70-93.
- Şener, M. F. & Öztürk, M. Z. (2019). Relict drainage effects on distribution and morphometry of karst depressions: A case study from Central Taurus (Turkey). *Journal of Cave and Karst Studies*, 81(1), 23–35. <https://doi.org/10.4311/2018ES0111>
- Şener, M. F., Şimşek, M., Utlu, M., Öztürk, M. Z. & Sözbilir, H. (2023). Morphotectonic development of surface karst in Western Taurus (Türkiye). *Carbonates and Evaporites*, 38(4), 78. <https://doi.org/10.1007/s13146-023-00900-x>
- Şener, M. F. (2024). Bozdağ (Karaburun Yarımadası) kütlesi üzerinde dolinlerin morfotektonik gelişimi.

- Türkiye Jeoloji Bülteni*, 67(2), 153-168. <https://doi.org/10.25288/tjb.1389043>
- Şimşek, M., Utlı, M., Poyraz, M. ve Öztürk, M. Z. (2019a). Geyik Dağı kütesinin yüzey karstı jeomorfolojisi ve kütle üzerindeki karst-buzul jeomorfolojisi ilişkisi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 29(2), 97-110.
- Şimşek, M., Öztürk, M. Z. ve Turoğlu, H. (2019b). Geyik Dağı üzerindeki dolin ve uvalaların morfotektonik önemi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 72, 13-20. <https://doi.org/10.17211/tcd.501724>
- Şimşek, M., Doğan, U. ve Öztürk, M. Z. (2020). Polyelerin sınıflandırması ve Toroslardan örnekler. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, 2020(5), 1-14. <https://doi.org/10.46453/jader.733500>
- Telbisiz, T., Dragušica, D. & Nagy, B. (2009). Doline morphometric analysis and karst morphology of Biokovo Mt (Croatia) based on field observations and digital terrain analysis. *Hrvatski Geografski Glasnik*, 71, 5-22.
- Ternek, Z. (1953). Van Gölü Güneydoğu Bölgesinin Jeolojisi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni (Türkiye Jeoloji Bülteni)*, 4(2), 1-32. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/917471>
- Tonbul, S. (2012). Erkenek polyesi (Güneydoğu Toroslar, Malatya). *III. Uluslararası Jeomorfoloji Sempozyumu* (11-13 Ekim) Bildiriler Kitabı. Hatay.
- Tutkun, S. Z. (1999). *Yapısal jeoloji uygulama ders notları, ortografik projeksiyon ve stereografik projeksiyon*. Kocaeli Üniversitesi Yayınları.
- Türkunal, S. (1980). *Doğu ve Güneydoğu Anadolu'nun Jeolojisi*. Ankara: TMMOB Jeoloji Mühendisleri Yayını.
- URL-1: <https://yerbilimleri.mta.gov.tr/>
- URL-2: <https://www.jeoloji.tr.com/2011/12/catlaklar.html?m=1>
- Utlı, M. & Öztürk, M. Z. (2023). Comparison of morphometric characteristics of dolines delineated from TOPO-Maps and UAV-DEMs. *Environmental Earth Sciences*, 82, 165. <https://doi.org/10.1007/s12665-023-10862-x>
- Yalçın, C. & Kop, A. (2022). Kaleköy-Hombur (Çağlayancerit-Kahramanmaraş) civarının tektono-stratigrafik özellikleri. *Geosound*, 55(1), 37-60.
- Yıldırım, M. (1989). Kahramanmaraş kuzeyindeki (Engizek-Nurhak Dağları) tektonik birliklerin jeolojik, petrolojik incelenmesi [Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. (TPAO Arama Grubu, Rapor No. 2970).
- Yılmaz, Y. (1984). Türkiye'nin jeolojik tarihinde magmatik etkinlik ve tektonik evrimle ilişkisi. *Ketin Sempozyumu*, 63-81.
- Yılmaz, Y. (1987). *Maraş kuzeyinin jeolojisi 3* (Andırın, Berit, Engizek, Nurhak, Binboğa Dağları). İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Yılmaz, Y., Gürpınar, O., Kozlu, H., Gül, M. A., Yiğitbaş, E., Yıldırım, M., Genç, C. ve Keskin, M. (1987). *Maraş Kuzeyinin Jeolojisi (Andırın, Berit, Engizek-Nurhak-Binboğa Dağları), Yapı ve Jeolojik Evrimi*. İ. Ü. Mühendislik Fak., İstanbul.
- Yiğitbaş, E. (1989). *Engizek Dağı (Kahramanmaraş) dolayındaki tektonik birliklerin petrolojik incelenmesi* [Yayınlanmamış Doktora tezi] İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Young, R.W. (1986). Tower karst in sandstone: Bungle Bungle Massif Northwestern Australia. *Zeitschrift Für Geomorphologie*, 30(2), 202-189. <https://doi.org/10.1127/zfg/30/1986/189>
- Zorer, H. ve Öztürk, Y. (2020). Yüksek Dağ Karstına Ait Polijenik Karstik Bir Depresyon: Güneydoğu Toroslarda Melkuşan Polyesi (Çatak/Van). Öztürk, S. (Ed.), *Sosyal ve Beşerî Bilimlerde Teori ve Araştırmalar 2 (Cilt 2)*. Gece Kitaplığı.
- Zorer, H., Öztürk, Y. ve Tonbul, S. (2022). Bitlis-Zagros Bindirme Kuşağı Polyelerinin Morfotektonik Gelişimleri ve Bölgesel Tektoniği Anlamada Önemleri. *Uluslararası Jeomorfoloji Sempozyumu*, 6-8 Ekim, Kula-Salihli.