



**Araştırma Makalesi / Research Article**

**ÇANKIRI JİPS PLATOSU ÜZERİNDEKİ ÇÖZÜNME DOLİNLERİNİN MORFOMETRİK ÖZELLİKLERİ**

**Morphometric Properties of Solution Dolines on the Çankırı Gypsum Plateau**

**Murat ATAOL<sup>a</sup>, Mesut ŞİMŞEK<sup>b</sup>**

<sup>a</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafiya Bölümü, Çankırı  
[murat.ataol@gmail.com](mailto:murat.ataol@gmail.com)  <https://orcid.org/0000-0002-3213-0972>

<sup>b</sup> Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafiya Bölüm, Hatay  
[m\\_simsek@hotmail.com](mailto:m_simsek@hotmail.com)  <https://orcid.org/0000-0002-4678-4336>

**Makale Tarihiçesi**

Geliş 8 Şubat 2022

Kabul 27 Mart 2022

**Article History**

Received 8 February 2022

Accepted 27 March 2022

**Anahtar Kelimeler**

Çözünme Dolini, Jips, Karst, Çankırı

**Keywords**

Solution Doline, Gypsum, Karst, Çankırı

**Atıf Bilgisi / Citation Info**

Ataol, M. & Şimşek, M. (2022) Çankırı Jips Platosu Üzerindeki Çözünme Dolinlerinin Morfometrik Özellikleri / Morphometric Properties of Solution Dolines on the Çankırı Gypsum Plateau, Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi / Journal of Geomorphological Researches, 2022 (8): 48-60.

doi: [10.46453/jader.1070171](https://doi.org/10.46453/jader.1070171)

**ÖZET**

Çankırı ve yakın çevresi, Türkiye'de jips karstına ait şekillerin görüldüğü alanlardan biridir. Alanda daha önce sübsidans dolinleri ile çökme dolinleri tespit edilmiştir. Bu çalışmada çözünme dolinleri ele alınmış ve bu dolinlere ait morfometrik çalışmalar yapılmıştır. Çözünme dolinleri Çankırı şehir merkezinin 25 km kadar doğusunda, jips içeren katmanlardan oluşan plato sahasında yer almaktadır. Dolinlerin bulunduğu yükseklik, platonun batısında 900 metrelerden başlayıp doğuya doğru 1500 metrelere kadar çıkmaktadır. 100 km<sup>2</sup>'lik bir alanda uydu görüntülerinden yararlanarak 1255 adet çözünme dolini tespit edilmiştir. Dolinlerin büyük bir kısmı 1200-1400 metreler arasında yükseklikte dağılıp göstermektedir. Dolinlerin alan ortalaması 7000 m<sup>2</sup>'yi geçmektedir. Kernel yöntemiyle hesaplanan maksimum yoğunluk 50 dolin/km<sup>2</sup>'yi bulmaktadır. Dolinlerin büyük bir kısmının uzun eksenleri 150-300 metre aralığındadır. Uzun eksen yönelimlerinde hâkim yön tespit edilememiştir. Platonun doğu kesiminde jips katmanlarının daha kalın ve saf halde olmalarının çözünme dolinlerinin morfolojik gelişiminde önemli etkisi olmuştur. Alanda etkili olan akarsular dolinleri dış drenaja açarak kütle hareketleri de dolinleri deforme ederek asli şekillerinin bozulmasına neden olmaktadır. Çankırı çevresi, kısa mesafeler arasında hem çökme hem sübsidans hem de çözünme dolinlerinin gözlenebildiği, jips karst topoğrafyasına ait şekillerin Sivas jips karst alanından sonra en yoğun görüldüğü alandır.

**ABSTRACT**

Çankırı and its surroundings are one of the areas where gypsum karst shapes are seen in Turkey. Subsidence dolines and collapse dolines have been detected in the area before. In this study, newly discovered solution dolines in the area were discussed and morphometric studies of these dolines were carried out. Solution dolines are located about 25 km east of Çankırı city center, in the plateau area consisting of layers containing gypsum. The height of the dolines starts from 900 meters in the west of the plateau and goes up to 1500 meters in the east. 1255 solution dolines were detected by using satellite images in an area of 100 km<sup>2</sup>. Most of the dolines were formed at altitudes between 1200-1400 meters. The average area of the dolines exceeds 7000 m<sup>2</sup>. The maximum density calculated by the kernel method reaches 50 dolin/km<sup>2</sup>. The long axes of most of the dolines are in the range of 150-300 meters. Dominant direction could not be determined in axis orientations. Thicker and pure gypsum layers in the eastern part of the plateau has a significant impact on the morphological development of solution dolines. Streams that are effective in the area open the dolines to the outer drainage, and mass movements deform the dolines and cause their original shape to deteriorate. The Çankırı vicinity is an area where both subsidence, collapse and solution dolines can be observed at short distances. The shapes of gypsum karst topography are mostly seen in this area after Sivas gypsum karst area.

© 2022 Jeomorfoloji Derneği / Turkish Society for Geomorphology  
Tüm hakları saklıdır / All rights reserved.

## 1.GİRİŐ

Karst terimi; kireçtaşı, dolomit, jips, kayatuzu gibi kayaçların çözünmeleri ve bu çözünmelerin sonucu yüzeyde ve yeraltında meydana gelen şekillenmeleri ifade eder (Jennings, 1971; Sür, 1994; Ford & Williams, 2007). Karstik kayaçların saflık derecesi ve ulaştığı hacmin, üzerinde ve içerisinde gelişen karstik şekillere etkisi büyüktür. Türkiye’de karstlaşmanın en yoğun olduğu alan, büyük bölümü kireçtaşlarından oluşan Toros karst kuşağında yer alır (Öztürk vd., 2018; Nazik vd., 2019). Karstik şekillerin en karakteristikleri kireçtaşı üzerinde gelişir. Karbonatlı olmayan kayaçlarda da çözüme sonucu gelişen lapyalar, dolinler ve mağaralar gibi karstik özelliklere sahip yer şekilleri parakarstik şekiller olarak normal karsttan ayrılırlar (Gilli, 2015). Bu durum genellikle jips veya tuzda meydana gelir. Jips adı verilen evaporitik kayaçlar, zamanla yeni su girişleri ile beslenemez hale gelmiş ve şiddetli buharlaşmaya maruz kalmış su kütlelerinde tuz oranının giderek artmasıyla başlayan çökelme ile oluşmaktadır (Erinç, 2001; Şahinci, 1991). Jipsler de kireçtaşı gibi suyun zamanla çözebildiği, karstik olarak ifade edilen kayaç grubunda yer alır. Ancak jipsin çözüme hızı kireçtaşına oranla çok daha yüksek olup yağmur suları ile çok daha kolay aşındırılır. Karstik şekiller, çözüme hızının yüksekliği sebebiyle hem daha çabuk oluşur hem de oluşan şekiller daha çabuk aşınıp tahrip olur (Böglü, 1980).

Dolinler, oluşum mekanizmalarına göre en geniş sınıflama ile 6 tipe ayrılmıştır (Waltham & Fookes, 2003; Doğan, 2004). Bunların içinde çözüme dolinleri, karstik aşınım şekilleri arasında en çok rastlanılan şekillerdendir. Suyun çözebildiği kayaç tiplerinin (karstik kayaçların) yüzeyinde başlayan kimyasal çözümler zamanla derinliği onlarca metreye varabilen çukurluklara neden olmakta, oluşan şekle çözüme dolini adı verilmektedir (Erinç, 1971; Jennings, 1971; Böglü, 1980). Karstik sahalarda çözüme dolinlerinin baskın jeomorfolojik üniteleri oluşturduğu alanlar “dolin karstı” olarak tanımlanır (Doğan, 2004). Bu dolinlerin birbirlerinden alçak sırtlarla

ayrıldığı ve birim alanda sayısı oldukça fazla olduğu dolin karstına ise, “poligonal karst” adı verilir (Waltham, 2002). Genellikle çözüme dolinleri birbirlerine çok yakın konumda oluşurlar. Çözüme devam ettikçe aralarındaki sırtlar da ortadan kalkabilmekte, iki ya da daha fazla dolin birleşerek daha geniş alana sahip olabilmektedir (Erinç, 1971).

Türkiye’de Orta Toroslar, kireçtaşı üzerinde çözüme dolinlerinin oluşumunun en yoğun görüldüğü alandır (Öztürk, 2018; Öztürk vd., 2018a, 2018b). Türkiye’de jips karstının görüldüğü alanlar düşünöldüğünde ilk olarak Sivas çevresi (özellikle doğu kısmı) akla gelmektedir. Bu alan ile ilgili çalışmalar 1967’den günümüze kadar devam etmektedir (Alagöz, 1967; Doğan ve Özel, 2005; Keskin ve Yılmaz, 2016, Poyraz, 2021). Sivas jips karstı arazisinde son yapılan çalışmada (Poyraz vd., 2021), uydu görüntüleri üzerinden Sivas-İmranlı arasındaki 1600 km<sup>2</sup>’lik alanda 42.127 dolin tespit edilmiştir.

Türkiye’de jips karstına ait şekillerin görüldüğü bir diğer önemli lokasyon ise Çankırı ve yakın çevresidir. Şehrin doğu ve güney kısmı büyük ölçüde bu kayaçlardan oluşmaktadır. Ancak alanda bu kayaçlar saf halde bulunmayıp genellikle kil, kum ve çamurtaşı katmanları ile birlikte tabakalar oluşturmaktadır (Ateş vd., 2008). Jips formasyonları il içerisinde toplamda 1394 km<sup>2</sup> alan kaplamaktadır. Çankırı’nın yakın çevresinde daha önceki yapılan çalışmalarda sübsidans dolinleri (Doğan, 2002) ile çökme dolinleri (Gökkaya ve Tunçel, 2019) tespit edilmiştir. Ancak alandaki çözüme dolinleriyle ilgili morfometrik çalışmalar ve detaylı analizler bugüne kadar gerçekleştirilmemiştir. Bu eksiklikten dolayı çalışmada Çankırı’nın doğusunda bulunan jips platosu içerisindeki çözüme dolinleri ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

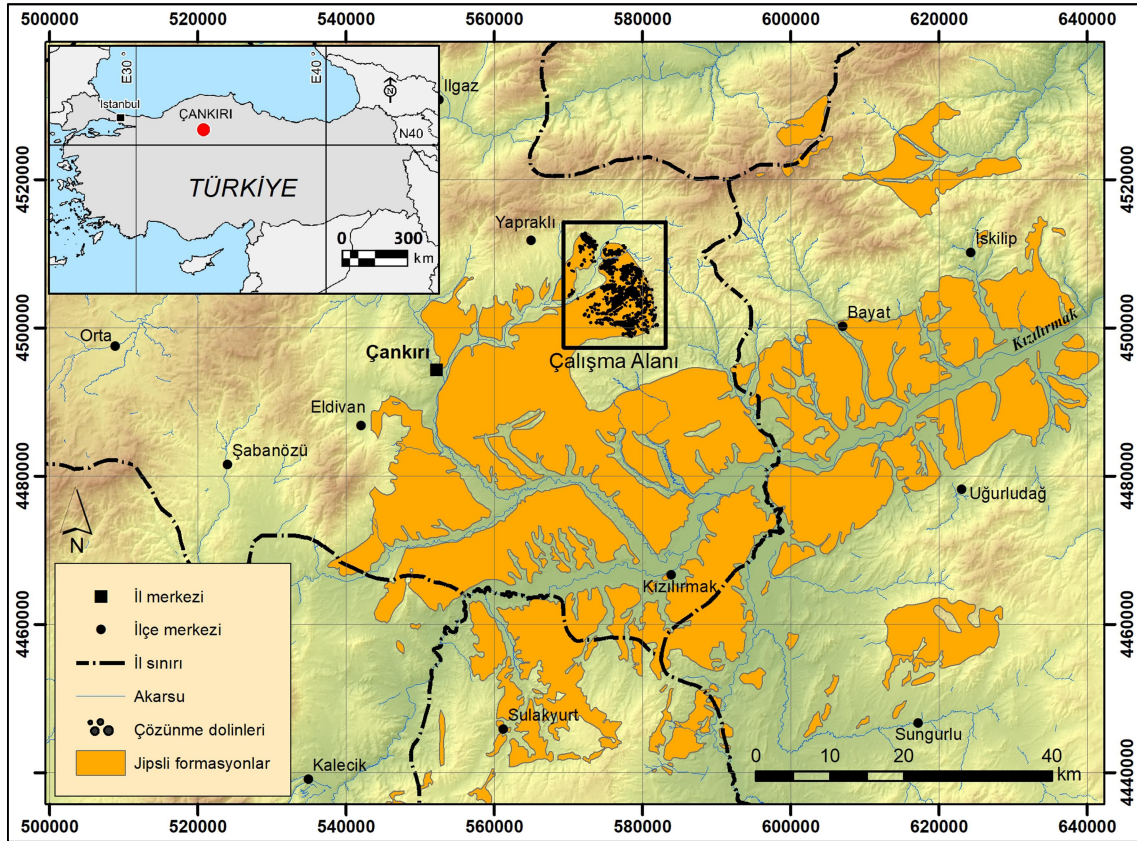
## 2. ÇALIŞMA ALANI

Çalışma alanı Orta Anadolu Karst Bölgesi, Orta Kızılırmak Havzası karst alanı içerisinde kalmaktadır (Nazik vd., 2019). Çözüme dolinleri Çankırı şehir merkezinin 25 km kadar

doğusunda, jips içeren katmanlardan oluşan plato sahasında yer almaktadır (Şekil 1). Dolinlerin bulunduğu yükseklik, platonun batısında 900 metrelerden başlayıp doğuya doğru 1450 metrelere kadar çıkmaktadır. Jips platosu, Kızılırmak Nehri'nin kolları olan Acıçay ve Sariözü Çayı tarafından derince yarılmış durumdadır.

Jips platosunun da içinde yer aldığı Çankırı havzası, Sakarya ve Kırşehir kıtalarının Eosen sonunda birleşmeleri sonrasında oluşan dağarası havzalarından biridir (Tüysüz ve Dellaloğlu, 1992; Ateş vd., 2008). Alanın

karalaşması beraberinde erozyonal süreçleri başlatmış olup, havza tabanında Oligosen-Orta Miyosen dönemleri arasında, çoğunlukla çakıltaşlarından oluşan, kumtaşı ve çamurtaşı da içeren tabakalar çökelmiştir (Tekkaya vd., 1975; Yoldaş, 1982). Alanın üzerine Kızılırmak Nehri ve kolları yerleşene kadar uzun süre kapalı havza niteliği taşıması, üzerinde geniş alana sahip göllerin gelişimini mümkün kılmıştır. Alandaki jips tabakaları da bu göllerin buharlaşıp yok olması sonucunda geride kalan malzemelerden meydana gelmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanının konumu / Figure 1. The location of the study area

Çakıltaşı-kumtaşı katmanlarının üzerinde iki farklı dönemde jips içeren katmanlar oluşmuştur (Şekil 2). Bunlardan ilki jips ile birlikte çamurtaşı, kıltaşı ve az oranda kumtaşı da içermektedir. Daha az oranda kumtaşı da barındırır. Formasyon içerisindeki jipsler su alıp şişerek kıvrımlı bir yapı kazanmıştır (Ateş vd., 2008). Alana ait son çalışmalara göre jips katmanları Üst Miyosen'de çökelmiştir (Karadenizli vd., 2004; Sevin ve Uğuz, 2011). Jips içeren katmanlar Çankırı'nın özellikle doğu yönündeki plato yüzeylerinde geniş alanlar kaplamaktadır. Ağırlıklı olarak jipslerden oluşan tabakaların toplam kalınlığı 600-700

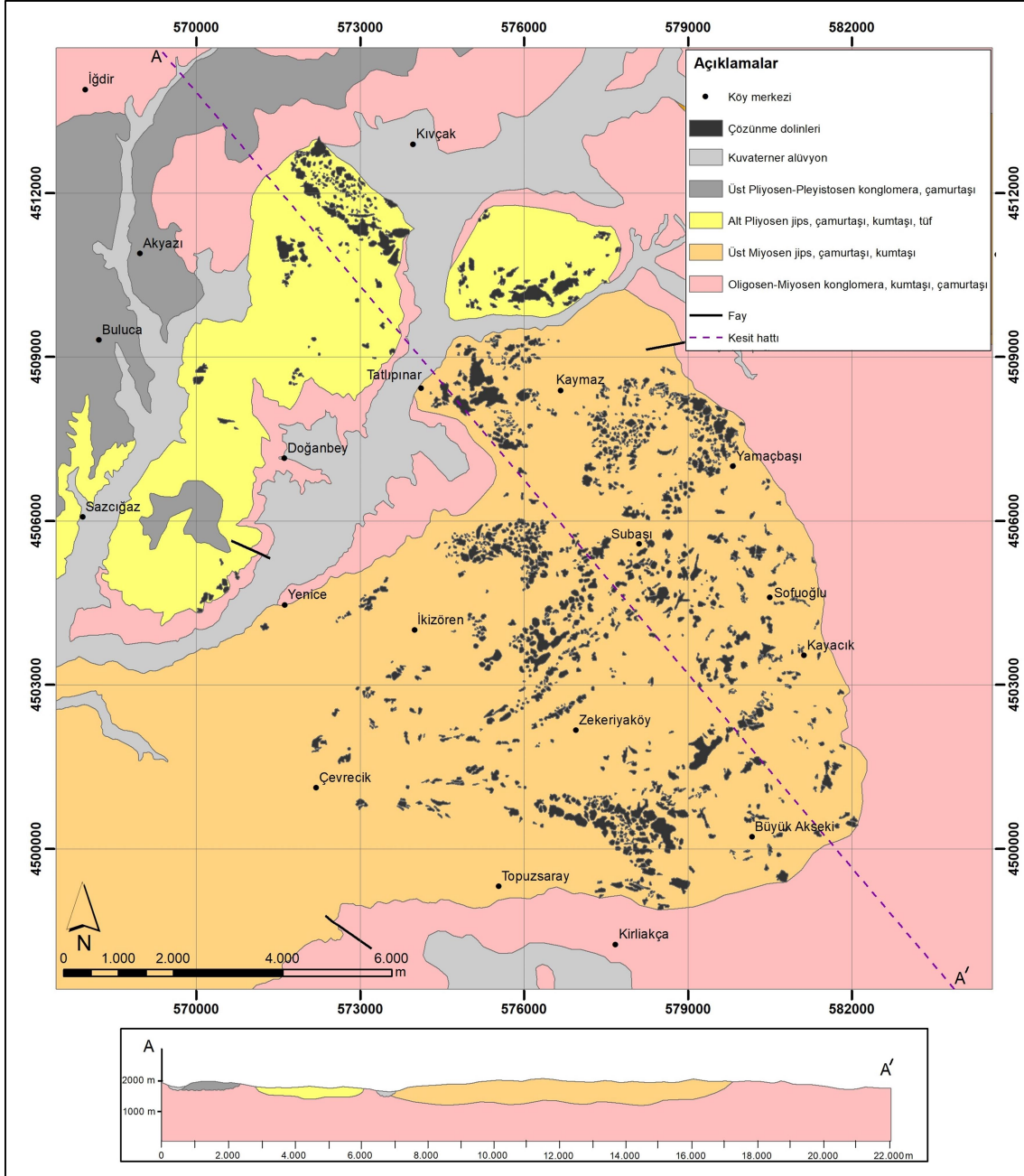
metre (Şekil 2) civarındadır (Birgili vd., 1975). Bu tabakalar, Çankırı havzasının kapalı havza niteliği gösterdiği dönemdeki gölsel çökellerden oluşmaktadır. Kurak ve yarı kurak dönemlerde jips, nispeten ılıman dönemlerde çamurtaşı, kıltaşı ve kumtaşı çökelmiştir (Sevin ve Uğuz, 2011).

Daha genç jips katmanları ise çamurtaşı, kumtaşı ve tuf katmanları ile birlikte çökelmiştir. Tabakalar gevşek ve dağınık olup jips kristalleri de içerir (Birgili vd., 1975). Alana ait son çalışmalara göre bu tabakalar Erken Pliyosen döneminde çökelmiştir (Karadenizli vd., 2004). Tabakaların toplam kalınlığı 500-

600 metre (Şekil 2) civarındadır (Sevin ve Uğuz, 2011). Bu tabakaların varlığı, alanın Erken Pliyosen'de halen kapalı havza niteliğini koruduğunu göstermektedir.

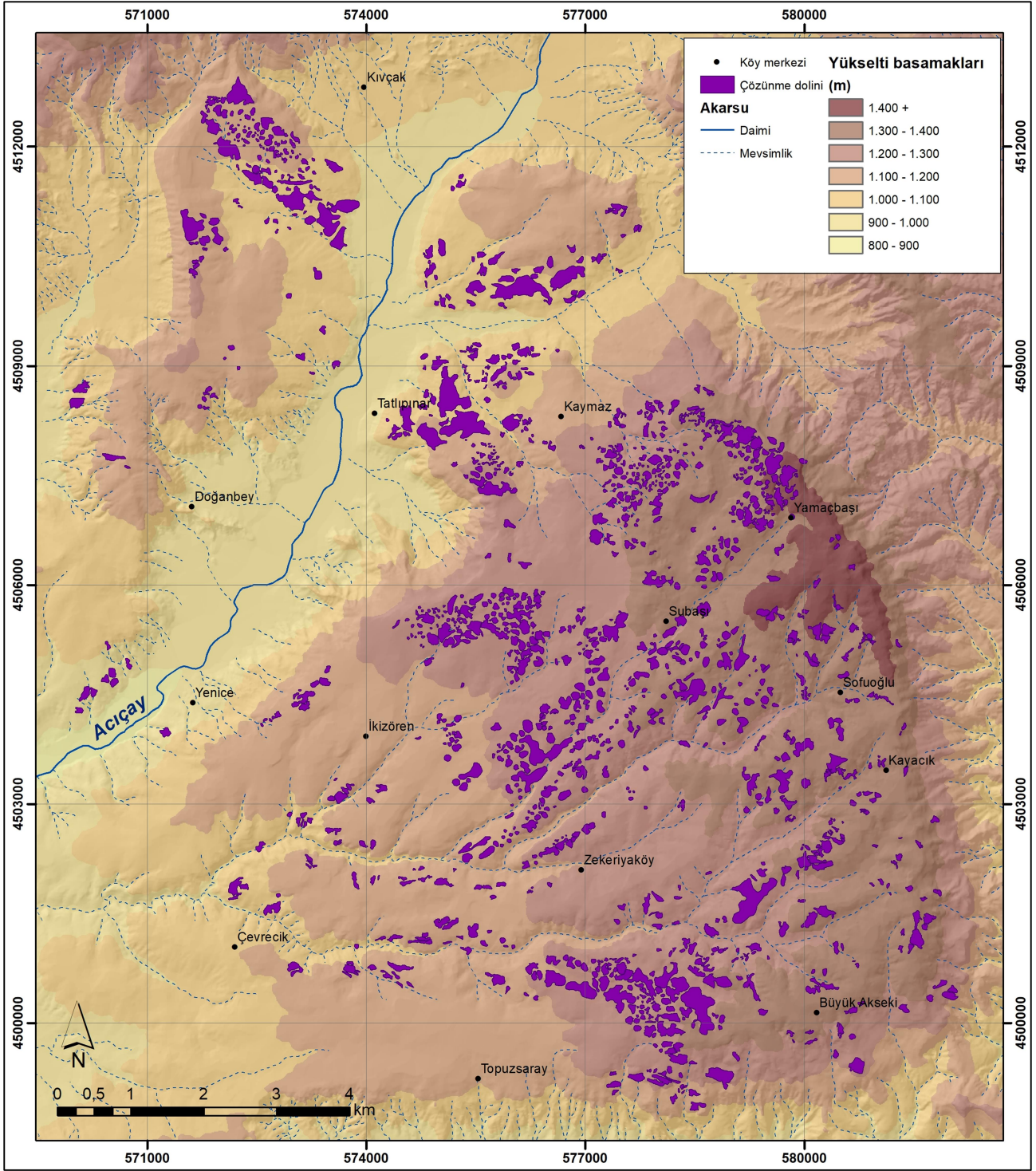
Jips platosunun çözünme dolinlerini barındıran doğu kesimi hem Acıçay hem de Sarıözü Çayı'nın kolları tarafından derince yarılmış durumdadır. Jips platosunun doğu yamacında yükseklik 1400 metrelerden çok kısa mesafede 1000 metrelere inmekte olup bu yamaç boyunca pek çok aktif heyelan da

bulunmaktadır (Şekil 4a). Kütle hareketleri plato kenarında gerilemelere neden olan, dolayısı ile dolinlerin morfolojilerini değiştiren ve bozan önemli bir unsurdur. Kütle hareketleriyle akarsu vadisine ulaşan malzeme, akarsularca taşınarak alandan uzaklaştırılmaktadır. Alanın uydu görüntülerine bakıldığında jips platosunun, tabanındaki çamurtaşı-kumtaşı katmanına kadar aşındırılmakta olduğu rahatça gözlenmektedir (Şekil 4b)



**Şekil 2:** Çankırı jips platosu doğu kısmının jeoloji haritası ve A-A' hattının kesiti (Sevin ve Uğuz, 2011'den değiştirilerek).

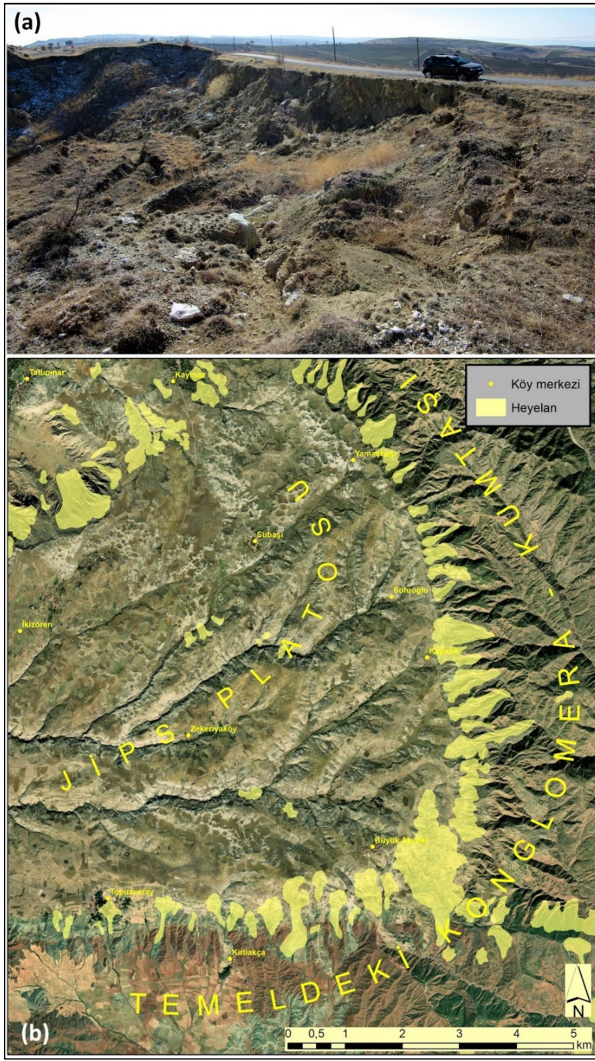
**Figure 2:** Geological map of the eastern part of the Çankırı gypsum plateau and the cross-section of the A-A' line (modified from Sevin and Uğuz, 2011).



**Şekil 3.** Çankırı jips platosundaki çözünme dolinlerinin dağılışı. / **Figure 3.** Distribution of solution dolines in the Çankırı gypsum plateau

Çalışma alanı karasal iklim özelliklerine sahiptir. Çankırı meteoroloji istasyonu verilerine göre ortalama sıcaklıklar Ocak ayında  $-0,5^{\circ}\text{C}$ , Temmuz ayında  $23^{\circ}\text{C}$ 'dir. En yüksek sıcaklıklar Temmuz ve Ağustos aylarında görülür. Yıllık toplam yağış ortalaması 418 mm olan Çankırı ve çevresinde yağışın en çok görüldüğü mevsim ilkbahar olup kış mevsimi ikinci sıradadır. En az yağış 18,3 mm ile Temmuz ayında, en çok yağış 58,3 mm

ile Mayıs ayında düşmektedir. Ağustos ve Eylül aylarında da yağış miktarı çok düşüktür (Duman, 2020). Çankırı ve çevresi, Erinç Yağış Etkinlik İndisi'ne göre yarı kurak-yarı nemli geçişi (Aydın vd., 2019), Köppen iklim sınıflandırmasına göre *Dfa* harfleri ile gösterilen yazları sıcak, kışları soğuk nemli, orta enlem iklim tipi içerisinde kalır (Öztürk vd., 2017).



**Şekil 4.** Araştırma alanı içerisinde görülen (a) aktif heyelanlardan bir tanesi (Kayacık Köyü güneyi) ve (b) heyelanların dağılışı (Duman vd., 2007'den değiştirilerek).

**Figure 4.** (a) One of the active landslides (south of Kayacık Village) and (b) the distribution of landslides in the research area (modified from Duman et al., 2007)

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

Dolin yoğunluklarının belirlenmesinde ilk aşama olarak alana ait Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nün 1/100.000 ölçekli G31 jeoloji haritası sayısallaştırılarak çalışma sahası içerisindeki jips alanlarının sınırları belirlenmiştir. Belirlenen jips alanlarının sınırları arazi çalışmaları ve uydu görüntülerine göre kontrol edilerek revize edilmiştir. Sonrasında jips alanı içerisinde kalan dolinler CBS ortamında sayısallaştırılmıştır. Dolinlerin tespitinde sıklıkla kullanılan klasik yöntem tercih edilmemiştir. Klasik yöntemde dolinler

1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarından tespit edilirken (Day, 1983; Denizman, 2003; Öztürk vd., 2018a), araştırma alanındaki dolinlerin sığ çukurluklar şeklinde olması nedeni ile bu haritalar üzerinde temsiliyeti son derece yetersizdir. Bu yüzden dolinler 1/3.000 ve 1/5.000 ölçekli uydu görüntüleri üzerinden tespit edilerek CBS ortamına aktarılmıştır (Şekil 3). Dolinlerin sayısallaştırılması ve haritaların oluşturulmasında MapInfo 17 ile ArcMap 10 yazılımları kullanılmıştır.

Dolin poligonlarında merkez noktaları oluşturulup sayısal yükselti modeli ile çakıştırılarak dolinlerin yükseklik bilgileri elde edilmiştir. Merkez noktaları kullanılarak dolinlerin Kernel Yoğunluk Tahmin Haritaları (dolin/km<sup>2</sup>) hesaplanarak haritalandırılmıştır. Dolinlerin uzun ve kısa eksenleri de çizilerek ArcMap 10 yazılımı ile çalışan Run Easy Calculate aracı ile uzun eksenlerin açıları hesaplanmıştır. Bu açılar GeoRose yazılımı ile gül diyagramına dönüştürülmüştür. Eksen mesafeleri ve dairesellik indisleri de hesaplanmıştır. Dairesellik indisi ( $I_c$ );

$$I_c = \frac{A_m}{\pi \left( \frac{2A_m}{P_m} \right)^2} \quad (1)$$

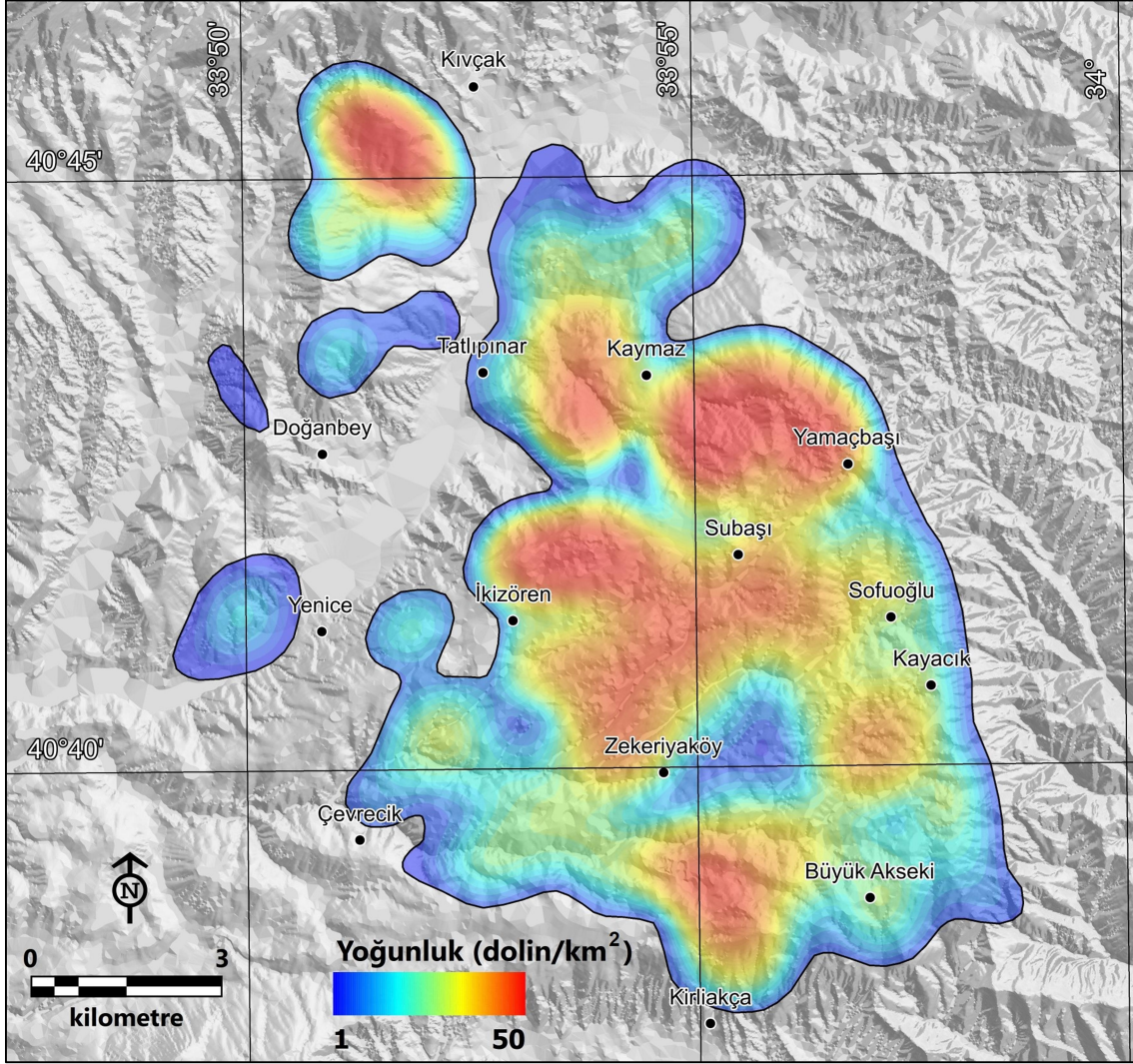
formülü ile hesaplanır.  $A_m$  şeklin sahip olduğu alanı (m<sup>2</sup>);  $P_m$  şeklin çevre uzunluğunu (m) ifade etmektedir. Değer 1'e yaklařtıķça dairesellik artar (Bahtiarevic, 1996; Davis, 1986). Karst araştırmalarında yaygın olarak kullanılan bir diğer indis de uzun eksenin/kısa eksene bölünmesi ile bulunan orandır (Öztürk vd., 2015; şimşek vd., 2019). Dairesellik indisine benzer şekilde değerin 1 olması dolinin tam daire şeklinde olduğunu, değerin 1'den uzaklaşması ise dolinin eliptik/uzayan bir özellik kazanmaya başladığını gösterir (Denizman, 2003; Öztürk vd., 2018b).

### 4. BULGULAR

Plato yüzeyinde uydu görüntülerinden 1255 adet dolin tespit edilerek haritalandırılmıştır. Alanda çözümlenmiş dolinlerinin en yoğun bulunduğu kesim, İkiözren ile Yamaçbaşı köyleri arasındır. Yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinden Kernel yöntemiyle hesaplanan yoğunluğa göre bölgede maksimum dolin yoğunluğu 50 dolin/km<sup>2</sup>'ye ulaşmaktadır (Şekil

5). Kivak köyü batısı ile Büyük Akseki köyü batısı da dolinlerin yoğun olarak bulunduğu bölgelerdir. Pahernik (2012)'in yaptığı dolin

yoğunluğu (dolin/km<sup>2</sup>) sınıflandırmasına göre jips platosu üzerinde (30-60 arası) orta yoğunluk görülür.



**Şekil 5.** Araştırma alanındaki dolin yoğunluğunun alansal dağılışı. / **Figure 5.** Spatial distribution of doline density in the research area.

znme dolinleri ankırı'da, jips platosunun yükseltisinin en fazla olduğu doğu sınırında yer almaktadır (Şekil 5). Platonun bu kısmı jipslerin ankırı çevresinde en kalın ve saf hallerini barındırmaktadır. Alandaki dolinler 850 m'den başlayarak 1500 m ykseklige kadar görülmekte iken çok büyük bir kısmı 1200-1400 metreler arasında ykseklkte oluşmuşlardır (Şekil 7a). Plato yüzeyindeki tüm dolinlerin %63' bu yükselti aralığında yer almaktadır. En kuzeyde yer alan znme dolinleri, Acıçay Vadisi ile diğerlerinden ayrılmakta olup 1000-1200 metreler arasında bulunur.

Yaklaşık 100 km<sup>2</sup>'lik bir alan içerisinde yayılıő gösteren dolinlerin boyutları 191 m<sup>2</sup> ile 161480 m<sup>2</sup> arasında değişmektedir (Şekil 7b).

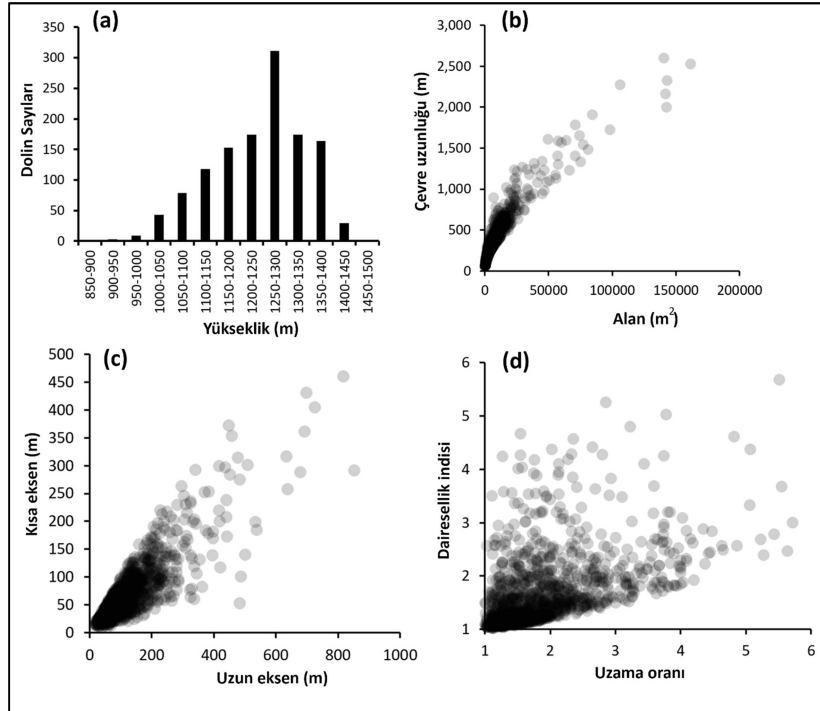
Dolinlerin alan ortalaması 7000 m<sup>2</sup>'yi aşmaktadır. Dolinlerin büyük bir kısmının uzun eksenleri 150-300 metre aralığında yoğunlaşmaktadır (Şekil 7c). Derinlikleri ise genelde 5-10 metre arasındadır (Şekil 6).

Dolinlerin dairesellikleri 1,02 ile 9,47 arasında olup, ortalaması 1,66'dır. Dolinlerin %55'inde dairesellik oranı 1-1,5 arasındadır (Şekil 7d). Bu değer dolinlerin büyük bir kısmının dairesel formda olduğunu gösterir. Uzun eksenin kısa eksene bölünmesi ile elde edilen uzama oranları ise 1 ile 9,11 arasında olup, ortalaması 1,88'dir (Şekil 7d). Uzama oranı değerlerinin düşük oluşu çalışma alanı içerisinde fay ya da bindirme hattı gibi tektonik unsurların olmayışı ile ilgilidir.



**Şekil 6.** Çankırı jips platosu üzerinde gelişmiş, düşük eşikler ile birbirinden ayrılan çözünme dolinleri.

**Figure 6.** Solution dolines developed on the Çankırı gypsum plateau, separated from each other by low thresholds.



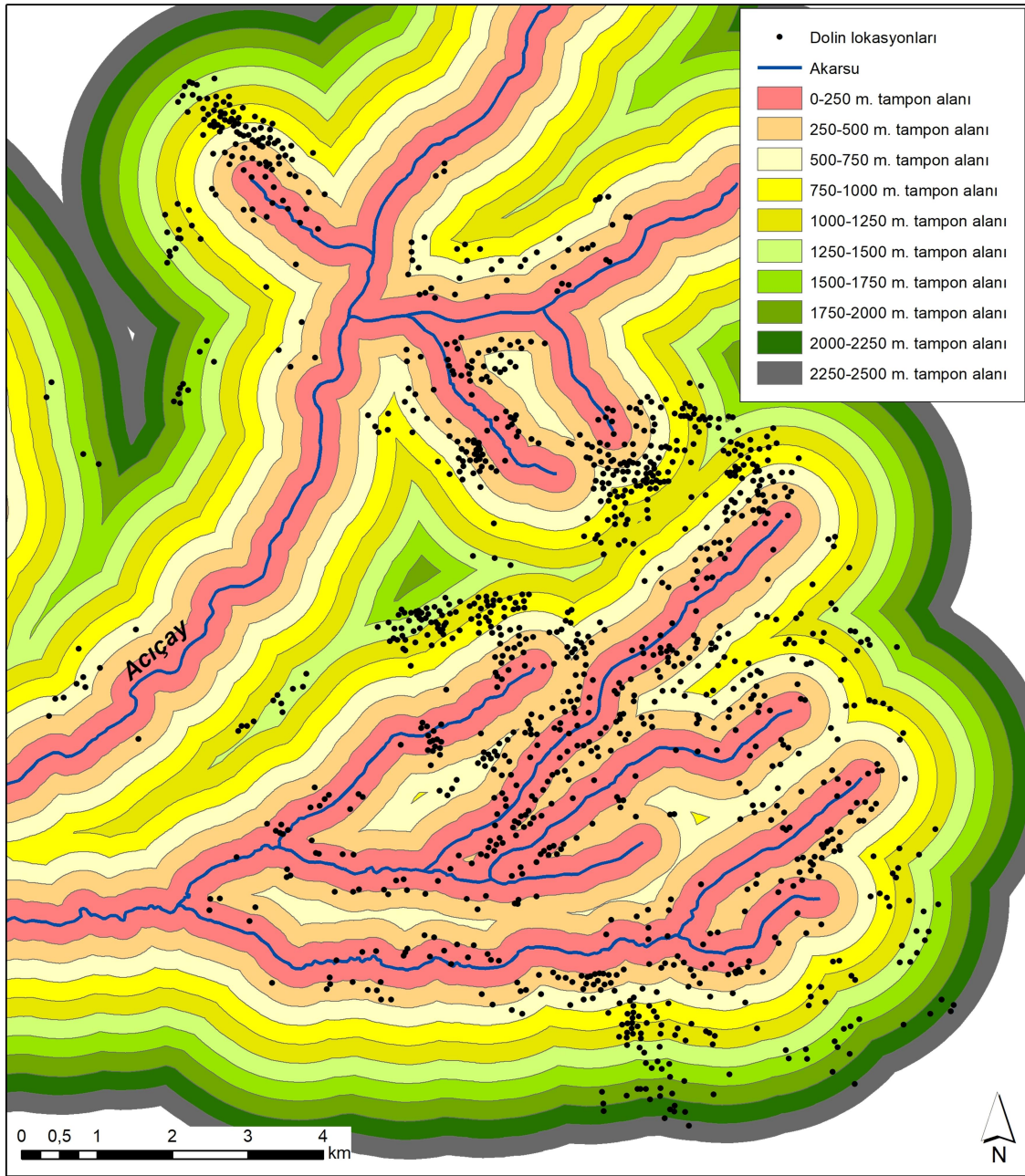
**Şekil 7.** (a) Dolinlerin yükselti basamaklarına göre dağılışı, (b) alan (m<sup>2</sup>) ve çevre uzunlukları (m), (c) kısa ve uzun eksen değerleri ile (d) uzama oranı ve dairesellik değerleri.

**Figure 7.** (a) Distribution of dolines according to elevation steps, (b) area (m<sup>2</sup>) and perimeter lengths (m), (c) short and long axis values, and (d) elongation ratio and circularity index.



Dolinlerin dairesellik özellikleri ve dolinlerin tip karakteri, fluvyal süreçlerden uzaklaştıka artmaktadır. Dolinlerin büyük bir bölümü ana akarsulara 250 metreden daha uzakta olduğu için 250 metrelik aralıklarla tampon alanlar oluşturulmuş ve dolinler, akarsulara olan mesafelerine göre gruplandırılmıştır (şekil 8). Tampon alanları oluştururken Acıçay ile dolinlerin yer aldığı sahada bulunan mevsimlik akarsular temel alınmıştır. Bu akarsulara ulaşan yan kollar, su taşıma kapasiteleri daha da düşük olduğundan dikkate alınmamıştır. Ana akarsu kolları etrafındaki ilk 250 metrelik tampon bölge içerisinde sadece 251 dolin

kalmaktadır (şekil 8, Tablo 1). Bu sayı, toplam 1255 dolinin %20'sini oluşurmaktadır. Akarsulardan 250-500 metre uzakta yer alan tampon alanında dolin sayısının en fazla olduğu görülmektedir. Bu mesafede 360 dolin yer alır. 500-750 metre aralığında 200'den fazla, 750-1000 ile 1000-1250 metrelik aralıklarda 100'n üstünde dolin yer almaktadır. Akarsuların etkisi içerisinde kalan dolinler ise akarsulara komşu yamaçlarından parçalanarak yüzeysel drenaja açılmışlardır. Bu durum karstik şekillerin büyük bir kısmının aktif akarsuların bulunmadığı düşük eğimli plato alanlarında geliştiğini göstermektedir.

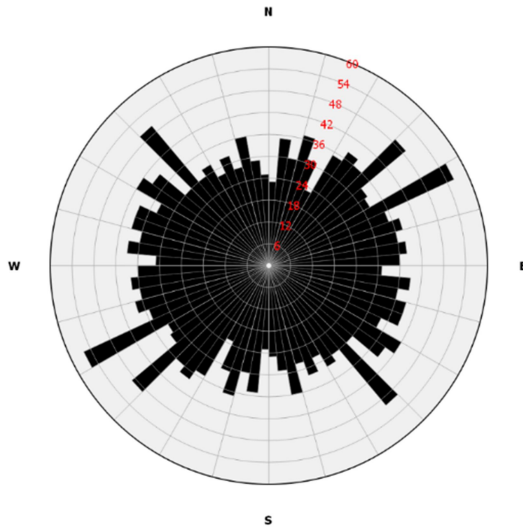


şekil 8. Akarsu drenaj ağı ile dolin gelişimi arasındaki ilişki. / Figure 8. The relationship between the river drainage network and the development of the doline.

**Tablo 1.** Dolinlerin akarsulara mesafesine göre dağılışı / **Table 1.** Distribution of dolines according to their distance from rivers

Akarsulara uzaklık (m.)	Dolin sayısı
0-250	251
250-500	360
500-750	215
750-1000	158
1000-1250	133
1250-1500	74
1500-1750	33
1750-2000	17
2000-2250	9
2250-2500	5

Dolinlerin uzun eksen açılarına göre oluşturulan gül grafiğinde, hâkim bir yönden söz etmek mümkün değildir. Dolin yönelimlerinde oldukça homojen bir dağılım olduğu görülmektedir (Şekil 9). Bu durum çalışma alanında tektonizmanın çok etkin durumda olmadığını göstermektedir. Alan içerisinde aktif faylar bulunmamaktadır ve tabakalar basınç ya da gerilme etkilerinden nispeten uzakta kalmış durumdadır. Alandaki dolinlerin oluşum ve gelişiminde karstlaşma ve flüviyal süreçler etkin olmuştur. Kütle hareketleri ise plato kenarında yer alan dolinlerin ortadan kalkmasına neden olmaktadır.



**Şekil 9.** Çankırı Jips Platosundaki çözünme dolinlerinin uzun eksen yönelimlerine ait gül diyagramı.

**Figure 9.** Rose diagram of long axis orientations of solution dolines in the Çankırı Gypsum Plateau.

## 5. TARTIŞMA

Türkiye’de jips karstı arazisinde çözünme dolinlerinin en çok görüldüğü alan Sivas çevresindedir. Sivas çevresi özelinde yapılmış ilk karst çalışması Alagöz (1967)’e aittir. Hafik ilçesi doğusunu kapsayan bir çalışmada iki farklı plato seviyesine göre dolinler gruplanmış olup daha yüksekte olan plato yüzeyindeki dolinlerin daha genç oldukları ifade edilmiştir (Doğan ve Özel, 2005). Aynı alanda dolinleri çözünme ve çökme dolinleri olarak gruplandırıp morfometrik analizlerinin yapıldığı bir başka çalışma da bulunmaktadır (Keskin ve Yılmaz, 2016). Sivas çevresindeki tüm jips karst alanını kapsayan bir çalışmada (1600 km<sup>2</sup>’lik alanda) tespit edilen dolin sayısı 42.000’in üzerinde olup hesaplanan yoğunluk 237 dolin/km<sup>2</sup>’dir (Poyraz vd., 2021). Çankırı jips platosunda tespit edilen 1255 çözünme dolinin Kernel yöntemiyle hesaplanan yoğunluğa göre bu alanda maksimum yoğunluk 50 dolin/km<sup>2</sup> bulunmaktadır. Bu değerler Phernik (2012)’ye göre çalışma alanında düşük dolin yoğunluğunun egemen olduğunu göstermektedir.

Orta Toroslar’da yer alan çözünme dolinlerinin uzun eksen yönelimleri incelendiğinde, tektonizmanın etkisiyle dolinlerin büyük çoğunluğunun belli doğrultularda uzanım gösterdiği görülmektedir (Öztürk vd., 2015; Şimşek, 2019). Çankırı jips platosunda yer alan dolinlerde belli doğrultularda uzanım gelişimi görülmemektedir. Bu durum çalışma alanı içerisindeki dolin yönelimlerinde tektonizmanın belirleyici bir unsur olmadığını göstermektedir.

Jips karstı arazisi Ortadoğu, Afrika’nın kuzeyi ve İspanya’da da yaygın olarak görülmektedir (Verheye ve Boyadgiev, 1997). Irak’ta, Musul’un batısında Orta Miyosen jips arazisinde de 4000’den fazla dolin yer almaktadır (Jassim vd., 1997). İspanya’nın kuzeyinde de jips karst arazisi geniş alanlar kaplamaktadır. Bu alanların akarsu vadileri ile kesilmesiyle oluşan bazı dik yamaçlarda pek çok heyelan oluşumu görülmekte olup 100’den fazla kişinin ölümüne yol açan heyelan afetleri de yaşanmıştır (Gutierrez-Elorzo ve Gutierrez-Santolalla, 1998). Çankırı’daki jips platosu da halen aktif heyelanların yer aldığı yamaçlara sahiptir. Bazı

köyler plato kenarına çok yakın konumda bulunmakta (Kayacık, Yamaçbaşı gibi), bazı köyler de heyelan ile yamaç boyunca hareket edecek malzemenin etkilenebilecek konumda (Kırlıkça gibi) bulunmaktadır. Jipsli katmanların dış etkenlere karşı direncinin düşük olması nedeniyle plato kenarlarında heyelan oluşumu kolaylaşmakta, bu durum hem platonun alan kaybetmesine hem de bölge için önemli birer tarım alanı olan dolinlerin deforme olmasına neden olmaktadır.

Kızılırmak Havzası'nda yer alan jipsler üzerinde dolin gelişimini şu şekilde özetlemek mümkündür. Kızılırmak özellikle Kuvaterner'de, tektonik yükselime bağlı olarak jips formasyonları içerisinde ana yatağını derinleştirmiştir (Doğan ve Özel, 2005). Kızılırmak'a ait zayıf yan kolların yüksek jipsli plato yüzeylerinde askıda kalması, sonrasında gelişecek olan dolinler için uygun eğim ve su toplama alanlarını oluşturmuştur (Alagöz, 1967; Erinç, 2001). Paleovadi hatlarına uygun gelişen dolinler görece hızlı çözünebilen jips karstı sonucunda komşu dolin duvarlarının eğiminin azalmasına ve zamanla ortadan kalkarak dairesel formdan uzaklaşmasına, yer yer yüzeysel drenaja açılarak düzensiz şekillerin oluşumuna neden olmuştur. Paleovadilerin etkisi dışında gelişen dolinler ise dairesel özelliklerini büyük oranda korumuştur. Aynı akarsu havzası içerisinde yer alan Çankırı jips platosunda da lokal alanlarda benzer mekanizmanın çalıştığını söylemek mümkündür. Fakat bu gelişim modelinden farklı olarak, çalışma alanında olduğu gibi bazı alanlarda tersi şekilde gelişmektedir. Yani topografik evrim içerisinde dolin gelişimi önce karstlaşma ile başlayıp sonrasında flüvyal süreçler ile devam edebilmektedir. Çalışma alanında akarsuların 250 metre tampon bölgesi içerisinde kalan dolin sayıları (Tablo 1) bu durum kanıtlar niteliktedir. (Şekil 8). Çalışma alanında bazı alanlarda flüvyal gelişim karstlaşmadan sonra gelişmiştir. Bu durum akarsu vadilerinin gelişmesiyle birlikte dolinlerin parçalanmasına, vadi tabanlarında bozulmuş dolinlerin bulunmasına ve diğer karstik alanlardan farklı olarak (Doğan ve Özel, 2005; Öztürk, 2020) akarsuya yaklaştıkça dolin sayısının artmasına neden olmaktadır. Özetle Williams (1982) tarafından "drenajın karstlaşma ile yeniden

düzenlenmesi" olarak tanımlan yani flüvyal süreçler ile başlayıp karstlaşma ile devam eden süreçler (Şener ve Öztürk, 2019), jipsin kolay çözünebilme özelliğinden dolayı bu durumun tersi şekilde gelişmesine de imkân sağlamıştır.

Çankırı'nın yakın çevresinde daha önceki yapılan çalışmalarda sübsidans dolinleri (Doğan, 2002) ile çökme dolinleri (Gökkaya ve Tunçel, 2019) tespit edilmiştir. Çankırı şehir merkezi doğusunda, yine jips platosu üzerinde yer alan toplam 20 adet sübsidans dolininin yer aldığı yükseklik 890 metre ile 1055 metreler arasında olup, bu dolinlerin çapları ise 250 metre ile 2 km arasında değişmektedir. Derinlikleri ise 10 ile 30 metre aralığındadır (Doğan, 2002). Çankırı şehir merkezi güneyinde ise 8 çökme dolini tespit edilmiş olup bunlardan sadece 3 tanesi halen görülebilmektedir. Diğerleri yöredeki çiftçilerce toprakla doldurulmuştur (Gökkaya ve Tunçel, 2019). Bu çalışmada tespit edilen 1255 çözümlenme dolini ile Çankırı jips platosu, Sivas çevresindeki dolinlerin kapladığı alan ile karşılaştırıldığında küçük bir alana karşılık gelse de yine de bu rakamlar Çankırı'yı Sivas çevresinden sonra en önemli jips karstı arazisi konumuna getirmektedir.

## 6. SONUÇ

Karst topoğrafyası ile ilgili çalışmalarda daha önce sadece çökme ve sübsidans dolinleri ile literatüre giren Çankırı ilinde 100 km<sup>2</sup>'lik bir alanda dağılım gösteren çok sayıda çözümlenme dolininin morfolojik özellikleri bu çalışma ile ortaya konulmuştur. Çankırı jips platosunun doğu kesiminde jips katmanlarının daha kalın ve saf halde olmaları sayesinde çözümlenme dolinleri gelişme olanağı bulmuştur. Yoğunluğu 1200-1400 metreler arasında yer alan 1255 çözümlenme dolini tespit edilmiştir. Dolin yoğunluğu km<sup>2</sup>'de 50'yi bulabilmektedir. Dolinlerin dairesellik indisi değerleri (ortalama 1,66) ve uzun eksen/kısa eksen oranları (ortalama 1,88) şekillerin dairesel formunu koruduklarını ve önemli bir eliptik yapı oluşturmadıklarını ifade eder. Dolinlerin uzun eksen yönelimlerinde tespit edilen hakim bir yön bulunmamakta, her yöne doğru saçılımı bir özellik göstermektedir. Yüzeysel drenaja kapalı bozulmamış dolinler akarsuların etkisinden uzakta, plato yüzeylerinde yer

almaktadır. İçerdiği dolinler ile Sivas çevresinden sonra Türkiye'nin en önemli ikinci jips karstı arazisi olan ankırı evresi, kısa mesafeler arasında hem okme hem sübsidans hem de oznme kaynaklı dolinlerin gözlenebilir olması nedeni ile karst topoğrafyası konusunda uygulamalı eğitim açısından da önemli alanlardan biri haline gelmiştir.

## KAYNAKÇA

- Alagöz, C. A. (1967). Sivas evresi ve Doğusunda Jips Karstı Olayları. Ankara: Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Yayınları No: 175.
- Ateş, ř., Mutlu, G., zata, A., zerk, O.C., Karakaya Gülmez, F., Yeleser, L., Osmançelebioğlu, R. ve Bulut stn, A. (2008). ankırı İli ve Kentsel Alanların (İl-İlçe Merkezleri) Yerbilim Verileri, Ankara: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Ettleri Dairesi.
- Aydın, S., şimşek, M., etinkaya, G. ve ztrk, M.Z. (2019). Erinç Yağış Etkinlik İndisi'ne göre belirlenen Türkiye iklim bölgelerinin rejim karakteristikleri. 1. İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresi Bildiri Kitabı, 752-760, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Bahtiarevic, A. (1996). Morphometric Analysis of the Northern Floridan Karst. University of South Florida, MA thesis.
- Birgili, S., Yoldaş, R ve nalın, G. (1975). ankırı – Çorum Havzasının Jeolojisi ve Petrol Olanakları. M.T.A. Rap.: 5621.
- Bgli, A. (1980). Karst Hydrology and Physical Speleology. Berlin: Springer-Verlag.
- Davis, J.C. (1986). Statistics and Data Analysis in Geology. New York: John C. Wiley & Sons.
- Day, M. (1983). Doline morphology and development in Barbados. Annals of the Association of American Geographers 73(2): 206–219.
- Denizman, C. (2003). Morphometric and spatial distribution parameters of karstic depressions, Lower Suwannee River Basin, Florida. Journal of Cave and Karst Studies 65 (1): 29-35.
- Doğan, U. (2002). ankırı 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., & zel, S. (2005). Gypsum karst and its evolution east of Hafik (Sivas, Turkey). Geomorphology, 71(3–4): 373–388.
- Duman, N. (2020). ankırı şehri İklim zellikleri. ankırı şehir Coğrafyası (Ed. MM Kale ve O. Türkan), 20-45. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Duman, T.Y., Olgun, ř., an, T., Nefeslioğlu H.A., Hamzaçebi, S., Durmaz, S., Emre, ., Ateş, ř., Keçer, M. ve erekioğlu, ř. (2007). Türkiye Heyelan Envanteri Haritası (Sinop Paftası). MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Erinç, S. (1971). Jeomorfoloji II (Genişletilmiş II. Baskı). İstanbul: İst. niv. Coğ. Enst. Yay. No: 23.
- Erin, S. (2001). Jeomorfoloji-II. (Gncelleştirilmiş 3. Basım). İstanbul: Der Yayınları.
- Ford, D. & Williams, P. (2007). Karst Hydrogeology and Geomorphology. West Sussex, England: John Wiley & Sons Ltd.
- Gilli, E. (2015). Karstology Karsts, Caves and Springs (Translated from French by Chlo Fandel). New York: CRS Press.
- Gökkaya, E. & Tunçel, E. (2019). Natural and human-induced subsidence due to gypsum dissolution: a case study from Inandık, Central Anatolia, Turkey. Journal of Cave & Karst Studies, 81(4): 221-232.
- Gutierrez-Elorzo, M. & Gutierrez-Santolalla, F. (1998). Geomorphology of the Tertiary gypsum formations in the Ebro Depression (Spain). Geoderma 87: 1–29.
- Jassim, S.Z., Jibril, A.S. & Numan, N.M.S. (1997). Gypsum karstification in the Middle Miocene Fatha Formation Mosul area, Northern Iraq. Geomorphology 18: 137–149.
- Jennings, J. N. (1971). Karst: An introduction to systematic geomorphology. Cambridge, Massachusetts: The M. I.T. Press.
- Karadenizli, L., Sara, G., şen, ř., Seyitoğlu, G., Antoine, P. O., Kazancı, N., Varol, B., Alek, M.C., Gl, A., Erten, H., Esat, K., zcan, F., Savaşçı, D., Antoine, A., Filoreau, X., Hervet, S., Bouvain, G., De Bonis, L. ve Hakyemez, H.K. (2004). ankırı-orum havzasının batı ve güney kesiminin memeli fosillere dayalı Oligo-Miyosen biyostratigrafisi ve dolgulama evrimi. Ankara: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü.
- Keskin, İ. & Yılmaz, İ. (2016). Morphometric and geological features of karstic depressions in gypsum (Sivas, Turkey). Environmental Earth Sciences, 75(12): 1040, 1-14.
- Nazik, L., Poyraz, M. & Karabıyıkoğlu, M. (2019). Karstic Landscapes and Landforms in Turkey. In C. Kuzucuoğlu, A. Çiner, & N. Kazancı (Eds.), Landscapes and Landforms of Turkey (181–196). Springer, Cham.
- Öztürk, M.Z. (2018). Orta Toroslar'da Dolinlerin Dağılışı ve Morfometrik zellikleri. İstanbul: Kriter Yayınevi.

- Öztürk, M. Z., Çetinkaya, G. & Aydın, S. (2017). Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Türkiye'nin iklim tipleri. *Coğrafya Dergisi*, 35: 17-27.
- Öztürk, M.Z., Şimşek, M. ve Utlu, M., (2015). Tahtalı Dağları (Orta Toroslar) karst platosu üzerinde dolin ve uvala gelişiminin CBS tabanlı analizi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 65: 59-68.
- Öztürk, M. Z., Şimşek, M., Şener, M. F., & Utlu, M. (2018a). GIS based analysis of doline density on Taurus Mountains, Turkey. *Environmental Earth Sciences*, 77(14): 1-13.
- Öztürk, M. Z., Şener, M. F., Şener, M. & Şimşek, M. (2018b). Structural Controls on Distribution of Dolines on Mount Anamas (Taurus Mountains, Turkey), *Geomorphology*, 317: 107-116.
- Öztürk, M.Z. (2020). Fluvio-karstic evolution of the Taşeli Plateau (Central Taurus, Turkey). *Turkish Journal of Earth Sciences*, 29 (5): 733-746.
- Pahernik, M. (2012). Prostorna gustoća ponikava na području Republike Hrvatske (Spatial density of dolines in the Croatian Territory). *Hrvatski Geografski Glasnik*, 74(2): 5-26.
- Poyraz, M. (2021). Yukarı Kızılırmak Havzası jips karstının morfolojik ve morfojenetik özellikleri, Balıkesir Üniversitesi, SBE (Doktora tezi).
- Poyraz, M., Öztürk, M. Z. ve Soykan, A. (2021). Sivas Jips Karstında Dolin Yoğunluğunun CBS Tabanlı Analizi. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (6): 67-80.
- Sevin, M. ve Uğuz, M. F. (2011). 1: 100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Çankırı G32 paftası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayınları (148).
- Sür, A. (1994). Karstik yerşekilleri ve Türkiye'den örnekler. Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi, 3: 1-28.
- Şahinci, A. (1991). Karst. İzmir: Reform Matbaası.
- 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: 23-35.
- Şimşek, M., Öztürk, M.Z. ve Turoğlu, H. (2019). Geyik Dağı üzerindeki dolin ve uvalaların morfolojik önemi. *Türk Coğrafya Dergisi* 72: 13-20.
- Tekkaya, İ., Atalay, Z., Ünay, M. G. E. ve Ermumcu, M. (1975). Çankırı–Kalecik bölgesi karasal neojenin biostratigrafisi araştırması. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 18: 1-2.
- Tüysüz, O. ve Dellaloğlu, A. A. (1992). Çankırı havzasının tektonik birlikleri ve jeolojik evrimi. *Türkiye 9. Petrol Kongresi Bildirileri Özeti*, 333-349.
- Verheye, W. H. & Boyadgiev, T. G. (1997). Evaluating the land use potential of gypsiferous soils from field pedogenic characteristics. *Soil Use and Management*, 13(2): 97-103.
- Waltham, A.C. & Fookes, P.G. (2003). Engineering classification of karst ground conditions. *Quarterly Journal of Engineering Geology* 36: 101-118.
- Waltham, T. (2002). Gypsum karst near Sivas, Turkey. *Cave and Karst Science* 29 (1): 39-44.
- Williams, P. (1982). Karst landforms in New Zealand. In: Soons J, Selby MJ (editors). *Landforms of New Zealand*, 187-209.
- Yoldaş, R. (1982). Tosya (Kastamonu) ile Bayat (Çorum) arasındaki bölgenin jeolojisi. (Doktora Tezi). İstanbul. Üniversitesi. Fen Fakültesi Genel Jeoloji. Kürsüsü. İstanbul.