

# Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi

## Journal of Geomorphological Researches

© Jeomorfoloji Derneği

www.dergipark.gov.tr/jader

E - ISSN: 2667 - 4238



### Araştırma Makalesi / Research Article

## DOĞU TOROSLAR'DAKİ ÇÖZÜNME DOLİNLERİNİN MORFOMETRİK ÖZELLİKLERİ

### Morphometric Properties of Solution Dolines in the Eastern Taurus

Gülden ÇETİNKAYA<sup>a</sup>, Mesut ŞİMŞEK<sup>b</sup>, Muhammed Zeynel ÖZTÜRK<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Bursa

[guldencetinkaya34@gmail.com](mailto:guldencetinkaya34@gmail.com) <https://orcid.org/0000-0001-6035-6648>

<sup>b</sup> Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Hatay

[m\\_simsek@hotmail.com](mailto:m_simsek@hotmail.com) <https://orcid.org/0000-0002-4678-4336>

<sup>c</sup> Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Niğde

[muhammed.zeynel@gmail.com](mailto:muhammed.zeynel@gmail.com) <https://orcid.org/0000-0002-9834-7680>

#### Makale Tarihi

Geliş 8 Kasım 2022

Kabul 2 Aralık 2022

#### Article History

Received: 8 November 2022

Accepted: 2 December 2022

#### Anahtar Kelimeler

Doğu Toros Dağları, Polygonal Karst, Dolin Morfometrisi, Karstik Platolar

#### Keywords

Eastern Taurus Mountains, Polygonal Karst, Doline Morphometry, Karst Plateaus

#### Atıf Bilgisi / Citation Info

Çetinkaya, G., Şimşek, M., Öztürk, M.Z. (2023) Doğu Toroslar'daki Çözünme Dolinlerinin Morfometrik Özellikleri / Morphometric Properties of Solution Dolines in the Eastern Taurus, Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi / Journal of Geomorphological Researches 2023 (10): 20-33

doi: 10.46453/jader.1201290

#### ÖZET

Dolinler orta enlemlerdeki karstik platoların karakteristik şekillerindedir ve Doğu Toroslar'daki yüksek karstik platolar üzerinde çok sayıda dolin yer almaktadır. Bu çalışmanın ana amacı Doğu Toroslar'daki dolinlerin alansal dağılımı ve morfometrik özelliklerinin belirlenmesidir. Çalışma kapsamında 1/25.000 ölçekli 217 topoğrafya haritası taranmış ve toplamda 8.554 km<sup>2</sup>lik alan kaplayan 28 karstik plato üzerinde 36.188 dolin tespit edilmiştir. Yükseklik özelliklerine göre dolinler 640 metre ile 3335 metre arasında dağılım gösterir. Tüm çalışma alanında ortalama dolin yoğunluğu 4,5 dolin/km<sup>2</sup>'dir. Maksimum dolin yoğunluğu 128 dolin/km<sup>2</sup> ile Malatya Dağları'nda gözlenip, Aladağlar, Alandaş Dağı, Yama Dağı ve Berit Dağı'nda ise 50 dolin/km<sup>2</sup>'nin üzerine çıkmaktadır. Sahada yüksek dolin yoğunluğuna sahip alanlar (> 50 dolin/km<sup>2</sup>) oldukça az yer kaplamakta (%0,2) iken çok düşük ve düşük dolin yoğunluğuna sahip alanlar ise oldukça fazla yer kaplamaktadır (%98,5). Doğu Toroslar'daki dolinlerin ortalama alanı 3.287 m<sup>2</sup> iken ortalama çevre uzunluğu ise 170 metredir. Dolinlere ait dairesellik indisinin ortalama değeri 1,29 olup, dolinler dairesel formlarını kaybetmiş özelliktedirler. Dolinlerin uzun eksen uzunluğu ortalama 62 metre iken kısa eksen uzunluğu ise ortalama 37 metredir. Sahadaki dolinlerin ortalama uzama oranı değeri ise 1,58 olup, dolinler yarı eliptik özellik göstermektedir. Doğu Toroslar'daki dolinlerin egemen yönelimi KD-GB doğrultusunda olup sahada BKB-DGD ve KKB-GGD doğrultularında ikincil uzanımlar da tespit edilmiştir. Doğu Toroslar'daki fay ve kıvrım sistemleriyle dolin uzanımları arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla her platodaki dolin yönelimleri haritalandırılmıştır. Elde edilen yönelim dağılımlarına göre kuzey kesim Doğu Anadolu Fayı (DAF), batı kesim DAF ve Güneydoğu Anadolu Bindirmesi, doğu kesim ise Güneydoğu Anadolu Bindirmesi etkisinde şekillenmiş olup bu kesimlerde yer alan fay yönelimleri genel anlamda dolin uzanımlarına paralellik göstermektedir.

#### ABSTRACT

Dolines are the characteristic landforms of karst plateaus in the middle latitudes and there are many dolines on the high karst plateaus in the Eastern Taurus Mountains. The main purpose of this study is to determine the spatial distribution and morphometric properties of dolines in the Eastern Taurus Mountains. In the study, 217 topography maps with a scale of 1/25.000 were scanned and 36.188 dolines were detected on 28 karst plateaus covering an area of 8.554 km<sup>2</sup> in total. The elevation of dolines ranges between 640 meters and 3.335 meters. The average doline density in the study area is 4.5 dolines/km<sup>2</sup>. The maximum doline density is observed in the Malatya Mountains with 128 dolines/km<sup>2</sup> and it exceeds 50 dolines/km<sup>2</sup> in Aladağlar, Alandaş Mountain, Yama Mountain, and Berit Mountain. Areas with high doline density (> 50 doline/km<sup>2</sup>) occupy very little space (0.2%), while areas with very low and low doline density take up a lot of space (98.5%). While the average area of the dolines in the Eastern Taurus is 3.287 m<sup>2</sup>, the average perimeter is 170 meters. The average value of the circularity index of the dolines is 1.29, and they have lost their circular form. While the long axis length of the dolines is 62 meters on average, the short axis length is 37 meters on average. The average elongation ratio value of the dolines in the field is 1.58, and the dolines show semi-elliptical characteristics. While the dominant orientation of the dolines is in the NE-SW direction, secondary orientations were detected in the WNW-ESE and NNW-SSE directions. In order to determine the relationship between the fault and fold systems and doline extensions in the Eastern Taurus Mountains, the doline orientations of each plateau were mapped. According to the obtained orientation distributions, the northern part was shaped by the East Anatolian Fault (EAF), the western part by the EAF and the Southeast Anatolian Thrust, and the eastern part by the Southeast Anatolian Thrust.

## 1.GİRİŐ

Ülkemizin en geniş karst kuşağını oluşturan Toroslar'ın tektonik, topoğrafik, klimatolojik ve litolojik şartları; lapyalar, dolinler, polyeler, düdenler, mağaralar gibi birçok yüzey ve yüzeyaltı karstı şeklinin gelişmesine olanak sağlamıştır (Nazik ve Bayarı, 2018; Öztürk, 2018a; şimşek vd., 2020). Bu şekiller bütün Toros Karst Kuşağı boyunca yaygın olarak görülmekle birlikte ülkemizde yapılan karst çalışmaları genel olarak Batı ve Orta Toroslara yöneliktir (Nazik ve Poyraz, 2017). Batı Toroslar, gerilme-genişlemeli tektonik rejim özelliği olan, karstlaşmanın yanal yönde gelişim gösterdiği, sığ karst özelliğine sahip kesimdir. Bu alanın en tipik karstik şeklini polyeler oluşturmaktadır (Erinç, 2001; Nazik ve Poyraz, 2017; Doğan, 2019; Tuncer, 2021). Tüm Toros Karst Kuşağı içerisinde toplam 175 polye tespit edilmiş ve bunların çok büyük bir bölümü Batı Toroslar ile Orta Torosların batı kesimini kapsayan Isparta Açısı içerisinde yer almaktadır. Bu polyelerden en geniş alanlara sahip olanları ise Batı Toroslar içerisinde yer almaktadır (şimşek vd., 2021). Orta Toroslar, Mesozoyik komprehensif serileri ve yataya yakın Miyosen denizel karbonatlarından oluşmaktadır. Çok dönemli-çok kökenli karsta ait tüm şekillerin yanal ve düşey doğrultuda gözlendiği Orta Toroslar'da mağara kanyonlar, derin mağara sistemleri ve dolinler en karakteristik şekillerdir (Nazik ve Poyraz, 2017). Öztürk (2018a) Orta Toroslar'daki dolinlerin dağılışını ve morfometrik özelliklerini ele aldığı çalışmasında 8 karstik plato üzerinde 127.411 dolin tespit etmiştir. Ayrıca ülkemizdeki en derin mağaralar Orta Toroslar içerisinde yer almaktadır (Nazik ve Poyraz, 2017). Toroslar içerisindeki diğer alanlara göre yükseltinin fazla olduğu Orta Toroslar'da geniş alanlarda buzullaşma ve kartlaşma iç içe girmiştir (şimşek vd., 2019a).

Çapları birkaç metreden 1 km'ye değişiklik gösteren ve dairesel veya yarı dairesel şekiller olan çözünme dolinleri karstik alanların karakteristik yüzey şekillerindedir (Ford ve Williams, 2007). Çözünme dolinlerinin sık bir şekilde bulunduğu alanlar "dolin karstı" olarak isimlendirilirken, dolinlerin belli bir hat

boyunca sıralanması "yönlü karst" olarak isimlendirilmektedir (Doğan, 2004; Erinç, 2001). Dolinlerin birbirinden alçak sırtlarla ayrılıp sığ çukurluklar şeklinde gelişim gösterdiği alanlar ise 'poligonal karst' veya 'delikli karst (cockpit karst)' şeklinde ifade edilmektedir (Waltham, 2002; Doğan, 2004; Öztürk, 2018a). Çözünme dolinleri özellikle Batı ve Orta Toroslarda, Sivas ve Çankırı jips karstında yaygın bir oluşum göstermektedir (Öztürk, 2018a; şener ve Öztürk, 2019; şimşek vd., 2019b; Poyraz vd. 2021). Toros sisteminin doğu kesimini oluşturan Doğu Toroslar da iyi gelişmiş karstik sistemlere sahiptir. Daha önceki çalışmalarda Batı ve Orta Toroslardaki dolinlerin dağılışları ve morfometrik özellikleri incelenmiştir. Doğu Toroslardaki dolinlerle ilgili yapılmış tek çalışma ise, Öztürk vd. (2015) tarafından Tahtalı Dağları üzerindeki 992 adet dolinin incelendiği çalışmadır. Ancak Doğu Toroslar'ın tamamında dolinlerin yoğunluğu, alansal dağılışı ve morfometrik özellikleri hakkında herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu eksiklikten dolayı bu çalışmada Doğu Toroslar'daki karstik alanlar üzerinde gelişmiş olan dolinlerin dağılışları ve morfometrik özellikleri incelenmiştir. Böylelikle hem Doğu Toroslar'daki karstik platolar belirlenmiş hem de önceki çalışmaların sonuçları ile birlikte tüm Toros karst kuşağı içerisindeki karstik platolar ve bu platolar üzerindeki dolin parametreleri belirlenmiş olacaktır.

### 1.1. Çalışma Alanı

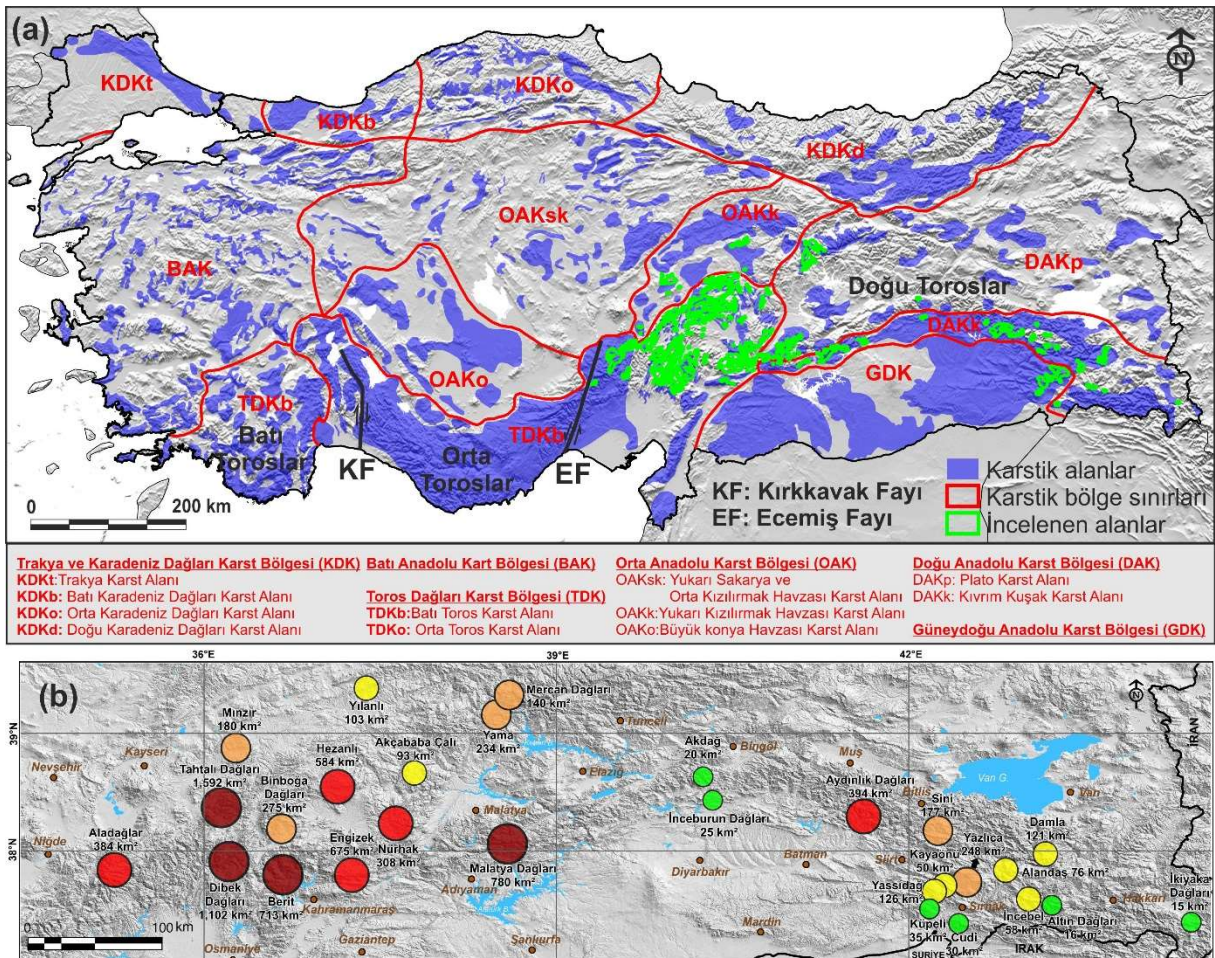
Alp orojenik kuşağının ülkemizin güney ve doğu kesimleri boyunca uzanım gösteren bölümünü oluşturan Toroslar, ülkemizin güneyinde Akdeniz kıyısına paralel, doğu ve güneydoğuda ise KD-GB ve D-B yönünde uzanım göstermektedir (Ketin, 1966; Özgöl, 1976). Bu kuşak Özgöl (1984) tarafından batıda Kırıkkavak, doğuda Ecemiş Fay Sistemleriyle Doğu, Orta ve Batı Toroslar olmak üzere üç bölüme ayrılmıştır. Çalışma sahası, Ecemiş Fay Sisteminin doğu kesiminden başlayıp İran sınırına kadar iç bükey bir yay çizen Doğu Toroslar içerisindeki karstik platoları kapsamaktadır (şekil 1a). Belirlenen alanların tamamı tektonik sınırlara göre Doğu Toroslar



içerisinde kalmasına rağmen Türkiye karstik bölgeleri sınıflamasına göre çalışma alanı içerisindeki dağlık alanlar 5 farklı karstik sistem içerisinde yer almaktadır. Bunlar, incelenen alanların büyük bölümünün içerisinde yer aldığı Toros Dağları Karst bölgesi içerisindeki Orta Toros Karst Alanı (TDKo), Orta Anadolu Karst Bölgesi içerisindeki Yukarı Kızılırmak Havzası Karst Alanı (OAKk), Doğu Toros Karst Bölgesi içerisindeki Plato Karst alanı (DAKp) Kıvrım Kuşağı Karst alanı (DAKk) ve Güneydoğu Anadolu Karst Bölgesi (GDK)'dir (Nazik ve Tuncer, 2010; Nazik ve Poyraz, 2017).

Bu çalışmada Doğu Toroslara ait tüm 1/25.000 ölçekli haritalar taranmış ve bunun sonucunda

28 karstik plato belirlenmiştir. Topoğrafya haritalarındaki tüm dolinler sayısallaştırıldıktan sonra dolin yoğunluk haritaları oluşturulmuş ve minimum yoğunluk değerine göre platoların sınırları belirlenmiştir. Belirlenen sınırlara göre 28 karstik plato toplam 8.554 km<sup>2</sup> alan kaplamaktadır. Platoların büyüklükleri 15 km<sup>2</sup> (İkiyaka Dağları) ile 1.592 km<sup>2</sup> (Tahtalı Dağları) arasında değişmektedir (Şekil 1b). Ortalama 1193 metre yüksekliğe sahip platoların yükseklikleri 1150 metre (İnceburun Dl.) ile 2786 metreleri (Damla Dağı) arasında değişmektedir.



**Şekil 1:** (a) Nazik ve Poyraz (2017)'e göre Türkiye'nin karstik bölgeleri ve Özgül (1984)'e göre Torosların sınırları ile incelenen alanların lokasyonları, (b) incelenen karstik platoların ve plato alanlarının dağılışı.

**Figure 1:** (a) Karstic regions of Turkey according to Nazik and Poyraz (2017), and the borders of the Taurus Mountains according to Özgül (1984), and the locations of the studied areas, (b) the distribution of the studied karst plateaus and their areas.

Litolojik açıdan platolar, Tersiyer ve Mesozoyik neritik kireçtaşı, karbonatlı ve kırıntılılar ile Paleozoyik mermer, kuvarsit ile karakterize edilmektedir. Dolin alanları yüksek karstik platolar olduğundan bu sahalarda meteoroloji istasyonları olmaması nedeniyle meteorolojik veriler mevcut değildir. Bu yüzden dolin

alanlarına ait sıcaklık ve yağış özelliklerinin açıklanmasında küresel gridli verilerden yararlanılmıştır (Fick ve Hijmans, 2017). Bu verilere göre çalışma alanında ortalama sıcaklık değerleri 3°C ile 13°C arasında, yıllık toplam yağış değerleri 468 mm ile 970 mm arasında değişmektedir. Yağış değerleri özellikle doğu



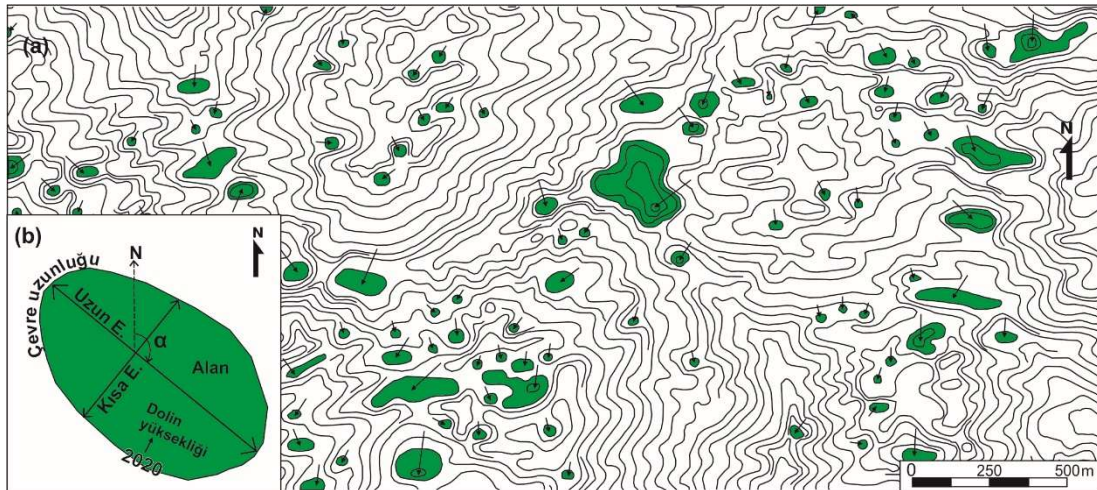
kesimdeki platolar üzerinde yüksek değerlere ulaşmaktadır.

## 2. MATERYAL ve YÖNTEM

Dolinlerin morfometrik özellikleri ve dağılış özellikleri karstik alanların morfotektonik ve paleocoğrafik gelişiminin incelenmesinde yaygın olarak kullanılan parametrelerdendir. Sayıları on binleri hatta yüz binleri bulan dolinlere ait bu parametrelerin belirlenmesinde genellikle 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritaları kullanılmaktadır. Örneğin 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarına göre hazırlanan çalışmalarda Poyraz vd. (2021) Sivas-İmranlı arasındaki jips karstında 10.651, Öztürk vd. (2018a) Batı ve Orta Toroslar'da toplam 140.070 dolin tespit etmişler ve bunlara ait birçok morfometrik parametreyi hesaplayarak haritalamışlardır. Bu çalışmada da Doğu Toroslar'daki çözünme dolinleri 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritaları aracılığıyla incelenmiştir. Bu kapsamda Harita Genel Müdürlüğü'nden (HGM) temin edilen 1/25.000 ölçekli 217 adet topoğrafya haritası taranmıştır. Topoğrafya haritalarında işaretilenmiş olan

dolinlerin en üst kapalı kontur eğrisi poligon olarak sayısallaştırılmıştır (Şekil 2). Ardından her bir doline ait X ve Y merkez koordinat değerleri, yükseklik (m), çevre uzunluğu (m), alan (m<sup>2</sup>), dairesellik indisi değerleri, uzun ve kısa eksen uzunlukları (m), uzun eksenin kuzey ile yaptığı açı (°), uzun eksen/kısa eksen oranı (uzama oranı) parametrelerinden oluşan veri seti oluşturulmuştur (Şekil 2a,b). Bu parametrelere dair istatistiksel analizler yapılarak, her bir parametreye ait dağılış haritaları oluşturulmuştur.

Dolin yoğunluğunun belirlenmesinde Kernel yoğunluk tahmin yöntemi kullanılmıştır. Kernel yoğunluk tahmini yönteminde km<sup>2</sup>'deki dolinlerin sayısını belirlemek için yarıçap değeri 656 metre olarak belirlenmiştir. Hesaplanan yoğunluk değerlerinin sınıflandırılması Faivre ve Pahernik (2007) tarafından belirlenen yoğunluk sınıflandırmasına göre yapılmıştır (Tablo 1). Bu sınıflandırmada 10 dolin/ km<sup>2</sup> çok düşük, 10-40 dolin/km<sup>2</sup> düşük, 40-70 dolin/km<sup>2</sup> orta ve 70 dolin/km<sup>2</sup> yüksek yoğunluk olarak kabul edilmektedir.



**Şekil 2:** (a) 1/25.000 ölçekli bir topoğrafya haritasında dolinlerin görünümü (b) morfometrik parametrelerinin gösterimi (Öztürk, 2018a; Öztürk, 2018b'den düzenlenerek).

**Figure 2:** (a) The appearance of dolines on a 1/25.000 scale topography map (b) representation of their morphometric parameters (Öztürk, 2018a; edited from Öztürk, 2018b).

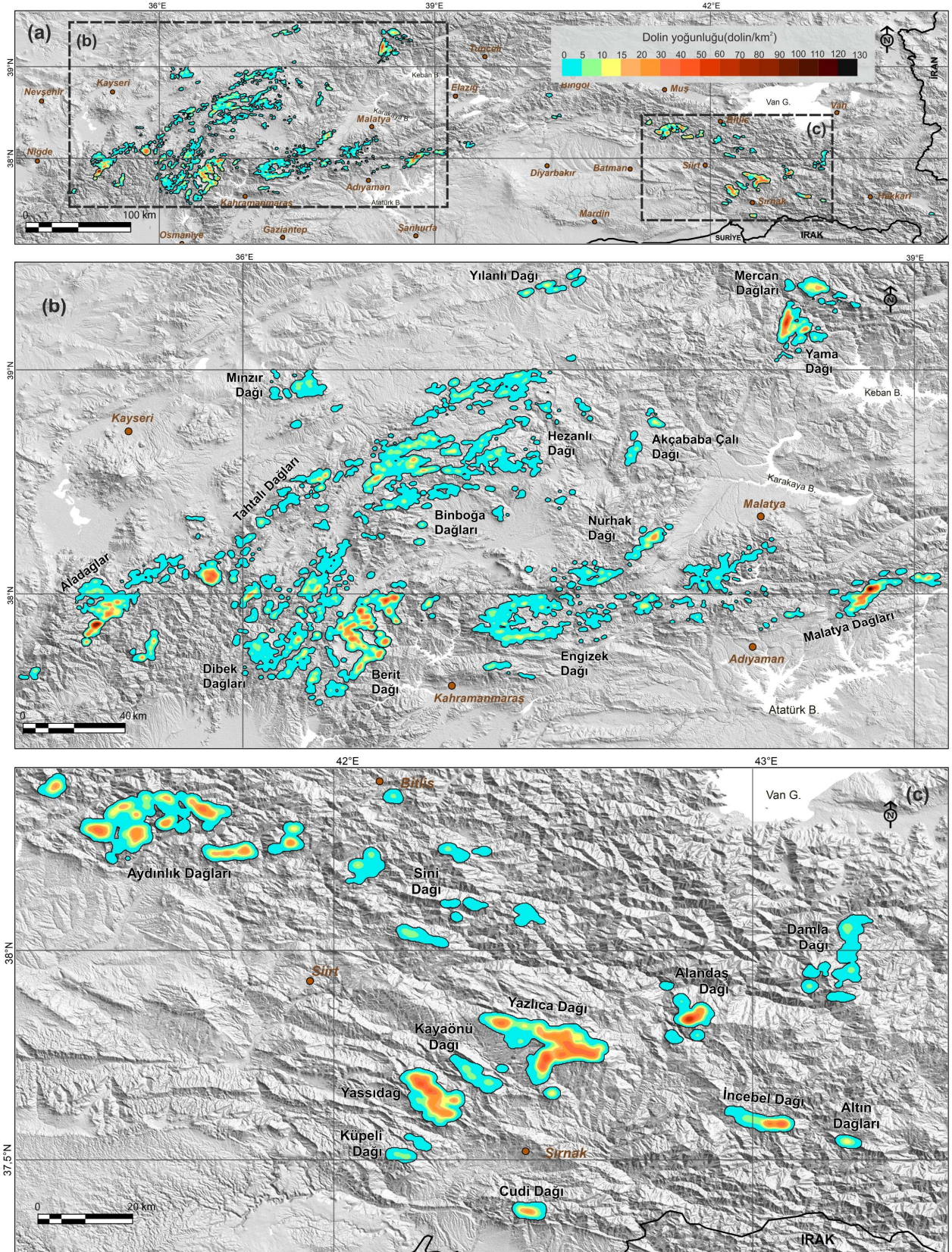
## 3. BULGULAR

### 3.1. Dolin Yoğunluğu

Haritalama çalışmaları sonucunda çalışma alanında 28 plato üzerinde toplam 36.188 dolin tespit edilmiştir. Tespit edilen dolinlerin merkez koordinat değerleri kullanılarak noktasal veriye dönüştürülmüş ve noktasal verilere göre Kernel

yoğunluk tahmini yöntemi kullanılarak dolin yoğunlukları hesaplanmıştır (Şekil 3). Ardından elde edilen yoğunluklar Faivre ve Pahernik (2007) tarafından belirlenen yoğunluk sınıflandırmasına göre değerlendirilmiştir (Tablo 1).





**Şekil 3:** Çalışma alanındaki dolin yoğunluklarının alansal dağılışı / **Figure 3:** Spatial distribution of doline densities in the study area.

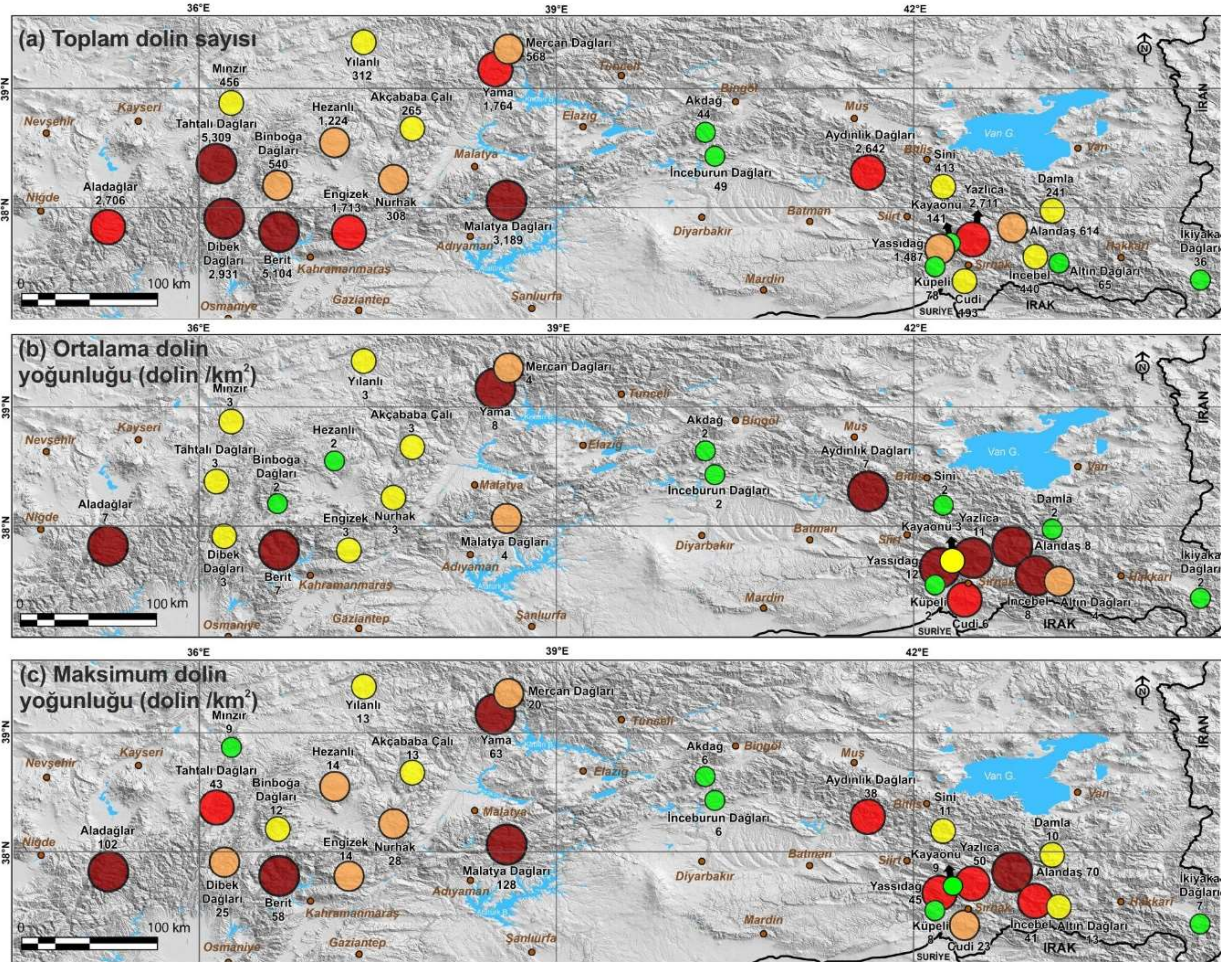
Küteller üzerindeki toplam dolin sayılarına göre dolinler özellikle batı kesimde yer alan Orta Toroslar Karst alanı (TDKo) içerisindeki kütlelerde yüksek sayılara ulaşmaktadır. Küteller üzerindeki dolin sayıları 36 (İkiyaka

Dağları) ile 5.309 (Tahtalı Dağları) arasında değişmektedir. Orta Toros Karst alanı içerisindeki kütlelerden Tahtalı Dağları (5.309), Berit Dağı (5.104), Dibek Dağları Dağları (2.931) ve Aladağlar'da (2.706) en yüksek dolin



sayılarına ulaşılmaktadır. Kıvrım Kuşağı içerisinde en yüksek değerler Malatya Dağları üzerinde görülürken doğuya doğru gidildikçe toplam dolin sayıları azalmaktadır (şekil 4a). Ancak ortalama dolin yoğunlukları incelendiğinde dağılışta önemli farklılaşmaların olduğu görülmektedir (şekil 4b). Ortalama dolin yoğunluğu kütle üzerindeki toplam dolin sayılarının kütlenin alanına bölünmesiyle elde edilmektedir. Kıvrım Kuşağı alanındaki kütlelerde toplam dolin sayısı az olmakla birlikte kütle alanlarının kk olması ortalama dolin yoğunluğunun yüksek çıkmasına neden olmaktadır. Ortalama dolin yoğunluğu sadece doğudaki Yassıdağ ve Yazlıca Dağı'nda 10 dolin/km<sup>2</sup>'nin üstüne çıkılmaktadır. Bu dağlar dışında Aladağlar, Berit, Yama, Aydınlık, Cudi,

Alandaş ve İncebel dağlarında yoğunluk değerleri 5 dolin/km<sup>2</sup>'nin üstüne çıkılmaktadır. Maksimum dolin yoğunluklarına göre en yüksek değer 128 dolin/km<sup>2</sup> ile Malatya Dağları üzerinde ulaşılır. Malatya Dağı haricinde maksimum yoğunluk sadece Aladağlar üzerinde 100 dolin/km<sup>2</sup>'nin üzerinde çıkılmaktadır. Maksimum yoğunluğun alansal dağılışı açısından araştırma alanının batısı ve doğusu arasında önemli farklılıkların olmadığı görülmektedir (şekil 4c). Bu sonuçlar, kütle alanlarının kütle üzerindeki toplam dolin sayısı ve ortalama dolin yoğunluğu üzerinde etkili, maksimum yoğunluklar üzerinde ise önemli bir etkiye sahip olmadığını göstermektedir. Başka bir ifadeyle uygun topoğrafik koşulların oluşması durumunda dolin yoğunlukları Doğu Toroslar içerisinde yüksek değerlere çıkabilmektedir.



**şekil 4:** Karstik platolardaki (a) toplam dolin sayısı, (b) ortalama dolin yoğunluğu ve (c) maksimum dolin yoğunluğu. **Figure 4:** (a) Total doline number, (b) average doline density, and (c) maximum doline density in karstic plateaus.

Yoğunluk sınıflandırmasına göre kütleler büyük oranda çok düşük yoğunluk değerine sahiptir. Çalışma alanının %89,3' çok düşük dolin yoğunluğuna sahiptir. Hatta bazı kütlelerde bu oran %100'e çıkılmaktadır. Tüm alanın %10,2'si

düşük, %0,5'i orta ve %0,1'i yüksek yoğunluk değerlerine sahiptir. Yüksek yoğunluk sadece Malatya Dağları ve Aladağlar üzerinde görülürken, orta yoğunluk değerlerine 9 kütle üzerinde ulaşılmaktadır (Tablo 1).

**Tablo 1:** Doğu Toroslar'daki dolin yoğunluklarının karstik platolar üzerinde kapladığı alanlar (%).**Table 1:** Areas covered by doline densities on karst plateaus in the Eastern Taurus Mountains (%).

Yoğunluk sınıflandırması	Çok düşük	Düşük	Orta	Yüksek
km <sup>2</sup> 'deki dolin sayısı	0-10	10-40	40-70	70->
Malatya D.	92,1	6,8	0,7	0,4
Aladağlar	80,9	16,7	1,3	1,1
Alandaş D.	78,2	17,3	4,5	0
Yama D.	78,6	18,3	3,2	0
Berit D.	75,2	24,0	0,9	0
Yazlıca D.	59,1	40,2	0,7	0
Yassıdağ	53,9	44,6	1,5	0
İncebel D.	77,1	22,8	0,1	0
Tahtalı D.	94,8	5,1	0,1	0
Aydınlık D.	75,6	24,4	0	0
Dibek D.	97,0	3,0	0	0
Nurhak D.	95,0	5,0	0	0
Cudi D.	74,1	25,9	0	0
Mercan D.	87,2	12,8	0	0
Akçababa Çalı D.	97,7	2,3	0	0
Binboğa D.	99,6	0,4	0	0
Altın D.	90,1	9,9	0	0
Yılanlı D.	97,0	3,0	0	0
Hezanlı D.	99,3	0,7	0	0
Engizek D.	98,8	1,2	0	0
Sini D.	99,9	0,1	0	0
Akdağ	100	0	0	0
İnceburun D.	100	0	0	0
Kayaönü D.	100	0	0	0
Küpelı D.	100	0	0	0
Damla D.	100	0	0	0
İkiyaka D.	100	0	0	0
Mınzır D.	100	0	0	0
<b>Ortalama</b>	<b>89,3</b>	<b>10,2</b>	<b>0,5</b>	<b>0,1</b>

Batı ve Orta Toroslar'da ise tüm alanın %66'sı çok düşük, %29,9'ü düşük, %3,4'ü orta ve %0,7'si yüksek yoğunluk değerlerine sahiptir (Öztürk vd., 2018a). Batı ve Orta Toroslar'da daha yüksek yoğunluk değerlerine ulaşılmasının en önemli nedeni bu alandaki kalın karbonat istiflerinden oluşan platoların geniş alan kaplamasıdır. Doğu Toroslar'ın akarsularca derince yarılması ve sürekli yükselimi karstlaşmayı canlı tutan önemli bir faktör olmasına karşın karstik alanların dar ve parçalı oluşu, karbonatlı kayaların çözünmeye uygun

olmayan kayalarla olan stratigrafik konumu karstik gelişimi çoğu yerde kesintiye uğratmıştır (Nazik ve Tuncer, 2010).

### 3.2. Yükselti Basamaklarına Göre Dağılış

Orta enlemlerdeki yüksek karstik platolar üzerinde yoğun bir şekilde bulunan çözünme dolinlerinin dağılışı üzerinde, yükselti değerinin artmasına bağlı olarak iklim koşullarında meydana gelen değişmeler (sıcaklık değerlerindeki düşüş ve yağış değerlerindeki artış) önemli oranda etkilidir (Öztürk, 2018a). Elde edilen verilere göre Doğu Toroslar'da dolinler 640 metre ile 3.335 metre arasında 2.695 metrelik bir yükselti mesafesi içerisinde dağılış göstermektedir (Şekil 5). Ortalama yükseklikleri 2.020 metre olan dolinlerin %50'si 1.800-2.150 metreleri arasında, %90'nı 1.550-2.700 metreleri arasında yer almaktadır. Yoğunluğun en fazla olduğu yükselti basamağı ise dolinlerin %16,3'nün yer aldığı 1.950-2.050 metreleridir.

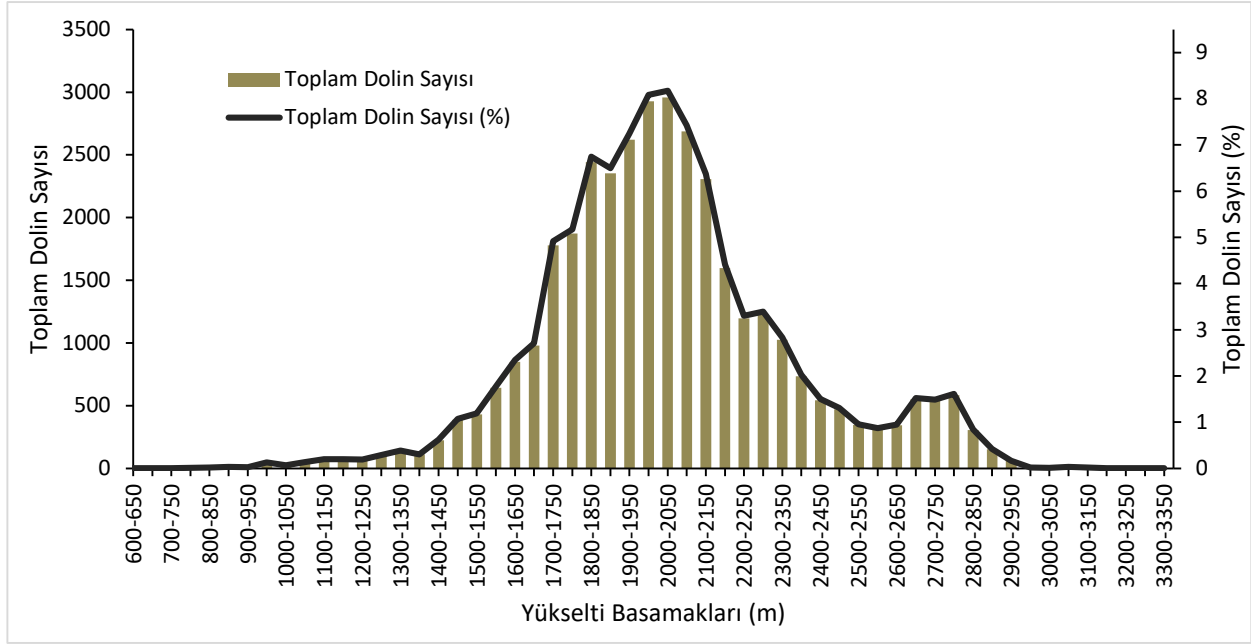
Orta Toroslar'daki karstik platolar üzerinde bulunan dolinlerin ortalama yüksekliği 1.842 metre olup, dolinlerin %50'si 1.680-2.050 metreleri arasında, %90'ı 1.300-2.270 metreleri arasındaki yükselti aralığında dağılım göstermektedir. Yoğunluğun en fazla olduğu yükselti basamağı ise dolinlerin %8,2'sinin yer aldığı 1.850-1.900 metreleri arasındır (Öztürk vd., 2018a). Bu değerler açısından Doğu Toroslar ile Orta Toroslardaki yükselti basamaklarının birbirine çok yakın olduğu ve yaygın olarak dolin yoğunluğunun 1.300-1.500 metreleri arasında artmaya başlayarak 1.800-2.000 metreler arasında maksimum yoğunluğa ulaştığı tespit edilmiştir. Her iki alanda da genel olarak 2.000 metrenin üstünde dolin yoğunluğunun azalmaya başlamasının en önemli nedeni, kütleler içerisinde 2.000 metreden yüksek alanların oranının azalmasıdır.

Dolinlerin ortalama yükseklik değerlerinin alansal dağılışına göre, dolinlerin ortalama yükseltisi 1.131 m (İnceburun Dağları) ile 2.741 m (Damla D.) arasında değişiklik göstermektedir. Ortalama dolin yükseklikleri genel olarak çalışma sahasının doğu kesiminde bulunan ve Kıvrım Kuşağı Karst alanı (DAKk) içerisindeki karstik platolar üzerinde en yüksek değerlerde görülmektedir. Bu kütleler içerisinde Yazlıca, Alandaş, Damla, İncebel ve Altın Dağları üzerinde ortalama dolin yüksekliği 2.500

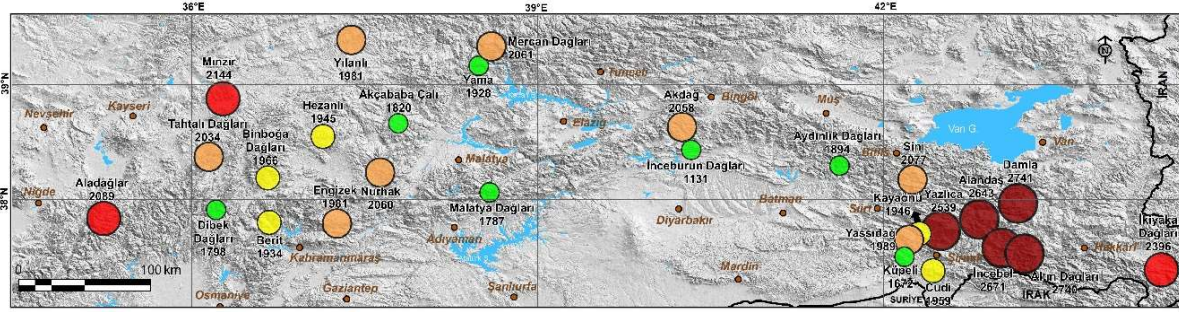


metrenin üzerine çıkmaktadır. Ancak DAKK'den Güneydoğu Anadolu Karst Bölgesi'ne doğru

geçildikçe ortalama dolin yükseklikleri aniden düşmektedir (Şekil 6).



**Şekil 5:** Doğu Toroslar'daki dolin sayısının yükselti aralıklarına göre frekansları / **Figure 5:** Frequency of dolines in the Eastern Taurus Mountains according to the altitude ranges.



**Şekil 6:** Doğu Toroslar'daki ortalama dolin yükseltisinin dağılışı / **Figure 6:** Distribution of the average doline elevation in the Eastern Taurus Mountains.

### 3.3. Alan, Dairesellik, Uzunluk ve Uzama Oranı Değerleri

Çözünme dolinlerin alanları birkaç km<sup>2</sup>'ye kadar ulaşabilmekte birlikte genel olarak birkaç bin m<sup>2</sup>'den daha küçük alanlara sahiptirler. Dolinlere ait en üst kapalı kontur eğrisinin sayısallaştırılmasıyla her bir doline ait alan (m<sup>2</sup>), dairesellik indisi, uzun eksen (m) ve uzama oranı değeri hesaplanmıştır. Bu değerler dolinlerin geometrik şekilleri hakkında bilgi veren indislerdir (Goudie, 2003).

Doğu Toroslar'daki dolinlerin alan değerleri 16 m<sup>2</sup> ile 416.412 m<sup>2</sup> (0,41 km<sup>2</sup>) arasında değişmektedir. Tüm dolinlerin ortalama alanı 3.287 m<sup>2</sup>'dir ve sahadaki tüm dolinlerin % 89'u 5.000 m<sup>2</sup>'den düşük alan değerlerine sahiptir (Şekil 7a). Ortalama alan değerlerine göre en büyük dolinler DAKK'nin doğu kesiminde yer

alan Damla Dağı ve orta kesimde yer alan İnceburun Dağları üzerindedir. Bu dağlar üzerinde ortalama alan 8.000 m<sup>2</sup>'nin üstüne çıkmaktadır. Damla Dağı üzerinde ortalama alan değeri maksimuma ulaşmakla birlikte çevresindeki dağlık alanlarda ortalama alan oldukça küçüktür. TDKo içerisinde orta büyüklükteki dolinler yaygın bir dağılışı göstermektedir (Şekil 8a).

Dolin uzun eksenini, doline ait poligon içerisinde birbirine en uzak iki nokta arasındaki mesafe olarak tanımlanır. Çalışma alanındaki dolinlerin ortalama uzun eksenini 62,8 metredir ve %95,5'i 200 metreden daha küçük uzunluk değerlerine sahiptir (Şekil 7b). Dolinler nadiren 1 km'nin üstünde uzunluk değerlerine sahip olurlar ve çalışma alanındaki dolinlerin sadece %0,05'i 1 km'nin üstünde uzunluk değerine sahiptir. Alan ve uzunluk arasında pozitif bir korelasyon

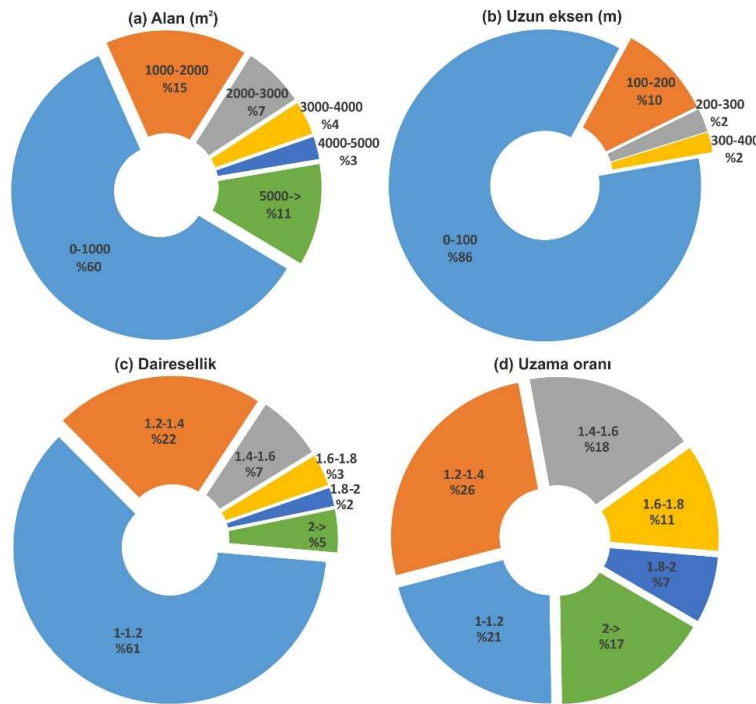


bulunduğu için çalışma alanındaki dolinlerin uzun eksenlerin dağılışı ile dolin alanlarının dağılışı birbirlerine paralellik göstermektedir ( $r: 0.94$ , Tablo 2). Bu nedenle ortalama alanın en yüksek değerlere ulaştığı Damla Dağı ve İnceburun Dağları ortalama dolin uzunlukların en fazla olduğu dağlık alanlar olarak karşımıza çıkmaktadır (şekil 8b).

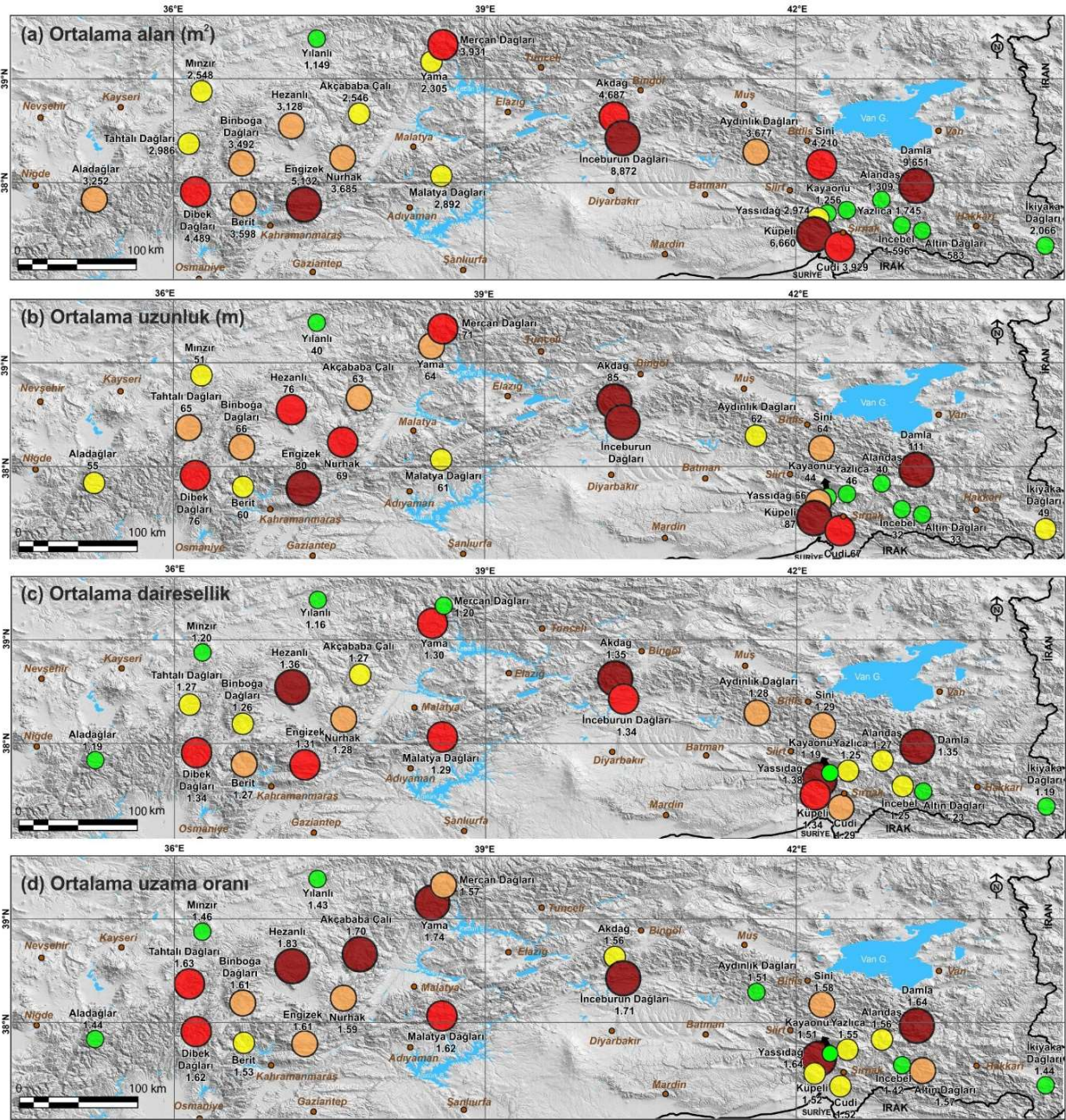
Dolinlerin alan ve evre uzunluklarına göre hesaplanan dairesellik indisi ile uzun eksenin kısa eksene bölünmesiyle elde edilen uzama oranı değerleri dolinlerin ve farklı jeomorfolojik yer Şekilleri biçimlerinin yorumlanmasında kullanılan bir indistir (ztrk, 2018b). Bu nedenle her iki yöntem planimetrik Şekil (planimetric shape) olarak da isimlendirilir (Denizman, 2003). Her iki Şekilde de değerin 1 olması dolinlerin dairesel formda olduklarını 1'den uzaklaşması ise dolinlerin dairesel formlarını kaybettiklerini göstermektedir. Dairesellik indisinde değerin artması, yani dolinin alan değerinde önemli bir artış olmazken evre uzunluğunun artması dolinlerin karmaşık Şekillere sahip olduğunu gösterir. Bu açıdan dairesellik indisi hem Őekillerin sınıflandırılmasında hem de göreceli olarak tarihlendirilmesinde kullanılmaktadır (Aguilar

vd., 2016). Orta Toroslarda ise dairesellik indisi dolinler üzerindeki paleovadi sistemlerinin etkisinin ortaya çıkarılmasında kullanılmıştır (şener ve ztrk, 2019). Orta Toroslardaki çalışmalara göre paleovadi ilerinde dolinlerin dairesellik indisleri plato dolinlerine göre daha yüksek çıkmakta, paleovadilerin Strahler dizin numarası arttığı dolinler daha karmaşık Őekiller almakta ve dairesellik indisi değerleri maksimuma çıkmaktadır (ztrk, 2020). Bu indisler Toros polyelerinin yorumlanmasında da kullanılmıştır ve yapısal unsurların etkinliğinin artmasına paralel olarak uzama oranı değerinin arttığı, paleodrenaj koşullarının etkinliğinin artmasına bağlı olarak polyelerin dairesellik indisi değerlerinin arttığı tespit edilmiştir (şimşek vd., 2021).

Çalışma alanındaki dolinlerin ortalama dairesellik indisi değer 1,29, ortalama uzama oranı değer 1,58'dir. Dairesellik indisi ile uzama oranı değerleri arasında alan ve uzun eksen değerlerinde olduğu gibi pozitif bir korelasyon bulunmaktadır ( $r: 0.68$ , Tablo 2). Bu korelasyondan dolayı her iki parametrenin alansal dağılışları birbirlerine paralellik göstermektedir (şekil 8c, d).



**şekil 7:** Alandaki tüm dolinlere ait (a) alan, (b) uzun eksen, (c) dairesellik ve (d) uzama oranı değerlerinin yüzdeleri.  
**Figure 7:** Percentages of (a) area, (b) long axis, (c) circularity and (d) elongation ratio values for all dolines in the area.



**Şekil 8:** Karstik platolardaki dolinlere ait (a) alan, (b) uzun eksen, (c) dairesellik ve (d) uzama oranı değerlerinin alansal dağılışı / **Figure 8:** Spatial distribution of (a) area, (b) long axis, (c) circularity and (d) elongation ratio values of dolines in karstic plateaus.

Orta Toroslarda olduğu gibi, her iki parametre değerlerine göre çalışma alanındaki dolinler dairesel formlarını büyük oranda kaybetmiş daha çok eliptik özellik göstermektedir. Toros Dağları gibi tektonizmanın oldukça etkili olduğu dağlık alanlarda dolinlerin büyük bir kısmının yarı eliptik, eliptik ve uzamış karakterde olmasında sahada etkili olan fay ve çatlak sistemlerinin, yüksek dairesellik indisine sahip olmalarında paleodrenaj koşullarının önemli bir etkisi vardır (Öztürk vd., 2015). Çalışma alanı içerisindeki dolinlerde dairesellik indisine göre uzama oranı daha yüksek olan dolinler yüksek bir yüzdeye sahiptir (Şekil 7c,d).

Başka bir ifade ile dolinlerin %82,8'inde dairesellik indisi 1,4'ün altındadır (Şekil 7c). Yani dolinlerin büyük bölümü karmaşık şekillere sahip değildir. Ancak uzama oranı değerlerinde dolinlerin %47'si 1,4'ün altında değerlere sahiptir (Şekil 7d). Bu değerlere göre dolinlerde uzama oranı değerleri daha yüksek olduğu, dolinlerin karmaşık şekillerden ziyade daha eliptik bir formda olduğunu ve dolinlerin şekillenmesinde tektonizmanın daha baskın olduğunu göstermektedir.



### 3.4. Korelasyon Matrisi

Oldukça geniş bir alan kaplayan çalışma alanındaki dolin parametrelerinin alansal dağılış özellikleri arasındaki ilişkiyi açıklayabilmek için bir korelasyon matrisi hesaplanmıştır (Tablo 2). Korelasyon değerlerine göre aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır. Karstik platonun toplam alanı arttıkça plato üzerindeki toplam dolin sayısı artmakta ve iki değer arasında kuvvetli bir pozitif korelasyon bulunmaktadır (r: 0,85). Ktle üzerindeki toplam dolin sayısının artışı maksimum yoğunluğun artışını sağlamakta ve iki değer arasında orta seviyede pozitif bir korelasyon bulunmaktadır (r: 0,60). Korelasyon

matrisindeki en yüksek korelasyon dolin alanı ile dolin uzunluğu arasında bulunmaktadır (r: 0,94). Dolin alanı ile dairesellik arasında ise orta seviye bir korelasyon bulunmaktadır (r: 0,60). Dolin alanı ile bu iki değer arasındaki korelasyonlar, dolin alanı arttıkça dolinlerde uzun eksen değerinin daha fazla arttığını göstermektedir. Bu pozitif korelasyonların yanı sıra bazı parametreler arasında orta derecede negatif korelasyonlar görülmektedir. Örneğin bir platodaki ortalama dolin yoğunluğu ya da dolinlerin ortalama yükseklikleri arttıkça dolinlerin ortalama uzunlukları azalmaktadır (r: -0,41, -0,48). Ya da platodaki ortalama dolin yoğunluğu arttıkça dolinlerin ortalama alanları küçülmektedir (r: -0,38).

**Tablo 2:** Platoların dolin istatistikleri<sup>1</sup> arasındaki korelasyonlar / **Table 2:** Correlations between doline statistics<sup>1</sup> of plateaus.

	TA	TDS	ODY	MDY	DOY	DOA	DOU	DOD
TDS	0,85							
ODY	-0,07	0,33						
MDY	0,34	0,60	0,55					
DOY	-0,20	-0,13	0,28	0,05				
DOA	0,01	-0,10	-0,38	-0,27	-0,36			
DOU	0,10	-0,06	-0,41	-0,28	-0,48	0,94		
DOD	0,16	0,06	-0,01	-0,08	-0,29	0,60	0,71	
DOUz	0,26	0,09	-0,15	-0,05	-0,34	0,32	0,54	0,68

<sup>1</sup>**TA:** Platoların toplam alanı, **TDS:** Platolardaki toplam dolin sayısı, **ODY:** Ortalama dolin yoğunluğu, **MDY:** Maksimum dolin yoğunluğu, **DOY:** Dolinlerin ortalama yüksekliği, **DOA:** Dolinlerin ortalama alanı, **DOU:** Dolinlerin ortalama uzunluğu, **DOD:** Dolinlerin ortalama daireselliği, **DOUz:** Dolinlerin ortalama uzama oranı.

<sup>1</sup>**TA:** Total area of plateaus, **TDS:** Total number of dolines on plateaus, **ODY:** Average doline density, **MDY:** Maximum doline density, **DOY:** Average height of dolines, **DOA:** Average area of dolines, **DOU:** Average length of dolines, **DOD:** Average circularity of dolines, **DOUz:** Average elongation rate of dolines.

### 3.5. Dolin Yönelimleri

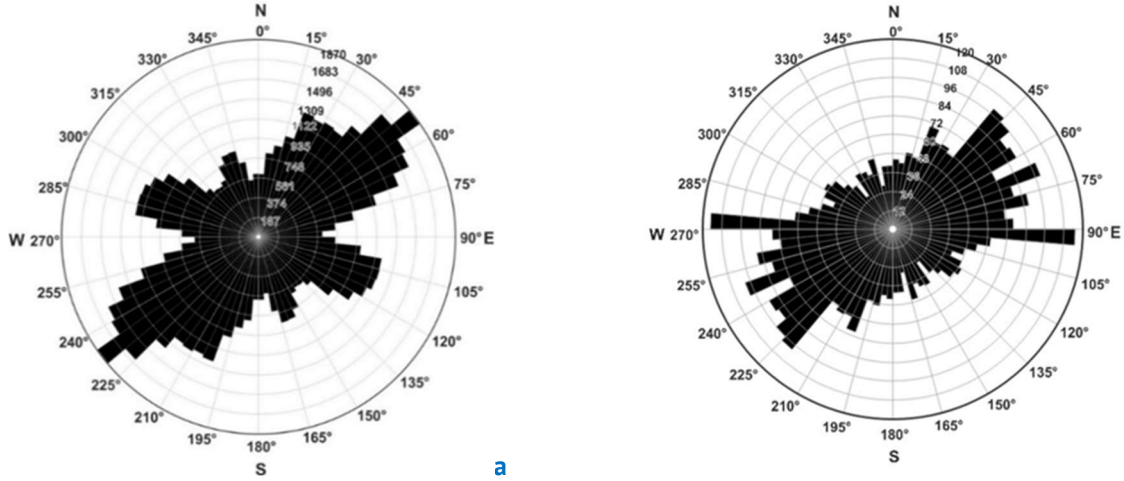
Dolin yönelimleri sahada etkili olan fay, kıvrım ve çatlak sistemlerine dair bilgi vermektedir (Nazik, 1986; Öztürk vd., 2017, 2018a; Tuncer, 2018; Aydın ve Tuncer, 2021). Bu yüzden dolinlerin yönelim özelliklerinin belirlenmesi sahadaki tektonizma hakkında önemli bilgiler sağlamakta ve alanın morfotektonik gelişimi hakkında önemli ipuçları elde edilmektedir (Faire ve Reiffsteck, 1999; Öztürk, 2020).

Doğu Toroslar, Geç Miyosen'den beri Anadolu Levhası ile çarpışan Arap Levhası'nın kuzey kenarına karşılık gelir (Okay, 2008). Geç Miyosen dönemi Doğu Toroslar için tektonizmanın en etkili olduğu dönem olup

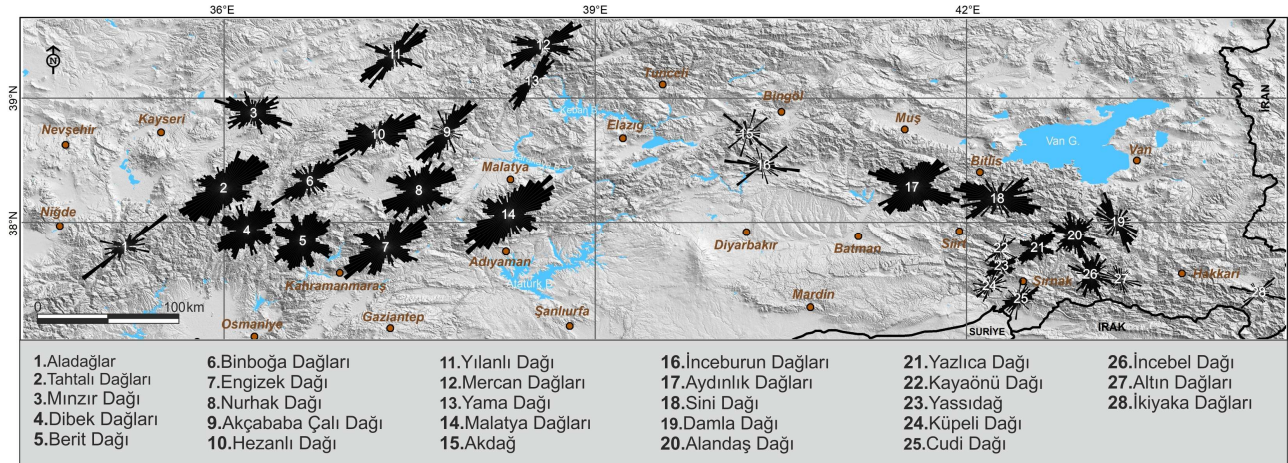
özellikle bindirme fayları gibi tektonik yapı eksenlerinin büyük bölümü bu dönemde karakter kazanmıştır (şaroğlu, 1985; Perinçek, 1990). İç bükey kıvrımlı bir yay çizen dağ silsilesi üzerinde gelişen dolin yönelimleri için tüm dolinlere ait uzun eksenlerin kuzey ile yapmış oldukları açılar hesaplanmıştır. Ardından alandaki tektonik yapılar ile karşılaştırmak için alana ait 1/500.000 ölçekli jeoloji haritalarından elde edilen fayların yönelimleri ile karşılaştırılmıştır (şenel, 2002a, 2002b, 2002c, 2002d). Belirlenen yönelim Doğu Toroslar'daki dolinlerin KD-GB doğrultusunda egemen bir şekilde uzanım gösterdiği sonucunu vermiştir. Aynı zamanda sahada BKB-DGD ve KKB-GGD doğrultularında da ikincil uzanımlar bulunmaktadır (şekil 9). Sahada egemen

yönelimin KD-GB olmasında sahanın batı kesimindeki KD-GB egemen yönelimli dolin sayısının diğer alanlara göre yüksek olması etkili olmuştur (şekil 10). Dolin yönelimleriyle fay sistemleri arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla sahada kuzey, batı ve doğu olmak üzere üç bölge belirlenmiştir. Bu bölgelerden

kuzey kesim Doğu Anadolu Fayı (DAF), batı kesim DAF ve Güneydoğu Anadolu Bindirmesi, doğu kesim ise Güneydoğu Anadolu Bindirmesi etkisinde şekillenmiş olup bu kesimlerde yer alan fay yönelimleri genel anlamda dolin uzanımlarına paralellik göstermektedir.



**şekil 9:** Doğu Toroslar'daki (a) tüm dolinlerin, (b) tüm fayların yönelimleri / **Figure 9:** The orientations of (a) all dolines, (b) all faults in the Eastern Taurus.



**şekil 10:** Karstik platolardaki dolinlerin yönelimleri / **Figure 10:** Long axis orientations of dolines on karst plateaus.

#### 4. SONUÇ

Türkiye'nin güney kesimi boyunca kesintisiz bir kuşak boyunca uzanan Toros Dağları'nın yüzeyi sayıları yüz binleri bulan çözünme dolinleri ile kaplıdır. Daha önceki çalışmalarda özellikle Orta Toroslar'daki dolinler ayrıntılı olarak incelenmiştir. Ancak bugüne kadar Doğu Toroslar'daki dolin alanları, dolin sayıları, yoğunlukları ve morfometrik özellikleri hakkında bilgi veren çalışmalar bulunmamaktaydı. Bu çalışmada Doğu Toroslardaki tüm dolin alanları ve bu alanlardaki dolinlerin genel özellikleri

açıklanmıştır. Çalışmada toplam 8.554 km<sup>2</sup>'lik alan kaplayan 28 karstik plato üzerinde toplam 36.188 doline ait morfometrik özellikler incelenmiştir. Maksimum dolin yoğunluğu 128 dolin/km<sup>2</sup>'ye kadar çıkmakla birlikte sahada yüksek dolin yoğunluğuna sahip alanlar (> 50 dolin/km<sup>2</sup>) oldukça az yer kaplamaktadır (%0,2). Dolinlerin ortalama uzama oranı değeri yarı eliptik özellik göstermekte olup, alanda tektonizmanın dolin yönelimi üzerinde önemli bir etkisinin olduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçlar ağıısından bu çalışma hem Doğu



Toros Dağlarındaki dolin karstının anlaşılması hem de önceki çalışmalar ile birlikte tüm Toros sistemi içerisindeki dolinlerin dağılışının anlaşılması açısından önemli katkılar sağlamaktadır. Ancak dolin gelişimi, dağılımı, yoğunluğu, yönelimi ve morfometrik özellikleri üzerinde antikal ve senkal yapıları, fay ve çatlak sistemlerinin yoğunluğu ve yönelimleri, paleodrenaj koşulları, günümüz drenaj yoğunlukları ve eğim koşulları gibi birçok faktör etkilidir. Bu açıdan çalışmada incelenen platoların her birinin ayrıntılı olarak incelenmesi, her kütlenin litolojik ve yapısal koşullarının dolin morfometrileri üzerindeki etkilerinin araştırılması ve bu veriler ışığında karstik alanların morfotektonik gelişimlerinin ortaya konulması gereklidir.

### KATKI BELİRTME

Bu çalışma ‘Doğu Toroslardaki Poligonale Karst Alanlarının Morfometrik Özelliklerinin İncelenmesi’ adlı yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

### KAYNAKÇA

Aguilar, Y., Bautista, F., Mendoza, M. E., Frausto, O., ve Ihl, T. (2016). Density of karst depressions in Yucatán state, Mexico. *Journal of Cave and Karst Studies*, 78(2), 51-60. doi: 10.4311/2015ES0124

Aydın, S., ve Tuncer, K. (2021). Bozdağ’da (Denizli) dolinlerin morfometrik özellikleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, (78), 33-48. <https://doi.org/10.17211/tcd.1013232>

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. (2004). Dolin sınıflamasında yeni yaklaşımlar. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24 (1), 249-269.

Doğan, U., Koçyiğit, A., ve Yeşilyurt, S. (2019). The relationship between Kestel Polje system and the Antalya tufa plateau: Their morphotectonic evolution in Isparta Angle, Antalya-Turkey. *Geomorphology*, 334, 112-125.

Erinç, S. (2001). *Jeomorfoloji II* (3. Baskı), Der Yayınevi. Yayın No: 294, İstanbul.

Faivre, S. ve Pahernik, M. (2007). Structural influences on the spatial distribution of dolines, Island of Brač, Croatia. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 51 (4), 487- 503. doi: 10.1127/0372-8854/2007/0051-0487

Faivre, S. ve Reiffsteck, P. (1999). Spatial distribution of dolines as an indicator of recent deformations on the Velebit mountain range, Croatia. *Géomorphologie: Relief, Processus, Environnement*, 5 (2), 129-142.

Fick, S. E. ve 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>

Ford, D.C. ve Williams, P. (2007). *Karst Hydrology and Geomorphology*, John Wiley & Sons Ltd, London.

Goudie, A. (2003). *Geomorphological Techniques* (2. Baskı). Routledge.

Ketin, İ. (1966). Anadolu’nun tektonik birlikleri. *MTA Dergisi*. 66, 20-34.

Nazik, L. (1986). Beyşehir Gölü yakın güneyi karst jeomorfolojisi ve karstik parametrelerin incelenmesi. *Jeomorfoloji Dergisi* 14: 65-77.

Nazik, L. ve Tuncer, K. (2010). Türkiye Karst Morfolojisinin Bölgesel Özellikleri, *Türk Speleoloji Dergisi*, Karst ve Mağara Araştırmaları, 1: 7-19.

Nazik, L. ve Bayarı, S. (2018). Mağara zengini ülke: Türkiye. *Mavi Gezegen*, (24), 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. (2008). *Geology of Turkey: A synopsis*. *Anschnitt* 21:19-42.

Özgül, N. (1976). Toroslar’ın bazı temel jeoloji özellikleri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 19, 65-78.

Özgül, N. 1984. Stratigraphy and tectonic evolution of the central Taurides. In Tekeli, O., Göncüoğlu, M. C., (Ed.), *Geology of the Taurus Belt*, (77-90), MTA.

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. <https://doi.org/10.17211/tcd.22648>

Öztürk, M. Z., Şimşek, M., Utlu, M. ve Şener, M. F. (2017). Karstic depressions on Bolkar Mountain plateau, Central Taurus (Turkey): distribution characteristics and tectonic effect on orientation. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 26, 302-313. doi: 10.3906/yer-1702-3

Öztürk, M. Z. (2018a). Orta Toroslar’da Dolinlerin Dağılışı ve Morfometrik Özellikleri. (1. Baskı). Kriter Yayınevi. İstanbul

- Öztürk, M.Z. (2018b). Karstik kapalı depresyonların (dolinlerin) morfometrik analizleri. *Coğrafya Dergisi*, 36, 1-13. doi: 10.26650/JGEOG371149
- Öztürk, M. Z., Şimşek, M., Şener, M. F. ve Utlı, M. (2018a). GIS based analysis of doline density on Taurus Mountains, Turkey. *Environmental Earth Sciences*, 77 (14), 1-13. <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), 733-746. doi: 10.3906/yer-1908-1
- Perinçek, D. (1990). Hakkâri ili ve dolayının stratigrafisi, Güneydoğu Anadolu, Türkiye. *TPJD Bülteni* 2/1, 21-68.
- Poyraz, M., Öztürk, M. Z. ve Soykan, A. (2021). Sivas jips karstında dolin yoğunluğunun CBS tabanlı analizi. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (6), 67-80. doi: 10.46453/jader.863090
- Şaroğlu, F. (1985). Doğu Anadolu'nun Neotektonik Dönemde Jeolojik ve Yapısal Evrimi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi).
- Şenel, M. (2002a). 1/500000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası Adana paftası. MTA, Ankara.
- Şenel, M. (2002b). 1/500000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası Hatay paftası. MTA, Ankara.
- Şenel, M. (2002c). 1/500000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası Diyarbakır paftası. MTA, Ankara.
- Şenel, M. (2002d). 1/500000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası Cizre paftası. MTA, Ankara.
- Şener, M. F. ve Öztürk, M. Z. (2019) Relict drainage effects on distribution and morphometry of karst depressions: A case study from Central Taurus (Turkey). *Journal of Cave and Karst Studies*, 81 (1), 33-43. doi: 10.4311/2018ES0111
- Şimşek, M., Utlı, M., Poyraz, M. & Öztürk, M.Z. (2019a). Geyik Dağı Kütlesinin Yüzey Karstı Jeomorfolojisi ve Kütle Üzerindeki Karst-Buzul Jeomorfolojisi İlişkisi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 28 (2), 97-110. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ece/issue/50833/594465>
- Şimşek, M., Öztürk, M. Z. ve Turoğlu, H. (2019b). Geyik Dağı üzerindeki dolin ve uvalaların morfotektonik önemi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (72), 13-20. doi: 10.17211/tcd.501724
- Şimşek, M., Doğan, U. ve Öztürk, M. Z. (2020). Polyelerin sınıflandırılması ve Toroslardan örnekler. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (5), 1-14. doi: 10.46453/jader.733500
- Şimşek, M., Öztürk, M.Z., Doğan, U. ve Utlı, M. (2021). Toros polyelerinin morfometrik özellikleri. *Coğrafya Dergisi*, 42, 101-119. doi: 10.26650/JGEOG2020-834461
- Tuncer, K. (2018). Sakarya Nehri-Göynük Çayı-Çatak Çayı Arasındaki Sahanın Karst Jeomorfolojisi. (1. Baskı). Kriter Yayınevi. İstanbul.
- Tuncer, K. (2021). Tektonik olarak karmaşık bir bölgede yer alan Barz Polyesi (Tavas, Denizli): Oluşumu, gelişimi ve jeomorfolojik özellikleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, (77), 99-118. <https://doi.org/10.17211/tcd.910578>
- Waltham, T. (2002). Gypsum karst near Sivas, Turkey. *Cave and Karst Science*, 29 (1), 39-44.