

# Kır Dağları (Denizli) Batısının Jeomorfolojik ve Morfometrik Görünümü<sup>1</sup>

## Geomorphological and Morphometric Appearance of West of Kır Mountains (Denizli)

Hasan Akpınar<sup>2</sup>, Yıldırım Atayeter<sup>3</sup>

### Öz

Suda çözünebilen kayaların hakim olarak görüldüğü sahalarda karstlaşma sonucu birbirinden farklı ve dikkat çekici şekiller meydana gelmektedir. Bu şekillerin meydana gelebilmesi için ana kaya önemli bir faktördür ancak karstlaşmanın tam anlamıyla gerçekleşebilmesi için sahanın sahip olduğu litolojik özellikler tek başına yeterli değildir. Sahanın tektonik, jeomorfolojik, iklim, bitki örtüsü ve toprak özellikleri de karstlaşmayı etkileyen önemli faktörler arasında yer almaktadır. Sahayı konu alan bir yüksek lisans tezinden üretilen bu çalışmada, Batı Toros karst kuşağı içerisinde yer alan ve Kır Dağları'nın batısında KD-GB doğrultulu uzanışa sahip olan karstik depresyonlar araştırmaya konu olmuştur. Çalışmanın amacını bu depresyonlar üzerinde etkili olan fiziki özelliklerin incelenmesi, tektonizma ve erozyon faaliyetlerinin etki derecesinin belirlenmesi oluşturmaktadır. Bu bağlamda araştırma sahasının fiziki özelliklerinin incelenmesi için CBS ortamında, ilgili kurumlardan alınan veriler ve üretilen DEM verisi ile sahanın jeoloji, fay yoğunluğu, sıcaklık, yağış, toprak, bitki örtüsü, yükseklik ve jeomorfoloji haritası oluşturulmuş, yapılan saha çalışmaları ile elde edilen bu veriler coğrafi tetkiklerle desteklenmiştir. Depresyonlar üzerinde tektonizma ve erozyon faaliyetlerinin etki derecesinin belirlenmesi için havza sınırları belirlenmiştir. Sınırları belirlenen bu havzalar üzerinde morfometrik analizler uygulanmıştır. Sonuç olarak araştırma sahasının sahip olduğu jeolojik, jeomorfolojik, iklim, bitki örtüsü ve toprak özelliklerinin Kızılca, Ovacık, Kırkoluk polyeleri ve Yoran Uvalası'nın oluşumunda ve gelişiminde uygun şartlar oluşturduğu görülmüştür. Bu depresyonlara ait havzaların şekilsel özellik, yükseklik ve alan bilgileri kullanılarak morfometrik analizler uygulanmıştır. Bu analizler sonucunda araştırma sahası içerisinde yer alan depresyonlar arasında Yoran Uvala Havzası en olgun, Kızılca Polye Havzası ise en yaşlı depresyon olarak belirlenmiştir. Benzer sahalarda araştırma yapacak araştırmacılar için bu çalışmanın örnek oluşturması ve çalışmada kullanılan metodların geliştirilerek jeomorfolojik çalışmalara uygulanması önerilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Kır Dağları, Karstik Şekiller, Morfometrik Analizler.

### Abstract

In the areas where water-soluble rocks are dominant, different and remarkable shapes are formed as a result of karstification. The bedrock is an important factor for the formation of these shapes, but the lithological characteristics of the site alone are not sufficient for karstification to be fully realised. Tectonic, geomorphological, climate, vegetation and soil characteristics of the site are also among the important factors affecting karstification. In this study, which was produced from a master's thesis on the field, the karstic depressions located in the West Taurus karst belt and extending in the NW-SE direction to the west of the Kır Mountains were the subject of the research. The aim of the study is to examine the physical characteristics of these depressions and to determine the degree of influence of tectonism and erosion activities. In this context, geology, fault density, temperature, precipitation, soil, vegetation, elevation and geomorphology maps of the area were created in GIS environment with the data received from the relevant institutions and DEM data produced in order to examine the physical characteristics of the research area, and these data obtained by field studies were supported by geographical surveys. Basin boundaries were determined to determine the degree of impact of tectonism and erosion activities on the depressions. Morphometric analyses were applied on these basins whose boundaries were determined. As a result, it was observed that the geological, geomorphological, climate, vegetation and soil characteristics of the research area created suitable conditions for the formation and development of Kızılca, Ovacık, Kırkoluk poles and Yoran Uvalas. Morphometric analyses were performed by using the shape, elevation and area information of the basins belonging to these depressions. As a result of these analyses, Yoran Uvala Basin was determined as the most mature and Kızılca Polye Basin as the oldest depression among the depressions in the study area. It is recommended that this study should set an example for researchers who will conduct research in similar areas and that the methods used in study should be developed and applied to geomorphological studies.

**Keywords:** Kır Mountains, Karst Shapes, Morphometric Analyses.

### Araştırma Makalesi [Research Paper]

Submitted: 02 / 03 / 2023

Accepted: 27 / 04 / 2023

<sup>1</sup> Bu makale "Kır Dağları Batısındaki Sahanın Jeomorfolojik ve Morfometrik Özellikleri" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

<sup>2</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye, hasanakpınar0195@gmail.com, Orcid No: <https://orcid.org/0000-0002-8066-7459>

<sup>3</sup> Prof. Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye, yatayeter@sdu.edu.tr, Orcid No: <https://orcid.org/0000-0002-7570-2993>

## Giriş

Karstik şekillerin oluşumu için uzun bir zaman gerekmektedir. Karst arazileri dikkat çekici ve ilginç manzaralar da sunabilen topoğrafyalardır. Bunun birçok sebebi olmakla beraber bu farklılık daha çok aynı morfojenetik bölgede karstlaşmanın koşullarına bağlı olarak oluşan farklı karstik şekillerin bir arada bulunmasıdır (Pekcan, 2019).

Hâkim litolojiyi kalkerlerin oluşturduğu sahalarda çözünme; alınan yağış miktarının yeterlilik düzeyi, eğim, kalkerin saflık derecesi ve vejetasyon özellikleri ile yakından ilgilidir. Bu şartlara bağlı olarak kalker bulunan sahalarda farklı farklı karstik şekiller meydana gelebilmektedir (Akkuş, 2007).

Son zamanlarda karst topografyaları ve içerisinde barındırdığı şekiller birçok araştırmacının dikkatini çekmektedir (Pekcan, 2019). Polyelerin karst topografyalarında yüksek ve arızalı sahalarda geniş düzlükler oluşturması ve yapısı itibarıyla oldukça dikkat çekici olması araştırmacıların daha çok polyeler üzerinde yoğunlaşmasına sebep olmuştur. Literatürde karst topografyası ile ilgili olan çalışmalara bakıldığında çoğunlukla polyelerin fiziki coğrafya özelliklerini konu alan çalışmaların yer aldığı görülmektedir (Güldalı, 1976; Fural vd., 2019; Kurt, 2001; Nazik & Poyraz, 2015; Keser, 2004; Keser, 2008; Tuncer, 2021a; Tuncer, 2021b).

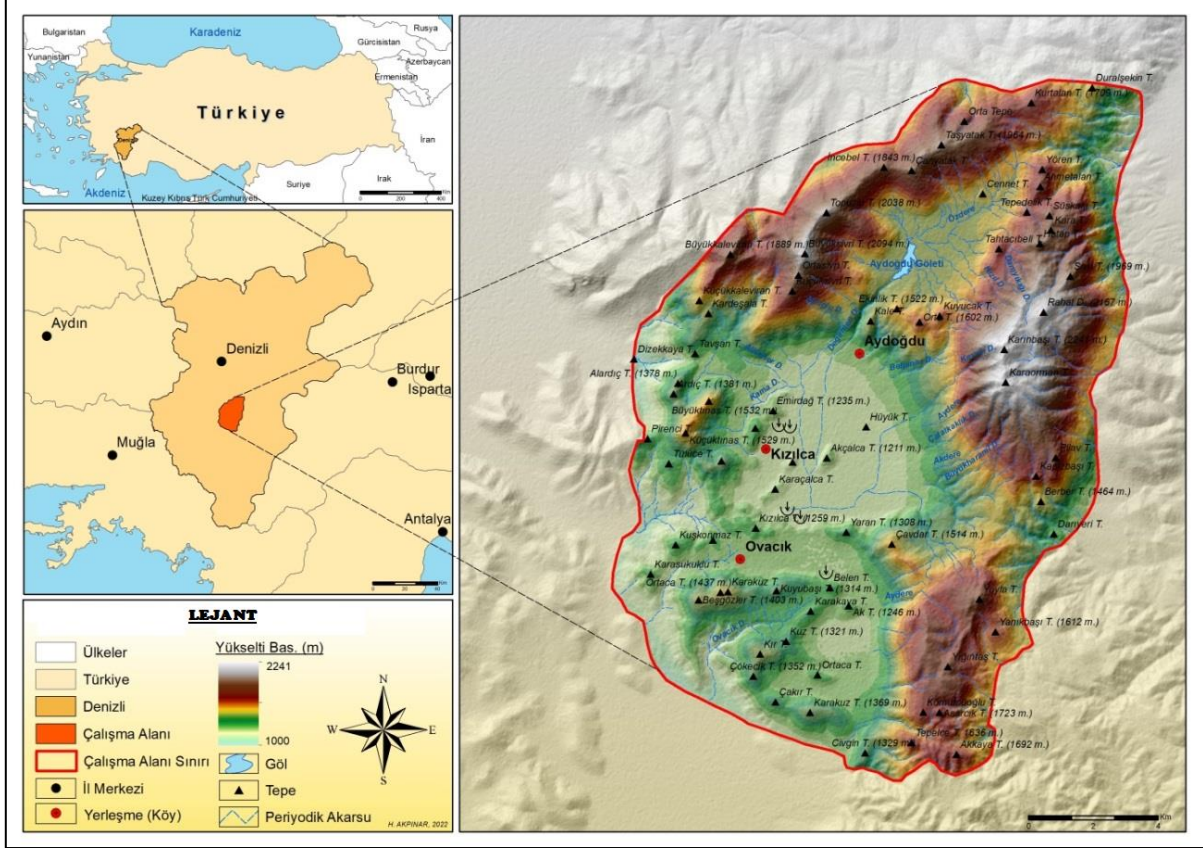
Polyelerin yüksek ve arızalı sahalarda geniş düzlükler oluşturması çeşitli insan faaliyetlerinin gerçekleştirilmesine olanak sağlamıştır. İnsan faaliyetleri açısından önemli olan polyeler ile ilgili karst ve insan ilişkisini konu alan bazı çalışmalar da bulunmaktadır (Ozener, 2003; Zeybek, 2004; Güner, 2011; Bayrakdar vd., 2020). Polyeler sahip olduğu bu özellikleri sebebiyle tanımlanması, sınıflandırılması ve karakteristik özelliklerinin belirlenmesi önem arz eden depresyonlardır. Bu konuda uluslararası alanda birçok çalışma yapılmıştır. Bonacci, O., (1987), "*Karst Hydrology with Special References to the Dinaric Karst*" adlı çalışmada polyeleri hidrolojik rejimlerine göre sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırmada polyeleri, kapalı polyeler, yukarıdan açık polyeler, aşağıdan açık polyeler ve hem aşağıdan hem yukarıdan açık polyeler olarak 4 sınıfa ayırmıştır. Gams I., (1994), "*Types of the Poljes in Slovenia, Their Inundations and Land Use*" adlı çalışmada bir depresyonun polye olarak kabul edilebilmesi için 3 kriterin gerekliliğinden bahsetmiştir. İçerisinde alüvyon bulunan, düz veya teraslı tabana sahip kaya, dik yamaçların sınırladığı kapalı bir havza ve karstik drenaj sistemine sahip olması bu üç kriteri meydana getirmiştir. Ford D., & Williams P., (2007), "*Karst Hydrology and Geomorphology*" çalışmada, alan yazında yapılan çalışmalarda en yaygın kabul görülen ve kullanılan sınıflandırmayı yapmışlardır. Bu sınıflandırmada polyeler oluşumu bakımından üçe ayrılmaktadır. Bunlar; kenar (border) polye, yapısal (structural) polye ve taban seviyesi (baselevel) polyesidir. Ancak polyelerin yalnızca morfometrik özelliklerinin ele alınarak tek bir sınıf içerisinde değerlendirilmesinin yeterli olamayacağı ve bir polyenin sınıflandırılmasında, bir çok farklı parametrenin dikkate alınması gerektiği düşünülmektedir. Araştırmacılar bir polyeyi oluşturan birçok farklı faktörün birlikte değerlendirilmesiyle o polyenin sınıflandırılabilirliği hususunda hem fikirdir (Şimşek, vd., 2020). Son zamanlarda polyelerin şekilsel özelliklerinin ele alındığı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda polyelerin şekilsel özelliklerine ait bilgiler kullanılarak bu depresyonlar üzerinde çeşitli faktörlerin etkisinin belirlenmesi amacıyla morfometrik analizler uygulanmıştır (Şimşek, vd., 2021; Tuncer, 2021c).

Araştırma sahasının da içerisinde yer aldığı Batı Toroslar, kireçtaşı içeren formasyonlarının geniş alan kapladığı sahalardır. Bu formasyonlarının geniş alan kaplaması karstik topografyanın çeşitli örneklerinin gelişmesine yol açmıştır. Genellikle İkinci ve Üçüncü Jeolojik zamanlarda oluşmuş kireçtaşlarında gelişen bu karstik şekillerden, lapyo, dolin, uvala ve polye örnekleri bu sahalarda gözlemlenebilmektedir (Atayeter, 2005). Orta ve Üst Miyosen sonundaki tektonik hareketler sonucunda topoğrafyanın yükselmesine bağlı olarak zayıf direnç alanlarının oluşması karstlaşmayı hızlandırmış ve polyelerin oluşumu da bu dönemde başlamış olmalıdır (Güneysu, 1993; Doğan, 1997).

Çalışmada Kırdagları batısında bulunan karstik depresyonların oluşumu ve gelişimi ile bunların oluşumları üzerinde etkili olan faktörlerin belirlenmesi ile birlikte yine bu depresyonlara ait yükseklik ve şekil bilgilerinin irdelenmesi bu verilerden yararlanılarak sahanın morfometrik analizinin yapılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda araştırma sahasının jeoloji, iklim, bitki örtüsü, toprak özellikleri ve genel topografik özellikleri araştırılmış ve incelenmiştir. Ayrıca yapılan morfometrik analizler yardımı ile sahada etkili olan tektonizma ve erozyon faaliyetlerinin hangi depresyonlarda ne kadar etkili olduğu ortaya konulmuştur. Elde edilen sayısal ifadelerin neyi işaret ettiği vurgulanarak bu depresyonlar sınıflandırılmıştır. Bu anlamda insan faaliyetlerinin sürdürüldüğü ve taşkın gibi tehlikeli olayların da yaşandığı karstik bu depresyonların tanımlanması, açıklanması, sınıflandırılması, fiziki özelliklerinin belirlenmesi ve oluşum karakterlerinin ortaya konulması insan ve jeomorfoloji ilişkisi açısından da önem arz etmektedir.

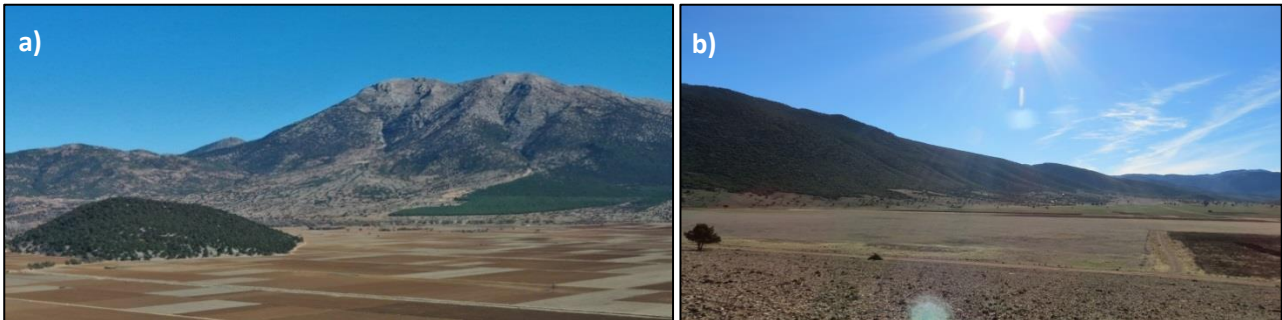
## 1. Araştırma Sahası

Araştırmaya konu olan Kır Dağları batısındaki karstik saha Batı Toros karst kuşağı içerisinde, Akdeniz Bölgesi ile Ege Bölgesi sınırında, Denizli il sınırları içerisinde ve Tavas ilçesinin 17 km güneyinde yer almaktadır. Saha, coğrafi koordinat sistemine göre 29°09'48"- 29°12'53" doğu boylamları ve 37°24'04"-37°34'34" kuzey enlemleri arasındadır. Saha, KD-GB doğrultulu bir uzanışa sahiptir. Araştırma sahasının sınırlarının belirlenmesinde saha içerisinde yer alan jeomorfolojik birimler etkili olmuştur. Karstik şekiller ve karst süreçlerinin yakın çevredeki alanları da ilgilendirmesi nedeniyle çalışma sahasının sınırı su bölümü çizgisinin bir miktar dışından çizilmiştir. Böylelikle saha, batıda Dizekkaya Tepe, güneyde Civgin Tepe (1329 m.), doğuda Kır Dağları ve kuzeyde de Kurtalan Tepe (1709 m.) tarafından sınırlanılmaktadır (**Harita 1**).



Harita 1. Araştırma Sahasının Lokasyon Haritası

Araştırma sahasının sahip olduğu tektonik özellikleri ve sahada karstlaşmaya elverişli litolojik birimlerin yaygın olarak bulunması neticesinde sahada daha çok karstlaşma süreçleriyle çeşitli ve dikkat çekici karstik şekiller gelişmiştir. Araştırma sahasının ana yer şekillerini dağlar ve bu dağların arasında gelişmiş ovalar oluşturmaktadır (**Şekil 1**). Araştırma sahası içerisinde yer alan bu ovaların çevresini dağlık ve tepelik alanlar oluşturmaktadır. Bu yüksek alanlardan en önemli olanı Kır Dağları kütesidir. Kır Dağları, araştırma sahasının doğu sınırlarının tamamını oluşturan, KD-GB yönünde uzanan ve içerisinde birçok önemli tepeli barındıran bir kütedir (**Fotoğraf 1**). Araştırma sahasının tektonik özellikleri, litolojik özellikleri, iklim özellikleri ve morfometrik özellikleri yer şekillerinin oluşum ve dağılımını önemli ölçüde etkilemiş ve topoğrafyanın kaderini belirleyen faktörlerden olmuşlardır.



Fotoğraf 1. Kır Dağlarının, Kızılca Polyesi'nden (a) ve Kırkoluk Polyesi'nden (b) Görünümü

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada ilk olarak kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Çalışma içerisinde yer alan haritaları yapımında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılmıştır. Haritalar Harita Genel Müdürlüğü'nden alınan 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritaları kullanılarak üretilmiştir. Bu haritalar üzerinde çeşitli sayısallaştırma işlemleri yapılarak çalışma sahasına ait DEM (Digital Elevation Model) verisi elde edilmiştir.

Çalışma sahasında iklim özelliklerinin belirlenmesinde Köppen-Geiger tarafından yapılan iklim sınıflandırmasından, çalışma sahasına ait yıllık ortalama sıcaklık ve yağış verilerinin belirlenmesinde ise Fick, S.E. ve R.J. Hijmans, 2017 yayınlamış oldukları 30s çözünürlüklü raster iklim haritalarından yararlanılmıştır. Elde edilen bu veriler ile çalışma sahasına ait sıcaklık ve yağış haritaları oluşturulmuştur

Çalışma sahasında bulunan toprak türlerinin ve bitki örtüsünün belirlenmesinde OGM (Orman Genel Müdürlüğü) ve Toprak Reformu Genel Müdürlüğü'nden elde edilen veriler kullanılmıştır. Bu veriler düzenlenerek çalışma sahasına ait toprak ve bitki örtüsü haritaları oluşturulmuştur.

Araştırma sahasının jeolojik özelliklerinin yazılmasında ve jeoloji haritası yapımında MTA (Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü) tarafınca hazırlanmış olan 1/100.000 ölçekli N22 ve M22 jeoloji paftalarından yararlanılmıştır. Böylelikle raporlardan edinilen bilgiler ile çalışma sahasının jeolojik özellikleri yazılmış ve jeoloji haritası oluşturulmuştur.

Yapılan tüm bu uygulamalar ve lokasyon, jeoloji, jeomorfoloji, akım yönü, fay yoğunluğu, toprak özellikleri, bitki örtüsü verilerinin sayısal ortama aktarılmasında ve haritalarının oluşturulmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımlarından ArcMap 10.8 programı kullanılmıştır.

Çalışmada morfolojik analizler bölümünde kullanılmak üzere ArcMap 10.8 ve Global Mapper 23.1 programlarında çalışma sahasına ait DEM verisi üzerinde *hydrology* araçları kullanılarak sırasıyla *Fill*, *Flow Accumulation*, *Flow Direction* ve *Basin* işlemleri gerçekleştirilerek havza ve alt havza sınırları belirlenmiştir. Polye sınırları ise sahada tektonizma, eğim, litolojik birimler, jeomorfolojik birimler ve arazi şartları göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Sahadaki tektonik aktivitenin ve erozyonun etkinliğinin belirlenebilmesi için morfolojik analizler uygulanmıştır. Sahada tektonik aktivitenin etkinliğinin belirlenmesinde *Uzanim* ( $R_e$ ), *Basıklık* ( $R_c$ ), *Dairesellik* ( $C$ ) indeksleri uygulanmıştır. Erozyon etkinliğinin belirlenmesi için de *Hipsometrik Eğri* ( $H_c$ ) ve *Hipsometrik İntegral* ( $H_i$ ) indeksleri kullanılmıştır.

*Uzanim* ( $R_e$ ) indeksinde kullanılan havza alanı ve maksimum uzunluk değerleri yukarıda elde ettiğimiz değerlerdir bu değerlerin kullanılarak formülde yerine konulmasıyla çalışma sahasındaki havzaların uzanım indeksleri hesaplanmıştır (Tablo 1).

**Tablo 1. Uzanim ( $R_e$ ) İndeksi**

<b>Uzanim (<math>R_e</math>)</b>	$R_e = (2\sqrt{A}:\sqrt{\pi})/L$ $A = \text{Havza Alanı}$ $L = \text{Maksimum uzunluk}$	$R_e > 0,75$ – Tektonik olarak aktif olmayan havza $R_e = 0,5-0,75$ – Tektonik olarak hafif aktif havza $R_e < 0,5$ – Tektonik olarak aktif havza (Zuchiewicz & Cuong, 2001).
----------------------------------	---	---

*Basıklık* ( $R_c$ ) indeksi, havzanın maksimum uzunluğu ile maksimum genişlik arasındaki oran değeri ile hesaplanmaktadır (Tablo 2).

**Tablo 2. Basıklık ( $R_c$ ) İndeksi**

<b>Basıklık (<math>R_c</math>)</b>	$R_c = L/W$ $L = \text{Maksimum Uzunluk}$ $W = \text{Maksimum Genişlik}$	Havza uzunluğunun havza genişliğine olan oranı 1 değerinden uzaklaştıkça havzada tektonik etki artar (Sarp, 2012).
------------------------------------	--	--

Araştırma sahası içerisinde yer alan polyelerin daireselliğe ne kadar yakın olduklarını hesaplamak amacıyla *Dairesellik* ( $C$ ) indeksi kullanılmaktadır. Bu indeks havzanın alan ve çevre verileri kullanılarak hesaplanmaktadır (Tablo 3).

Tablo 3. Dairesellik (C) İndeksi

Dairesellik (C)	$C = 4 \pi A / P^2$ A = Havza Alanı P = Havza Çevresi	0'a yakın değerler dairesellikten uzak 1'e yakın değerler daireselliğe yakın (Morgenstern vd., 2011).
-----------------	---	--

Hipsometrik eğrinin elde edilmesinde yükseklik ve alan değerleri kullanılır. Bu değerler ile yapılan oranlama bize hipsometrik eğriyi vermektedir. Hipsometrik eğriler, toplam havza yüksekliğinin ( $h/H$  = görelî-bağılı yükseklik) toplam havza alanına oranlanması sonucu ( $a/A$  = görelî-bağılı alan) oluşturulmaktadır (Keller & Pinter, 2002).

*Hipsometrik eğri ( $H_c$ )*, belirlenen bir bölgedeki havzanın erozyon aşamasını anlamak için kullanılır (Keller & Pinter 2002; Pedrera vd., 2009). Yukarıdaki indeksinin uygulanması sonucunda elde edilen eğri "**dışbükey**" şeklinde ise topoğrafyanın "**genç**" yani az aşındırılmış olduğunu, bu eğri "**S**" şeklinde ise topoğrafyanın "**olgun**" yani orta derecede aşındırılmış olduğunu, bu eğri "**iç bükey**" şeklinde ise topoğrafyanın "**yaşlı**" yani yüksek derecede aşındırılmış olduğunu göstermektedir (Pedrera vd., 2009).

*Hipsometrik integral ( $H_i$ )*, hipsometrik eğrinin altındaki alana karşılık gelmektedir ve hipsometrik eğrinin şekli ile ilişkilidir (Keller ve Pinter, 2002). Hipsometrik integral ( $H_i$ ), ortalama yükseklik ( $\bar{h}$ ) maksimum yükseklik ( $h_{max}$ ) ve minimum yükseklik ( $h_{min}$ ) değerleri kullanılarak hesaplanır.

Bu hesaplamada aşağıdaki formül kullanılır.

$$H_i = \frac{\bar{h} - h_{min}}{h_{max} - h_{min}} \quad (1)$$

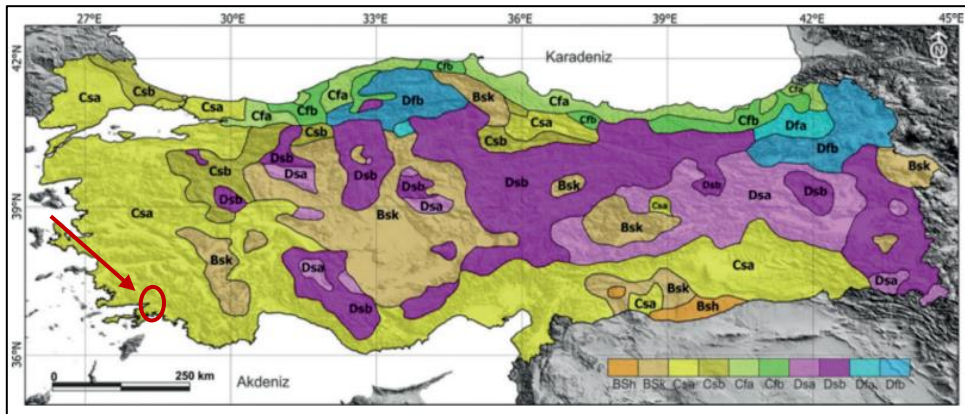
Hesaplanan hipsometrik integral değeri 0 ile 1 değerleri arasında değişmektedir. Bu değer 0'a yakın olması topoğrafyanın "**yaşlı**" yani yüksek derece aşındırılmış olduğunu, değer 0,5'e yakın olması topoğrafyanın "**olgun**" yani orta derecede aşındırılmış olduğunu, değer 1'e yakın olması ise topoğrafyanın "**genç**" yani düşük derecede aşındırılmış olduğunu göstermektedir. (Keller & Pinter 2002).

Ayrıca arazi çalışmaları ile yerinde gözlemler yapılmıştır. Bu arazi çalışmaları sırasında Dji Mavic 2 Pro Drone, Canon fotoğraf makinası ve Garmin Etrex GPS araçları kullanılmıştır.

### 3. Araştırma Sahasının İklim, Bitki Örtüsü ve Toprak Özellikleri

Araştırma sahasında daha çok karasal iklime yakın özellikler görülmekle beraber bu durum tartışmalıdır. Sahanın iklim özelliklerinin belirlenmesinde Acıpayam istasyonundan alınan sıcaklık, yağış, rüzgâr ve basınç gibi meteorolojik parametreler esas alınmıştır. Bu bağlamda sayısal verilerin ve gözlemlerin ışığında araştırma sahasına tam anlamıyla karasal iklime sahiptir denilmesi de doğru bir ifade olmayacaktır. Bu sebeple araştırma sahası Akdeniz ile karasal iklimlerin geçiş bölgesinde yer almakta ve geçiş karakteri gösteren iklim şartları görülmektedir.

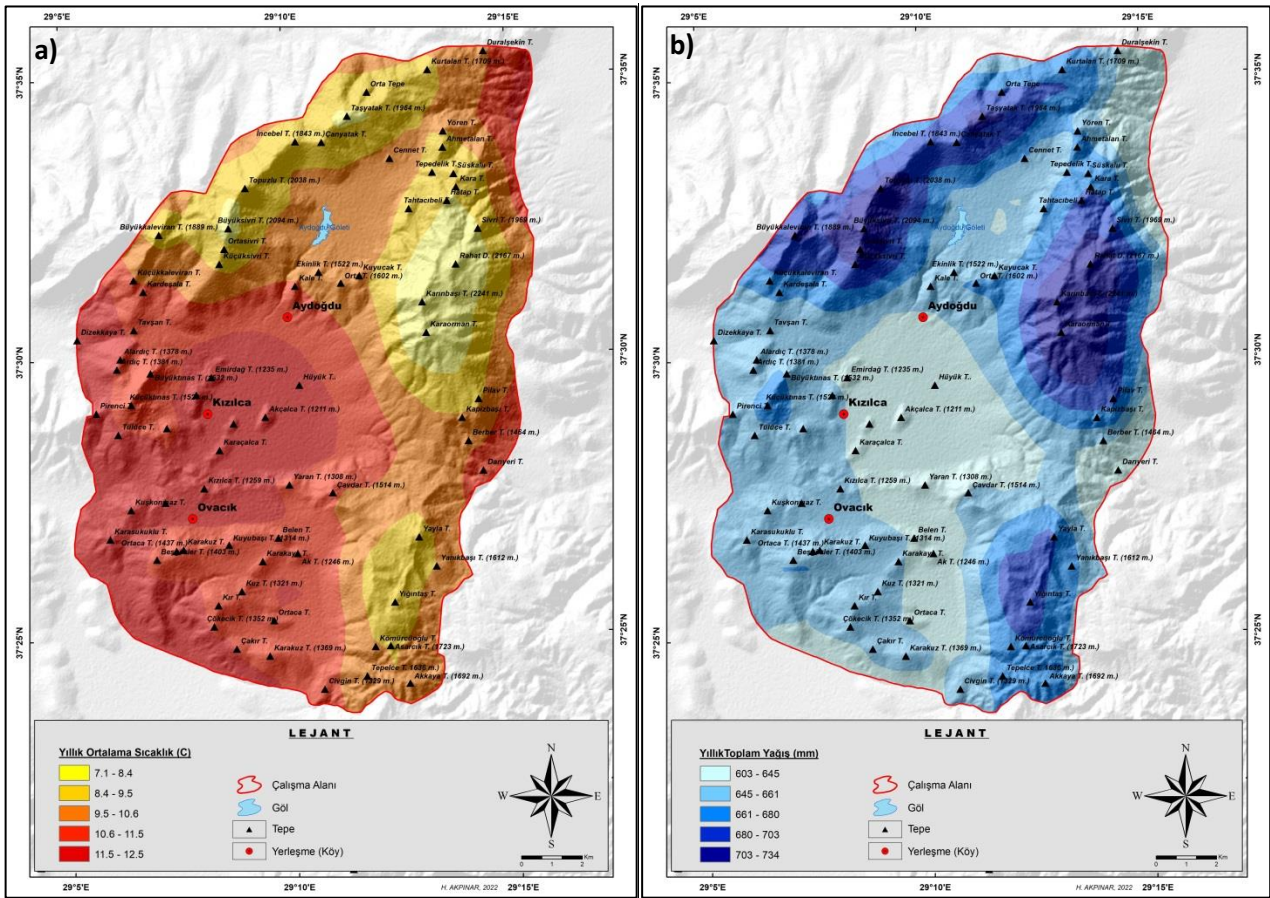
Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Türkiye'de görülen en yaygın iklim tipi kışları ılıman nemli orta enlem (C) iklim tipidir. Bu iklim tipine ait dört alt iklim tipi (Csa, Csb, Cfa, Cfb) Türkiye'de görülmektedir (Öztürk vd., 2017). En geniş alana sahip olan ve araştırma sahasında da etkili olan alt iklim tipi kışları ılık yazları çok sıcak olan iklim tipidir (Csa) (**Harita 2**). Bu ifadeye göre çalışma sahası Akdeniz iklimi ile karasal iklimlerin geçiş bölgesinde yer alan iklim şartlarına uygun bir karakterdedir.



Harita 2. Türkiye'nin Köppen-Geiger alt iklim tipleri (Öztürk vd., 2017)

Araştırma sahasında yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin belirlenmesinde Fick, S.E. ve R.J. Hijmans, (2017) yayınlamış oldukları ortalama sıcaklığa ait 30s çözünürlüklü raster iklim haritalarından yararlanılmıştır. Bu raster veriler kullanılarak çalışma sahasına ait yıllık ortalama sıcaklık dağılışı haritası oluşturulmuştur. Elde edilen haritaya göre alçak olan polye tabanları ve yüksekliği 1300 m'nin altında olan kesimlerde sıcaklık değerleri yıllık ortalama 11,5 – 12,5°C arasında değişmektedir (**Harita 3a**). Araştırma sahasında Kır Dağları'nın zirvesini oluşturan Karaorman Tepe (2200 m), Karınbaşı Tepe (2241m) ve Rahat Dağı'nda (2167 m) yıllık ortalama sıcaklık 7,1– 8,4°C arasında değişmektedir (**Harita 3a**).

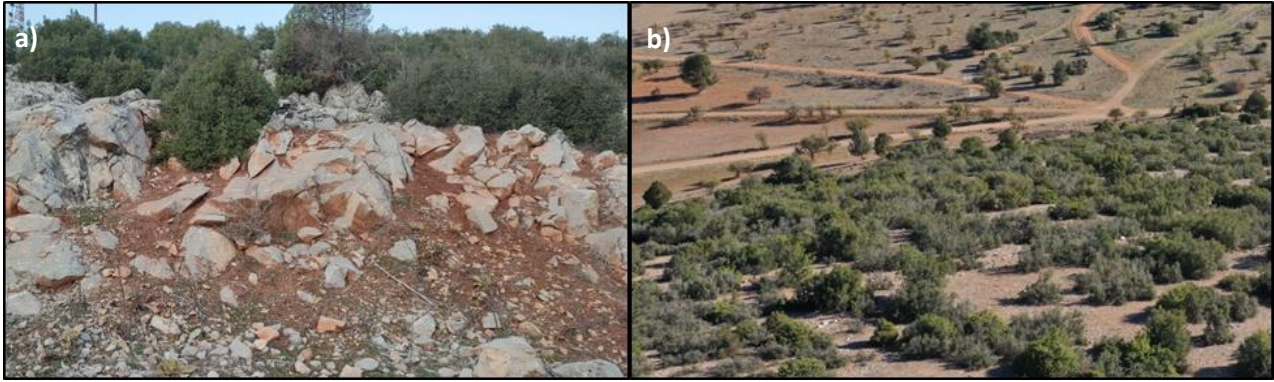
Araştırma sahasında yıllık ortalama yağış değerlerinin belirlenmesinde yine Fick, S.E. ve R.J. Hijmans, (2017) yayınlamış oldukları 30s çözünürlüklü raster yağış haritalarından yararlanılmıştır. Bu raster veriler kullanılarak çalışma sahasına ait yıllık toplam yağış dağılışı haritası oluşturulmuştur. Buna göre Kızılca, Ovacık ve Kırkoluk polye tabanlarının alçak kesimleri yıllık toplam 603 - 645 mm arasında yağış almaktadır (**Harita 3b**). Polye tabanlarından yükseldikçe yağış değerleri artış göstermektedir. Örneğin polyelerden daha yüksekte yer alan Yoran Yaylası yıllık ortalama 645 - 661 mm arasında yağış almaktadır. Araştırma sahasını sınırlandıran 1800 m'nin üzerindeki yüksek sahalara ise yıllık ortalama 680 ile 734 mm arasında yağış almaktadır (**Harita 3b**).



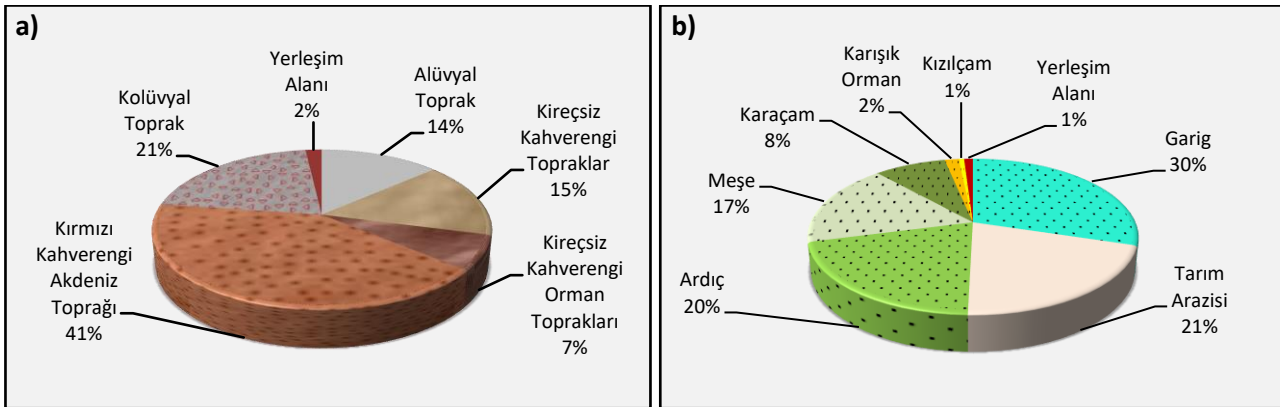
Harita 3. Araştırma Sahasının Yıllık Ortalama Sıcaklık (a) ve Toplam Yağış (b) Dağılışı Haritası

Araştırma sahasında çeşitli toprak türleri bulunmaktadır. Sahada bulunan bu toprak türleri; kırmızı kahverengi Akdeniz toprağı, kireçsiz kahverengi orman toprağı, kireçsiz kahverengi toprak, kolüvyal topraklar ve alüvyal topraklardır. Araştırma sahasında en yaygın görülen ve en çok alan kaplayan toprak türü Kırmızı Kahverengi Akdeniz toprağıdır (**Fotoğraf 2a**)(**Harita 4a**). Bu toprak türü sahanın %41'inde ve yüksek kesimlerinde görülmektedir (**Grafik 1a**).

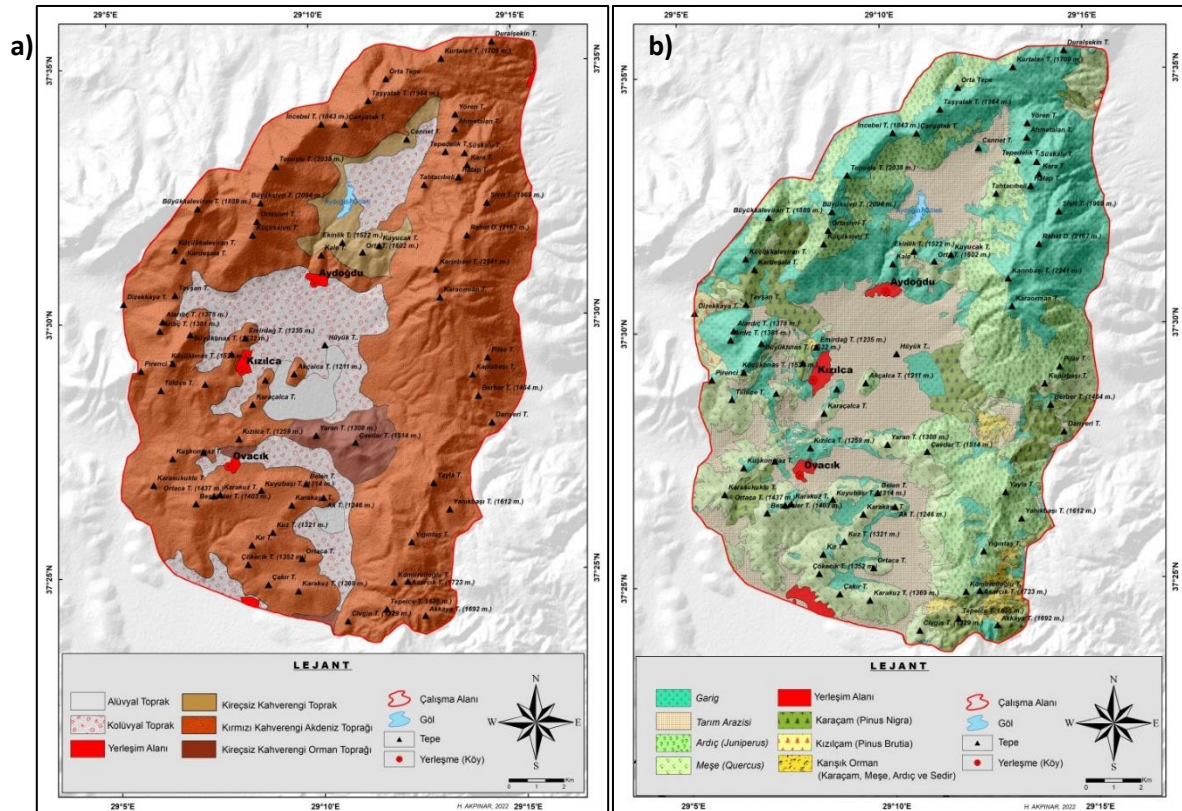
Akdeniz ve Karasal iklimin geçiş sınırında yer alan araştırma sahasında, farklı bitki türleri yetişmektedir. Çalışma sahası içerisinde yer alan bitki türleri; Garig (Frigana), Ardiç (Juniperus), Meşe (Quercus), Karaçam (Pinus Nigra), Kızılçam (Pinus Brutia) ve karışık ormanlardır. Araştırma sahasında gerçekleştirilen beşeri faaliyetler sonucu oluşan tahribat nedeniyle Garigler en yaygın görülen bitki topluluğudur (**Fotoğraf 2b**)(**Harita 4b**). Sahanın %30'unu kapsamaktadır (**Grafik 1b**).



Fotoğraf 2. Araştırma Sahası İçerisinde Görülen Toprak ve Bitki Türlerinden Örnekler. Kırmızı ve Kahverengi Akdeniz Toprağı (a), Garig Toplulukları (b)



Grafik 1. Araştırma Sahasının Toprak Türleri (a) ve Bitki Türleri (b) Dağılım Grafiği



Harita 4. Araştırma Sahasının Toprak (a) ve Bitki Örtüsü (b) Haritası

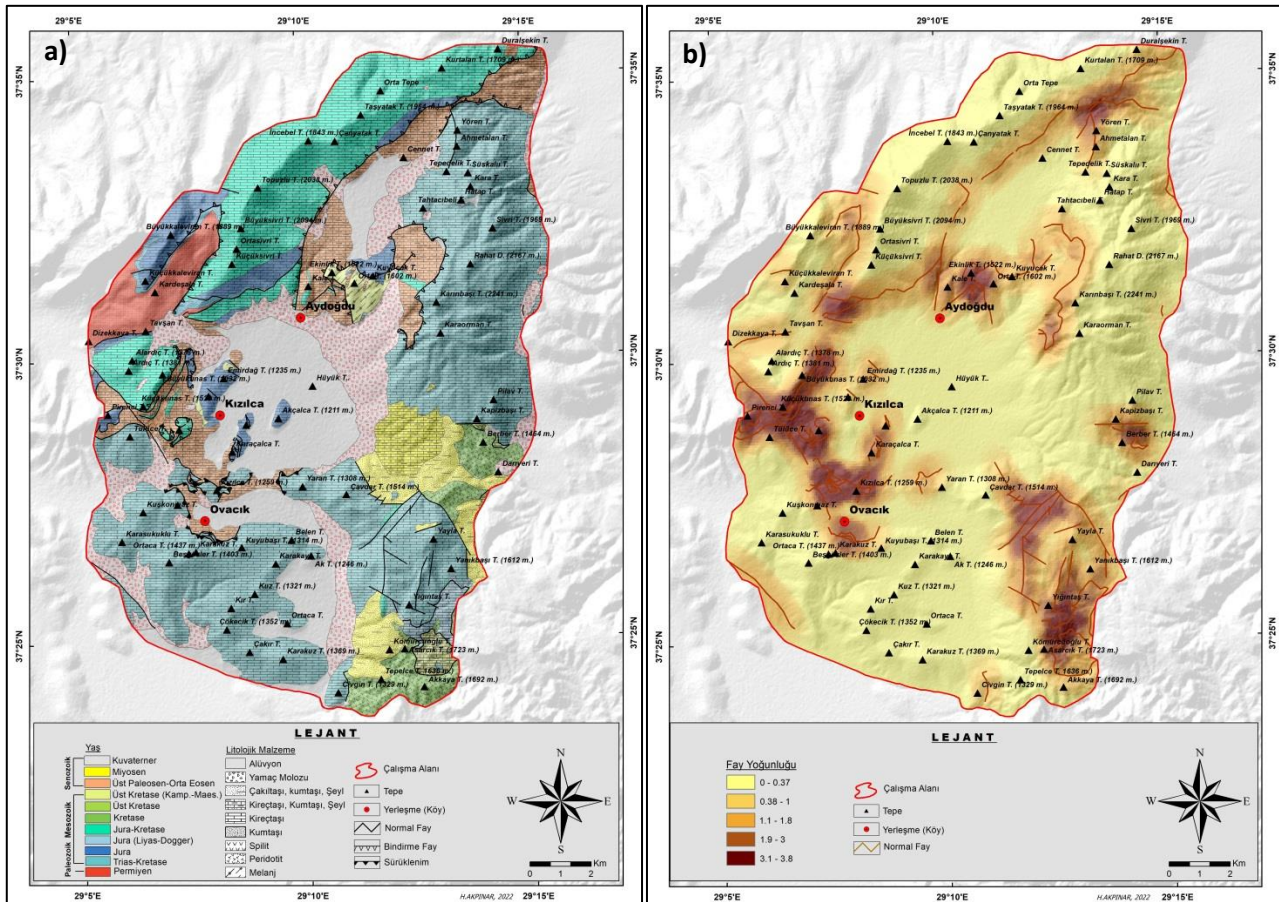
#### 4. Araştırma Sahasının Jeolojik ve Tektonik Özellikleri

Karstlaşmanın meydana gelebilmesi için bölgede suda çözünebilir özellik gösteren kayaç türlerinin bulunması gerekir (Hoşgören, 2015). Batı Toros karst kuşağı içerisinde ve Menderes masifi güneyinde kalan araştırma sahasında karstik depresyonların jeolojik yapısını, otokton-allokon konumlu birimler ile farklı ortamlarda çökelmiş sedimentler ve birçok farklı formasyon oluşturmaktadır (Akdeniz, 2011).

Araştırma sahası sınırları içerisinde Mesozoyik yaşlı ve farklı çözünme özelliklerine sahip Likya naplarına ait karbonatlı kayalar geniş yayılım göstermektedir. Sahada Alt Liyas'dan Eosen'e kadar değişik zaman, ortam ve fasiyelerde gelişmiş Likya naplarına ait olan birimler ve bu birimlerin üzerine uyumsuzlukla örten Triyas'dan günümüze kadar çökelmiş genç örtü kayalarına ait olan birimler yüzeylenmektedir (Akdeniz, 2011). Çalışma sahasında Mesozoik yaşlı kireçtaşlarının bu denli yaygın olması sahada yüzeyin şekillenmesinde büyük rol oynayan karstlaşmaya uygun formasyonların bulunduğunu doğrulamaktadır (Harita 5a).

Karstlaşmayı etkileyen önemli faktörlerden biri de tektonizmadır. Tektonizma ile meydana gelen kırılmalar, kıvrılmalar ve arazinin bir tarafa doğru eğilimlenmesi bölgedeki karst sürecini etkilemektedir. Kalkerli sahalarda yer alan faylar karstlaşma süreci üzerinde olumlu bir etkiye sahip olabilmektedirler. Arazide fayların bulunması suyun kırık hatları boyunca sızmasıyla birlikte kalker tabakalarının çözülmesini hızlandırmaktadır. Bu sebeple bazı karstik şekiller fay hatları boyunca gelişme göstererek bir çizgi halinde uzanabilmektedirler. Türkiye'de Batı Toroslarda bazı karstik şekillerin (dolinlerin, uvalaların ve polyelerin) uzanışları fayları takip etmektedir (Pekcan, 2019).

Kır Dağları batısında karstlaşmanın yönünü belirleyen en önemli tektonik hatlar normal ve doğrultu atımlı fayları içerisinde barındıran ve sahanın güneyinden geçen KD-GB uzanımına sahip, Burdur-Fethiye Makaslama Zonu ile sahanın kuzeyinden geçen Muğla-Afyon Fay Zonu'dur. Çalışma sahasında Kızılca, Ovacık, Kırkoluk ve Yoran depresyonlarının uzanımında da bu zonların etkisinin büyük olduğu düşünülmektedir. Kaldı ki araştırma sahasında yer alan depresyonların uzanışı da KD-GB doğrultuludur (Harita 5b). Bindirme sınırlarının ve fayların, polyelerin oluşumunda, gelişimde etkili olmasından dolayı araştırma sahasında yer alan polyeler tektono-karstik polyeler sınıfına dâhil edilmektedir (Tuncer, 2021b).



Harita 5. Araştırma Sahasının Jeoloji (a) ve Fay Yoğunluğu (b) Haritası



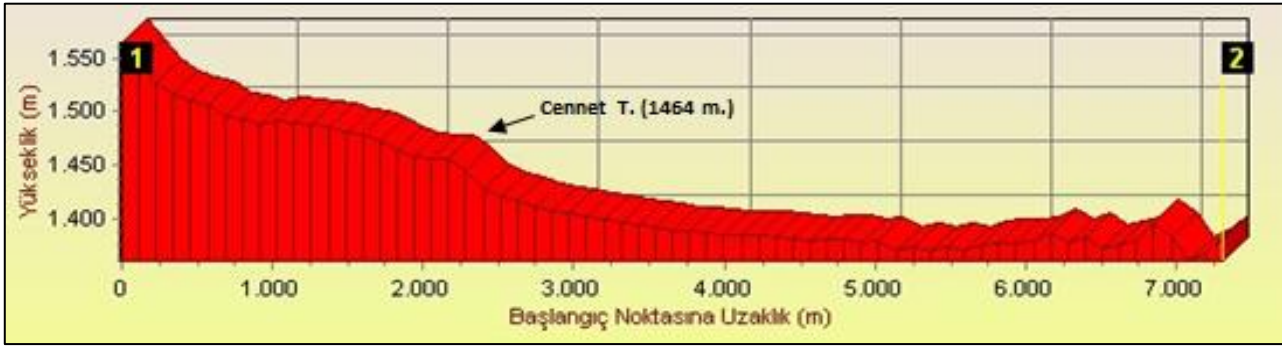
## 5. Bulgular

### 5.1. Araştırma Sahasında Yer Alan Karstik Depresyonlar

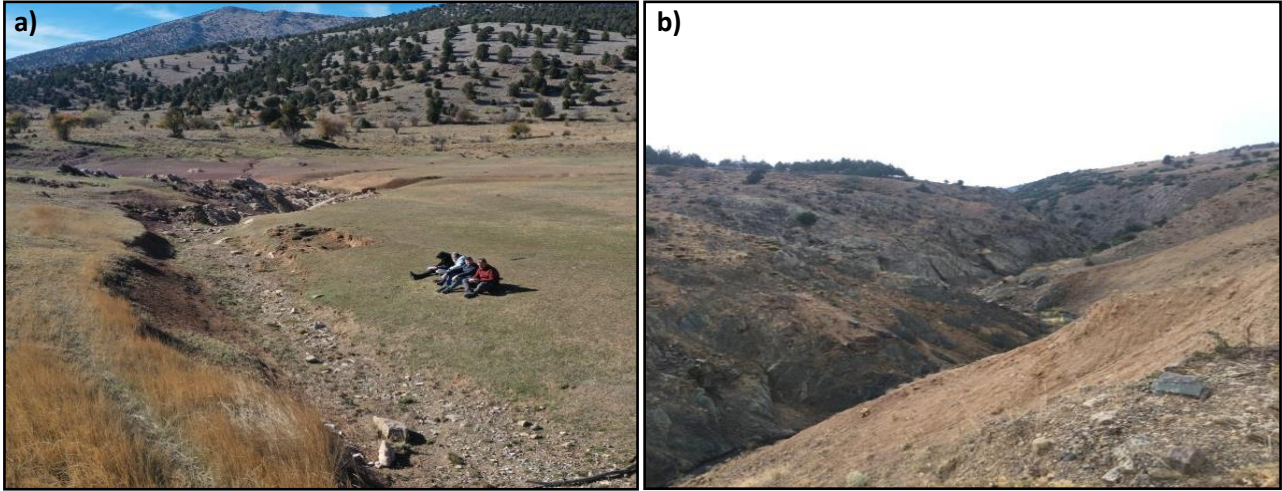
#### 5.1.1. Yoran Uvalası

Bu saha araştırma sahasının en kuzeyinde yer alan karstik bir depresyondur. Diğer depresyonlara göre daha yüksek bir rakıma sahip olması ve yaylacılık faaliyetlerinin gerçekleştirilmesinden dolayı depresyona yöre halkı tarafından Yoran Yaylası denilmektedir. Yoran depresyonu ve hemen güneyinde bulunan Kızılca Polyesi sürempoze bir boğaz ile birbirine bağlanmıştır (**Harita 6a**). Bu iki depresyonu birbirine bağlayan boğaz, tektonik hareketlerle oluşan yükseklik farkının aşınımı şiddetlendirerek derine doğru aşınım gerçekleşmesi sonucu oluşmuştur. Yani bu boğaz Yarılğan Dere'nin aktığı zemine sürempoze olarak gömülmesi sonucunda meydana gelmiştir (**Fotoğraf 3b**).

Yoran depresyonunun arazide yapılan gözlemler ve büro çalışmaları sonucunda polye olmaktan daha çok uvala karakterinde olduğu belirlenmiştir. Zira polyeler zemini düz veya düze yakın, şahit tepeleri (hum) bulunan, düdenlere sahip olan karstlaşmanın en tipik örneklerinden olan ovalardır. Buna göre Yoran depresyonu ise henüz polye aşamasına geçememiş aşınım faaliyetlerinin devam ettiği zemini arızalı (**Şekil 1**), düden ve şahit tepesi de bulunmayan bir depresyon görünümündedir (**Fotoğraf 3a**).



Şekil 1. Yoran Uvalası'nın KD<sup>1</sup>-GB<sup>2</sup> Yönlü Profili



Fotoğraf 3. Yoran Uvalası'nın Farklı Kesimlerinin Görünümleri. Bahçe Pınarı Mevki (a), Yarılğan Derenin İçerisinde Aktığı Boğaz (b)

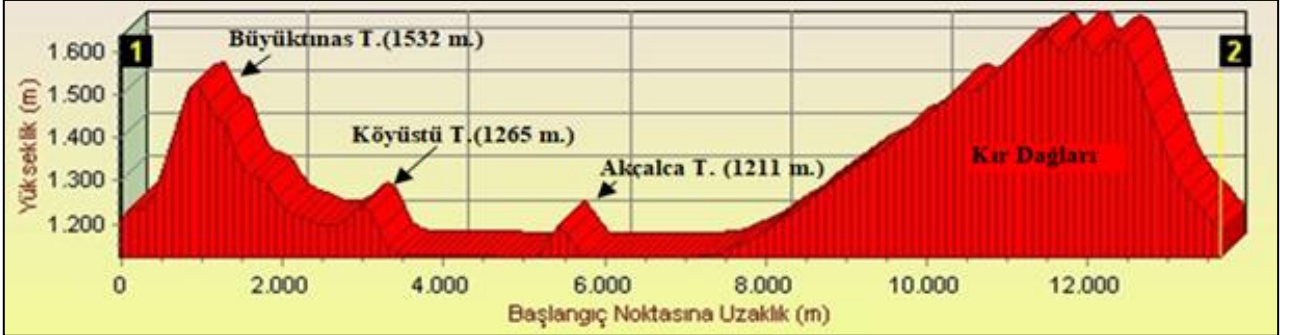
#### 5.1.2. Kızılca Polyesi

Bu depresyon karakteristik bir polyedir (**Fotoğraf 4**). Zeminin engebesiz oluşu, düdenleri, şahit tepeleri gibi polyelere özel jeomorfolojik birimlerin varlığı bu durumun kanıtıdır. Kızılca Polyesi'nin sınırlarını, doğuda Kır Dağları, batıda Köyüstü Tepe (1265 m.) (**Şekil 2**), kuzeyde, Orta Tepe (1602 m.) ve güneyde Ovacık Polyesi ile birbirinden ayıran sırtlar oluşturmaktadır (**Fotoğraf 5d**).

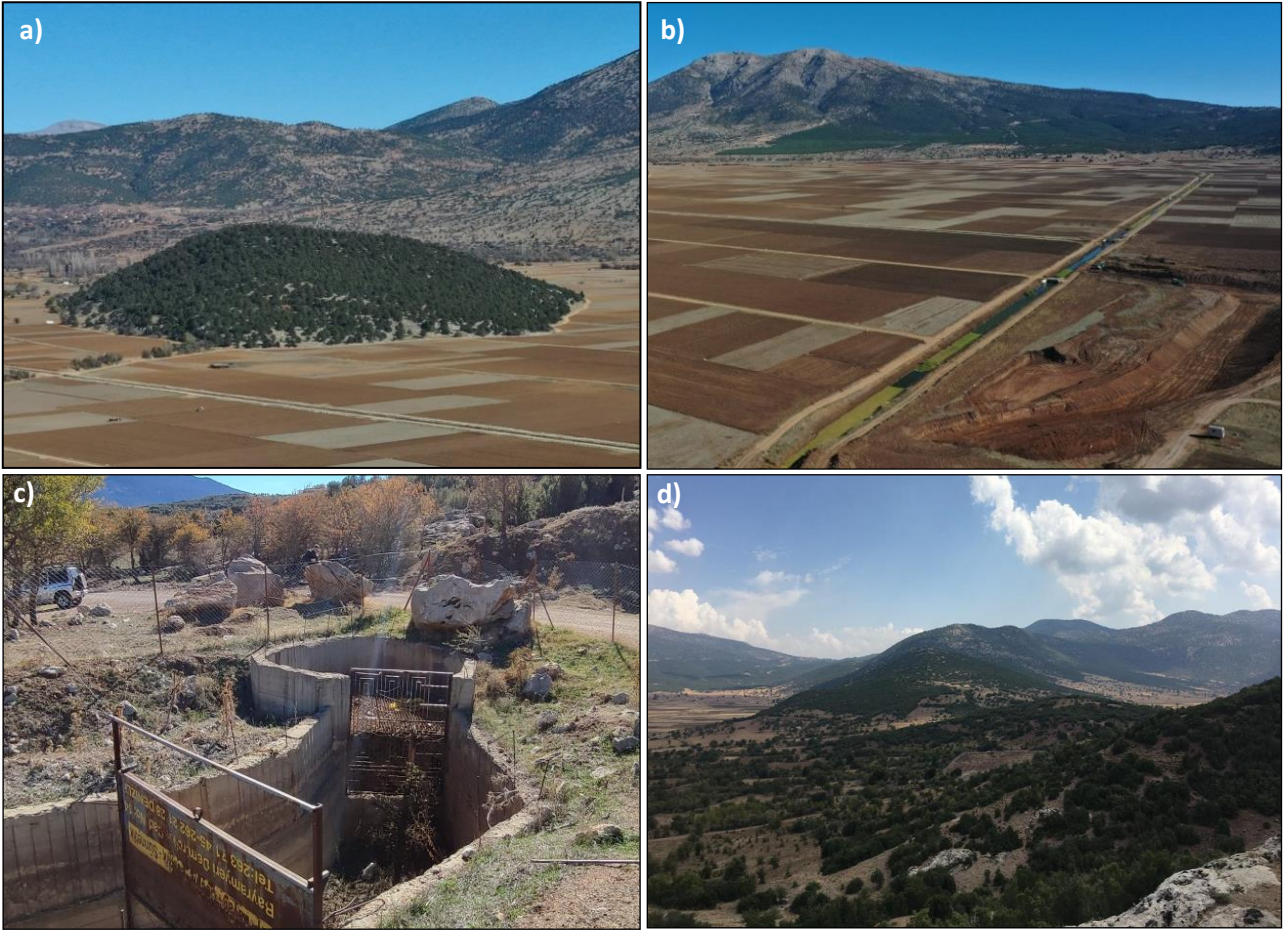


Fotoğraf 4. Kızılca Polyesi'nin Güneybatıdan Bir Görünümü

Kızılca Polyesi tabanı 1120-1200 m aralığındaki yükselti basamağında bulunmaktadır (**Harita 6b**). Polye Havzası'nın en yüksek noktası olan Karınbaşı Tepe 2241 m. yükseltiye sahiptir ve polye tabanı ile aralarında 1121 metre fark bulunmaktadır. En düşük rakım kotu polyenin güneybatısında 1120 m. olarak ölçülmüştür. Polyenin güneybatısında bir düdenin yer alması doğal olarak polye yüzeyindeki hidrografik akış yönünü ve eğimi düdene doğru yöneltmektedir (**Fotoğraf 5c**). Yağışlı dönemde polye tabanında biriken sular kanallar vasıtası ile düdene ulaşmaktadır (**Fotoğraf 5b**). Polye tabanı çevredeki yüksek sahalardan aşındırılarak taşınan alüvyonlarla dolgulanmıştır. Polye içerisinde bulunan hum (**Harita 6a**), tabandaki karstik birimlerin üzerlerinin taşınan alüvyonlarla örtüldüğünün bir kanıtıdır. Polyenin yaklaşık olarak merkezinde bulunan ve Jura yaşlı kireçtaşlarının bulunduğu Akçalca Tepe (1211 m.) tipik bir hum (şahit tepe) özelliği taşımaktadır (**Fotoğraf 5a**).



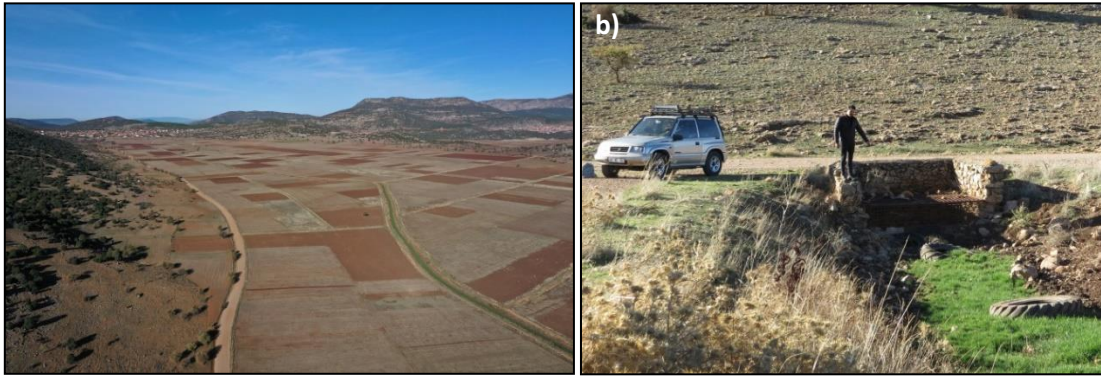
Şekil 2. Kızılca Polyesi'nin B<sup>1</sup>-D<sup>2</sup> Yönlü Profili



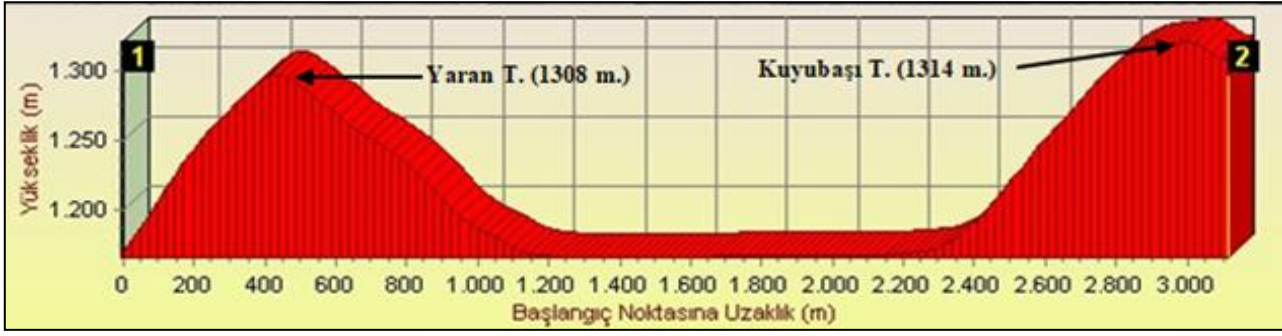
**Fotoğraf 5. Kızılca Polyesinde Görüntüler. Polyenin Bir Bölümü ve Hum (Akçalca Tepe, 1211 m) (a), Polyenin Güney Kesimi ve Drenaj Kanalları (b), Polyenin Güneybatı Kesiminde Yer Alan Aktif Düden (c), Kızılca Polyeni ile Kırkoluk Polyeni'ni Birbirinden Ayıran Sırtlar (d)**

### 5.1.3. Ovacık Polyeni

Ovacık depresyonu Mesozoik yaşlı kireçtaşları üzerinde gelişmiş karstik bir ovadır. Tabanının engebesiz olması (**Fotoğraf 6a**) ve içerisinde aktif bir düden olması sebebiyle bu depresyon bir polye niteliği taşımaktadır (**Harita 6a**). Çalışma sahasında Kızılca Polyeni'nin güneyinde bulunan Ovacık Polyeni'ni doğuda Kır Dağları sınırlandırmaktadır. Polye Kır Dağlarına dik, doğu-batı yönlü bir uzanım sergilemektedir (**Şekil 3**). Polye tabanının maksimum uzunluğu 4,3 km, maksimum genişliği ise 1,9 km'dir. Ayrıca polye tabanı 3,9 km<sup>2</sup>'lik bir alana sahiptir. Polye tabanının deniz seviyesinden rakımı 1169 m'dir ve Kızılca Polyeni'nden daha yüksek bir rakımda bulunmaktadır. Polye tabanının güneydoğusunda aktif vaziyette olan bir düden bulunmaktadır (**Fotoğraf 6b**). Taban eğimi doğal olarak bu düdena doğrudur. Bu düden yağışlı dönemlerde toplanan yağmur sularını tahliye etmekte ve suları yer altı drenajına kazandırmaktadır.



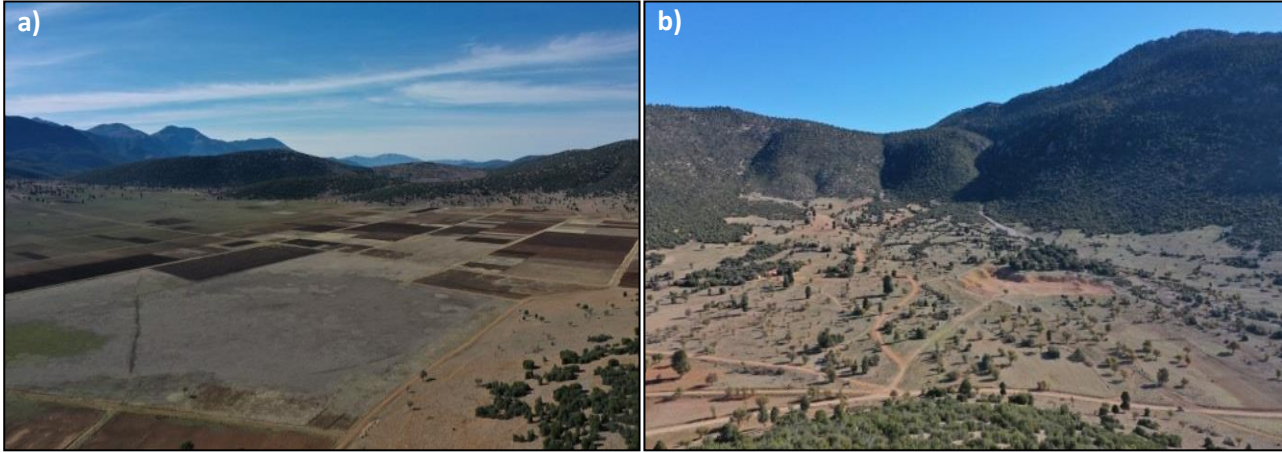
**Fotoğraf 6. Ovacık Polyeni'nden Görüntüler. Polyenin Güneydoğudan Kuşbakışı Görünümü (a), Polyenin Güneydoğusunda Yer Alan Aktif Düden (b)**



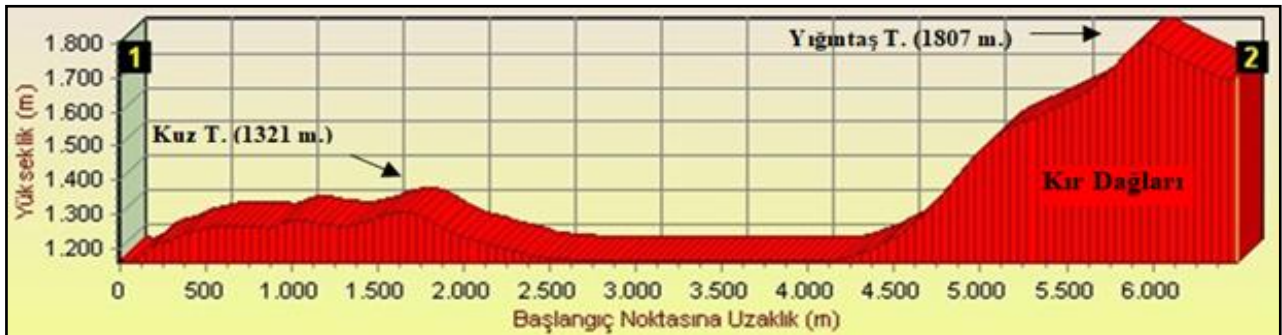
Şekil 3. Ovacık Polyesi'nin KD1-GB2 Yönlü Profili

#### 5.1.4. Kırkoluk Polyesi

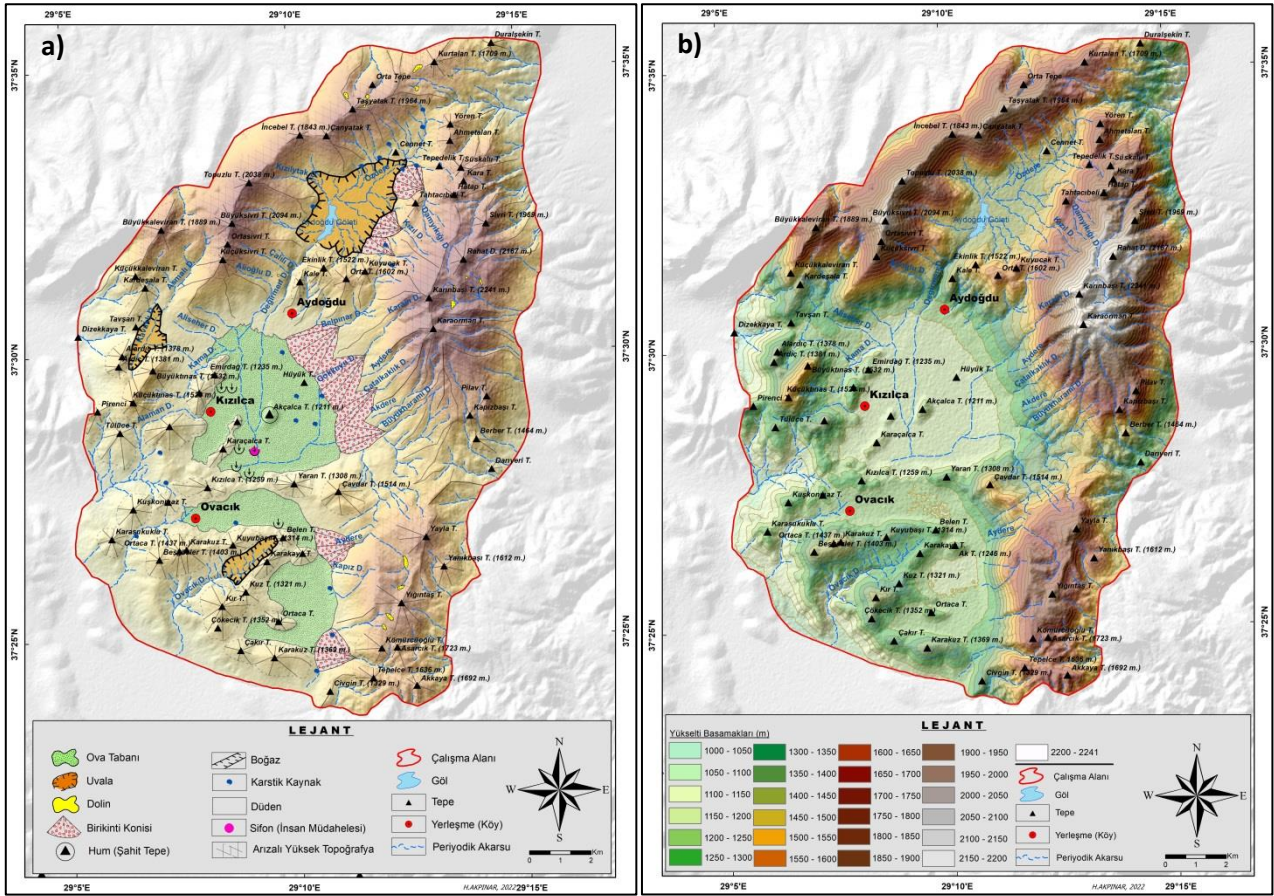
Kırkoluk Polyesi, batıdan Kır Dağları, kuzeyden Aktepe ve eteklerindeki birikinti konisi, güneyinde ve batısında tepelik alanlar ile sınırlandırılmıştır (**Harita 6a**). Bu polyenin rakımı 1162 m'dir ve Ovacık Polyesi'nden 7 metre daha alçakta yer almaktadır. Ayrıca Kırkoluk Polyesi Kızılca Polyesi ile komşu değildir ancak aralarında 42 m. kot farkı bulunmaktadır. (**Harita 6b**). Aynı zamanda polye Kır Dağlarının batı yamacında Aydere tarafından getirilen dentritik unsurlar ile oluşturulmuş birikinti konisi ile Ovacık Polyesi'nden ayrılmıştır (**Fotoğraf 7b**). Kırkoluk depresyonu da çalışma sahası içerisindeki Kızılca ve Ovacık depresyonları gibi bütün özellikleri ile karst ovası (polye) özelliklerini taşımaktadır. Polyenin zemini oldukça düzdür ve kuzeydoğu kesiminde yani en alçak kesiminde geçici bir gölün izlerine rastlanılmaktadır (**Fotoğraf 7a**). Polye içerisinde yüzeyde görülebilen bir düdene rastlanılmamıştır ancak farklı çalışmalarda polyenin kuzeyinde kapanmış durumda olan bir düdenden bahsedilmektedir (Kara, 2001).



Fotoğraf 7. Kırkoluk Polyesi'nden Görüntüler. Polyenin Kuzeydoğudan Kuşbakışı Görünümü (a), Ovacık ve Kırkoluk Polyelerini Birbirinden Ayıran Birikinti Konisi (b)



Şekil 4. Kırkoluk Polyesi'nin Batı¹-Doğu² Yönlü Profili



Harita 6. Araştırma Sahasının Jeomorfoloji (a) ve Yükseklik (b) Haritası

## 5.2. Morfometrik Analizler

Çalışmada araştırma sahasını daha iyi ortaya koyabilmek adına çeşitli morfometrik indeksler uygulanmıştır. Bu indeksler uzanım, basıklık ve dairesellik indeksleridir. Ayrıca bu sahanın hipsometrik eğri ve hipsometrik integral analizleri de yine sahanın daha ayrıntılı yorumlanması için yapılmıştır.

### 5.2.1. Havza Şekli

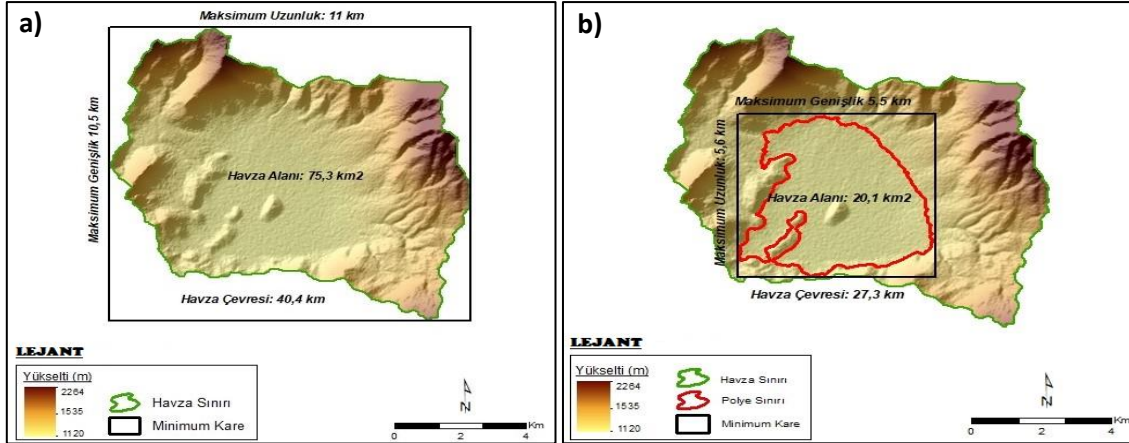
Havzaların şekli onların tektonik aktivitelerden ne derece etkilendikleri konusunda bilgi verebilmektedir. Tektonizma havzanın şekline her zaman etki edebilmektedir. Bu açıdan çalışmanın bu bölümünde Kır Dağları batısında yer alan karstik depresyonlarda tektonizmanın ne derecede etkili olduğu belirlenmeye çalışılmıştır.

Havzaların belirlenmesi ile birlikte indekslerin hesaplanmasında polyelerin ait olduğu havza alanı, havza çevresi, polye tabanı alanı, polye tabanı çevresi, genişlik ve uzunluk bilgileri minimum kare değeri kullanılarak elde edilmiştir. (Tablo 4) (Harita 7,8,9,10).

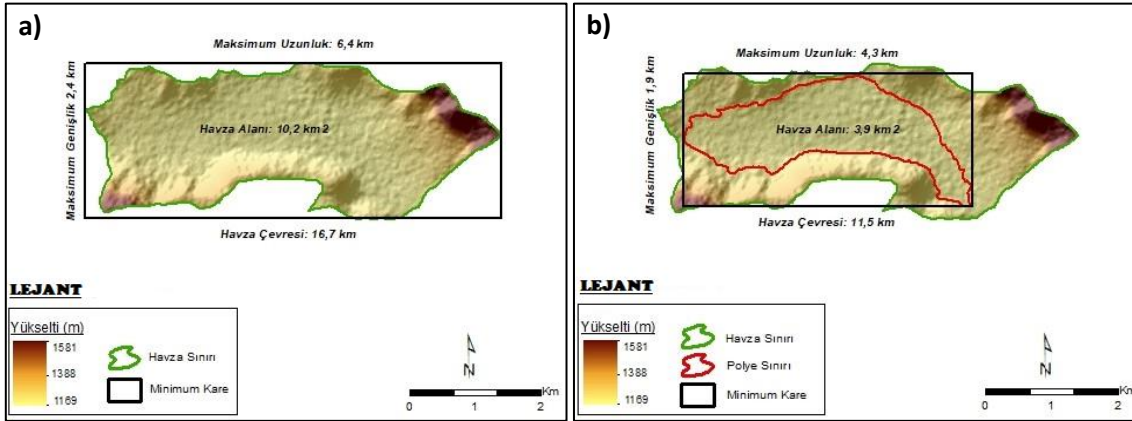
Tablo 4. Araştırma Sahasında Karstik Depresyonların Maksimum Yükseklik, Maksimum Genişlik, Alan ve Çevre Uzunluğu Değerleri

Depresyon Adı	Havza Türü	Maksimum Uzunluk (km)	Maksimum Genişlik (km)	Alan (km <sup>2</sup> )	Çevre Uzunluğu (km)
Kızılca Polyesi	Havza	11	10,5	75,3	40,4
	Polye	5,6	5,5	20,1	27,3
Ovacık Polyesi	Havza	6,4	2,4	10,2	16,7
	Polye	3,1	1,9	3,9	11,5
Kırkoluk Polyesi	Havza	6,7	5,3	22,3	20,8

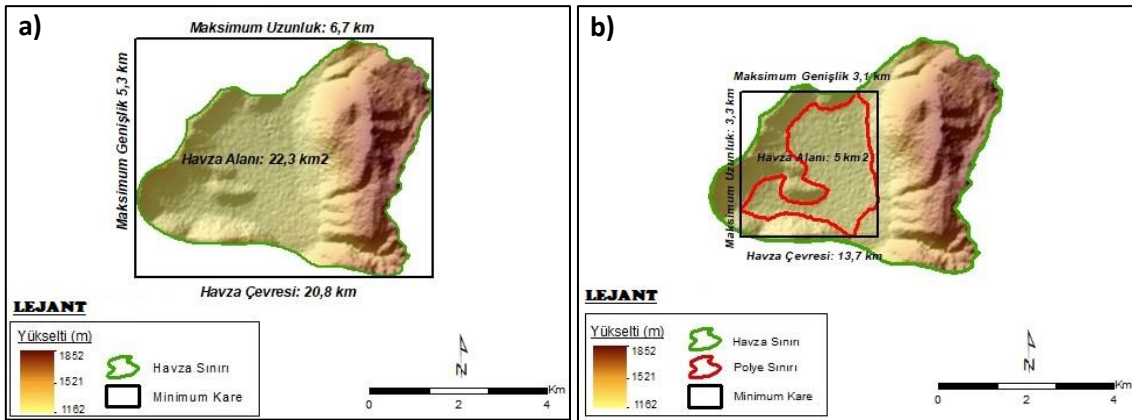
	Polye	3,3	3,1	5	13,7
Yoran Uvalası	Havza	7,7	6,3	3,3	24,4
	Uvala	3,7	3,3	6,4	13,1



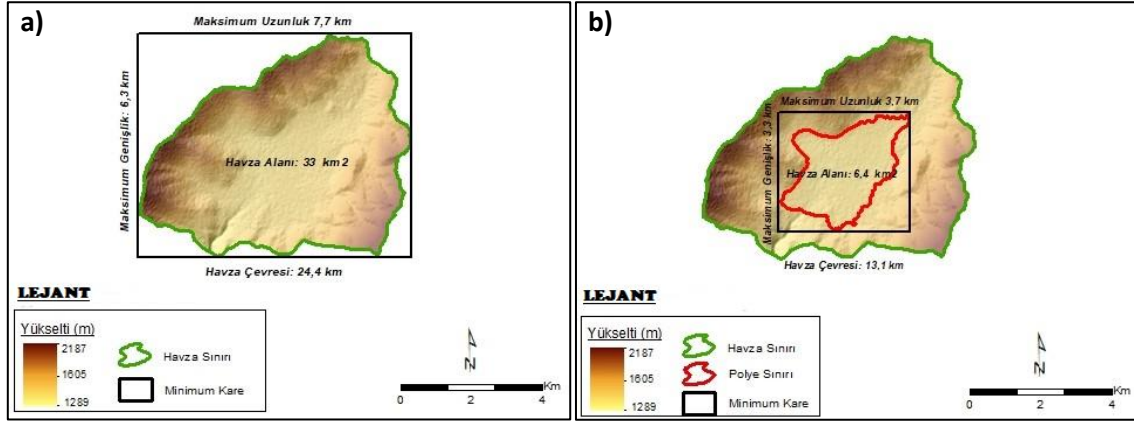
Harita 7. Kızılca Polye Havzası'na (a) ve Polyesi'ne (b) Ait Hesaplanan Minimum Kare Değerleri



Harita 8. Ovacık Polye Havzası'na (a) ve Polyesi'ne (b) Ait Hesaplanan Minimum Kare Değerleri



Harita 9. Kırkoluk Polye Havzası'na (a) ve Polyesi'ne (b) Ait Hesaplanan Minimum Kare Değerleri



Harita 10. Yoran Uvala Havzası'na (a) ve Uvalası'na (b) Ait Hesaplanan Minimum Kare Değerleri

#### 5.2.1.1. Uzanım (Re)

Uzanım indeksi kullanılarak yapılan hesaplama sonucunda çalışma sahasının uzanım değerleri Kızılca Polye Havzasında, 0,890, Ovacık Polye Havzasında 0,563, Kırkoluk Polye Havzasında 0,795, Yoran Uvalası havzasında ise 0,841'dir (Tablo 5).

Yine bu sahanın uzanım indeksi değerlendirmesine göre Kızılca Polyesi'nin uzanım indeksi 0,903, Ovacık Polyesi'nin 0,718, Kırkoluk Polyesi'nin 0,764, Yoran Uvalası'nın ise 0,771'dir (Tablo 5).

Bu sonuçlara göre Kızılca, Kırkoluk Polye Havzaları ve Polyeleri, Yoran Uvala Havzası ve Uvalası "**tektonik olarak aktif olmayan havza**" sınıfına girerken, Ovacık Polye Havzası ve Polyesi "**tektonik olarak hafif aktif havza**" sınıfına girmektedir.

#### 5.2.1.2. Basıklık (R<sub>c</sub>)

Basıklık indeksi kullanılarak yapılan hesaplama sonucunda çalışma sahasının basıklık değerleri Kızılca Polye Havzasında, 1,047, Ovacık Polye Havzasında 2,666, Kırkoluk Polye Havzasında 1,264, Yoran Uvalası havzasında ise 1,222'dir (Tablo 5).

Yine bu sahanın uzanım indeksi değerlendirmesine göre Kızılca Polyesi'nin uzanım indeksi 1,018, Ovacık Polyesi'nin 2,263, Kırkoluk Polyesi'nin 1,064, Yoran Uvalası'nın ise 1,121'dir (Tablo 5).

Bu sonuçlara göre Kızılca, Kırkoluk Polye Havzaları ve Polyeleri, Yoran Uvala Havzası ve Uvalası "**tektonik etki az olan havza**" sınıfına girerken, Ovacık Polye Havzası ve Polyesi "**tektonik etki fazla olan havza**" sınıfına girmektedir.

#### 5.2.1.3. Dairesellik (C)

Dairesellik indeksi kullanılarak yapılan hesaplama sonucunda çalışma sahasının dairelilik değerleri Kızılca Polye Havzasında, 0,579, Ovacık Polye Havzasında 0,459, Kırkoluk Polye Havzasında 0,647, Yoran Uvalası havzasında ise 0,696'dir (Tablo 5).

Yine bu sahanın uzanım indeksi değerlendirmesine göre Kızılca Polyesi'nin uzanım indeksi 0,338, Ovacık Polyesi'nin 0,370, Kırkoluk Polyesi'nin 0,334, Yoran Uvalası'nın ise 0,498'dir (Tablo 5).

Bu sonuçlara göre Kızılca, Kırkoluk Polye Havzaları ve Yoran Uvala Havzası "**daireselliğe yakın havzalar**" sınıfına girerken, Ovacık Polye Havzası "**daireselliğe uzak havzalar**" sınıfına girmektedir.

Yine sonuçlara göre Kızılca, Ovacık, Kırkoluk polyeleri ve Yoran Uvalası "**daireselliğe uzak havzalar**" sınıfına girmektedirler.

Tablo 5. Araştırma Sahasında Belirlenen Depresyonların Uzanım( $R_e$ ), Basıklık( $R_c$ ) ve Dairesellik( $C$ ) indeksi değerleri

Depresyon Adı	Havza Türü	Uzanım ( $R_e$ )	Basıklık ( $R_c$ )	Dairesellik ( $C$ )
Kızılca Polyesi	Havza	0,890	1,047	0,579
	Polye	0,903	1,018	0,338
Ovacık Polyesi	Havza	0,563	2,666	0,459
	Polye	0,718	2,263	0,370
Kırkoluk Polyesi	Havza	0,795	1,264	0,647
	Polye	0,764	1,064	0,334
Yoran Uvalası	Havza	0,841	1,222	0,696
	Uvala	0,771	1,121	0,468

### 5.2.2. Hipsometrik Analizler

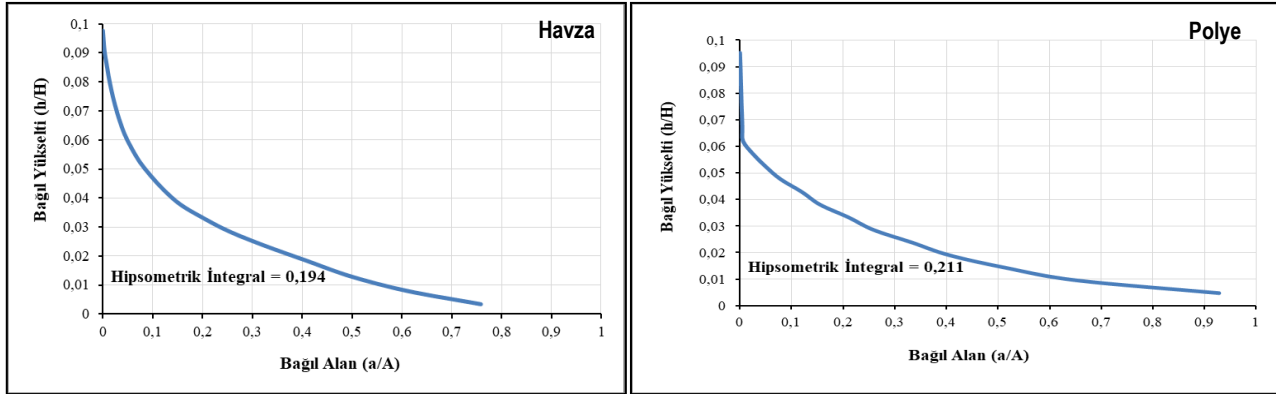
Hipsometrik analiz, bir kara kütesinin zemin yüzey alanının yüksekliğe göre dağılımının incelenmesi olarak tanımlanmaktadır (Strahler, 1952). Çalışma sahasındaki depresyonların erozyondan ne derecede etkilendiklerini belirlemek amacıyla sahaya hipsometrik analizler uygulanmıştır.

Hipsometrik analizlerde; bağıl alan ( $a/A$ ) ve bağıl yükselti ( $h/H$ ) değerlerinin belirlenmesi için araştırma sahasına ait DEM (Digital Elevation Model) verisi kullanılmıştır. Sahada yer alan her bir depresyon için ArcMap 10.8 programında Spatial Analyst Tools/Reclass/Reclassify araçları kullanılarak 20 farklı yükselti aralığında sınıflandırma işlemi yapılmıştır.

#### 5.2.2.1. Hipsometrik Eğri ( $H_c$ )

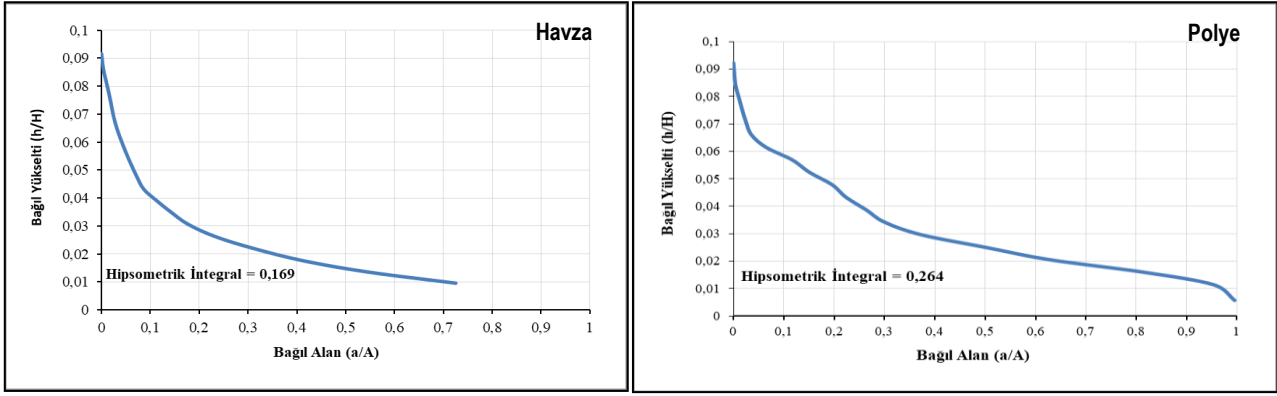
Kır Dağları batısındaki Kızılca, Ovacık, Kırkoluk ve Yoran depresyonlarına uygulanan hipsometrik analizler sonucunda hipsometrik eğriler elde edilmiştir. Buna göre Kızılca Polye Havzasında ve Ovacık Polye Havzasında **“iç bükey-yaşlı”**, Kırkoluk Polye Havzasında ve Yoran Uvalası havzasında ise **“S şekline yakın-yaşlılık evresine geçiş dönemi”** hipsometrik eğriler elde edilmiştir (Grafik 2,3,4,5).

Yine Kızılca Polyesi'nde **“iç bükey-yaşlı”** hipsometrik eğri, Ovacık Polyesi ve Kırkoluk Polyesi'nde **“S şekline yakın-yaşlılık evresine geçiş döneminde”** bir eğri elde edilirken Yoran Uvalası'nda ise **“S şekli-olgun”** hipsometrik eğri elde edilmiştir (Grafik 2,3,4,5). Uygulanan hipsometrik eğri ve hipsometrik integral değerlerine göre Kır Dağları batısında bulunan depresyonların arasında en genç olanının Yoran Uvalası olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Tablo 6).

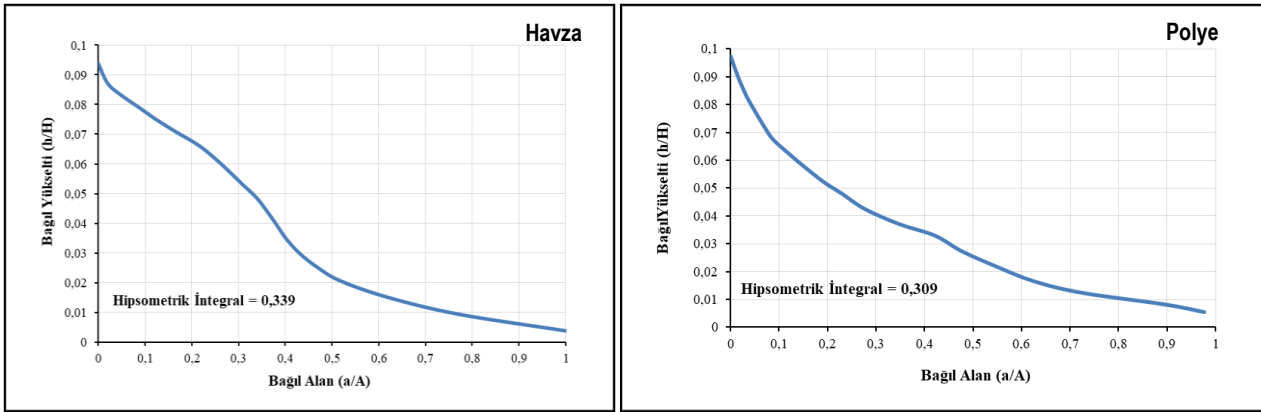


Grafik 2. Kızılca Polyesi'ne Ait Hipsometrik Eğri Grafiği ve Hipsometrik İntegral Değeri

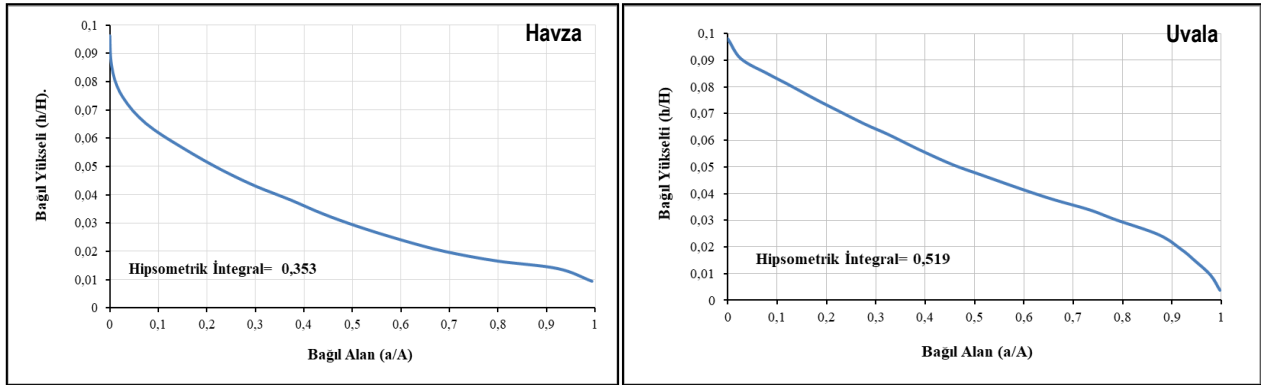




**Grafik 3. Ovacık Polyesi'ne Ait Hipsometrik Eğri Grafiği ve Hipsometrik İntegral Değeri**



**Grafik 4. Kırkoluk Polyesi'ne Ait Hipsometrik Eğri Grafiği ve Hipsometrik İntegral Değeri**



**Grafik 5. Yoran Uvalası'na Ait Hipsometrik Eğri Grafiği ve Hipsometrik İntegral Değeri**

### 5.2.2.2. Hipsometrik İntegral (Hi)

Hipsometrik İntegral analizi kullanılarak yapılan hesaplama sonucunda çalışma sahasının hipsometrik integral değerleri Kızılca Polye Havzasında, 0,194, Ovacık Polye Havzasında 0,169, Kırkoluk Polye Havzasında 0,339, Yoran Uvalası havzasında ise 0,353'dir(**Tablo 6**).

Yine bu sahanın uzanım indeksi değerlendirmesine göre Kızılca Polyesi'nin uzanım indeksi 0,211, Ovacık Polyesi'nin 0,264, Kırkoluk Polyesi'nin 0,309, Yoran Uvalası'nın ise 0,519'dir(**Tablo 6**).

Kır Dağları batısında bulunan karstik depresyonlar üzerinde uygulanan hipsometrik analizler sonucunda elde edilen değerler aşağıda verilen tablodaki gibidir (**Tablo 6**).

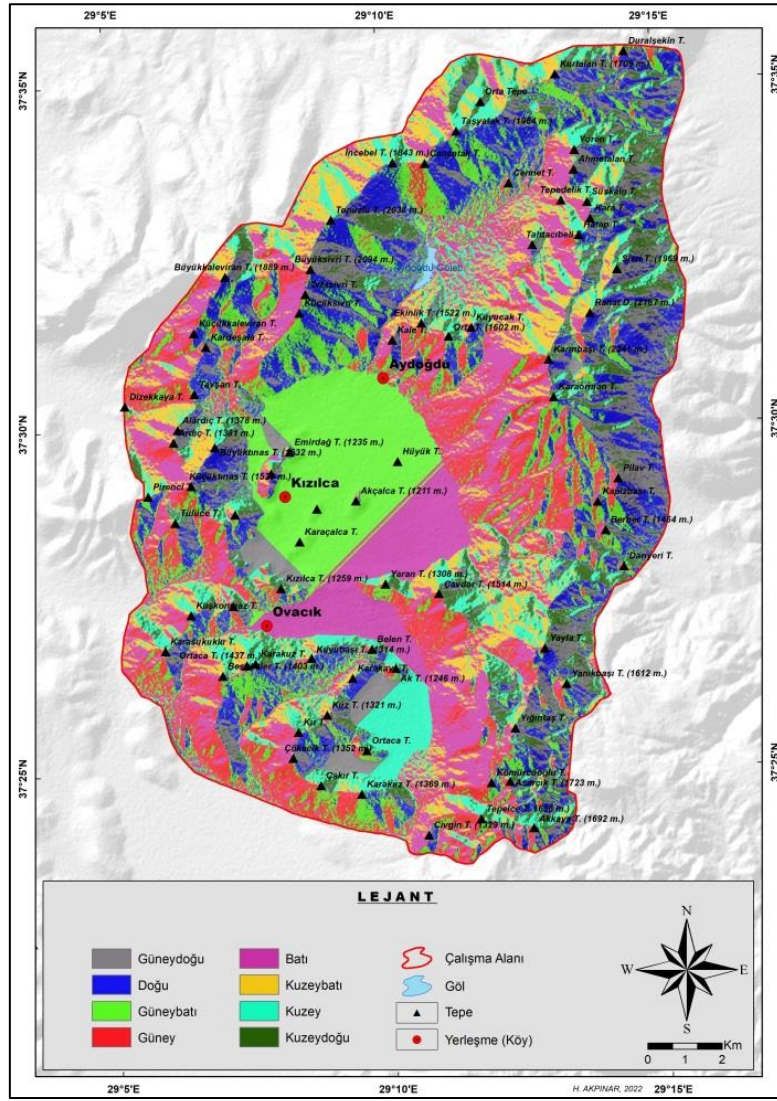
Tablo 6. Araştırma Sahasında Karstik Depresyonların Hipsometrik Eğri Grafiği Ve Hipsometrik İntegral Değeri

Depresyon Adı	Havza Türü	Hipsometrik Eğri (H <sub>c</sub> )	Hipsometrik İntegral (H <sub>i</sub> )
Kızılca Polyesi	Havza	İç Bükey	0,194 (Yaşlı)
	Polye	İç Bükey	0,211 (Yaşlı)
Ovacık Polyesi	Havza	İç Bükey	0,169 (Yaşlı)
	Polye	S şekline yakın	0,264 (Yaşlılık Evresine Geçiş)
Kırkoluk Polyesi	Havza	S şekline yakın	0,339 (Yaşlılık Evresine Geçiş)
	Polye	S şekline yakın	0,309 (Yaşlılık Evresine Geçiş)
Yoran Uvalası	Havza	S şekline yakın	0,353 (Yaşlılık Evresine Geçiş)
	Uvala	S şekli	0,519 (Olgun)

### Sonuç ve Değerlendirme

Batı Toros karst kuşağında yer alan çalışma sahasında daha çok Mesozoyik yaşlı kireç taşları geniş yayılım göstermektedir. Kireç taşlarının oldukça yaygın olduğu bu sahada neotektonik dönemde meydana gelen bir takım kırılmaların alçalma-yükselme hareketlerine neden olması sonucunda Kır Dağları kütlesi bir horst olarak yükselirken Kır Dağları'nın batısında bulunan saha alçalarak graben oluşturmuştur. Bu alçalma-yükselme hareketleri neticesinde oluşan yükselti farkı sebebiyle sahada aşınım faaliyetlerinin etkisi artmış ve eğimin azaldığı grabenler alüvyonlarla dolgulanmıştır. Bu faaliyetler sonucunda araştırma sahası diğer koşullarında uygun olmasıyla birlikte karst topoğrafyasına dair tipik yer şekillerinin görüldüğü bir saha haline gelmiştir.

Araştırma sahasının en alçak kesiminden en yüksek kesimine kadar birçok karstik şekil oluşmuştur. Sahada en alçak kesimi oluşturan ova tabanlarında yani polyelerde şahit tepe ve düdenlere rastlanılmaktadır. Kır Dağları batısındaki sahada tipik polye örnekleri bulunmaktadır. Kızılca, Ovacık ve Kırkoluk depresyonları tabanlarının düz ve düze yakın olması, düdenlerinin varlığı ve şahit tepelere sahip olmaları açısından birer karst ovası (polye) olarak tanımlanabilmektedirler. Ancak arazi çalışmalarında yapılan gözlemler ve bu gözlemlerin büro çalışmaları ile denştirilmesi sonucunda Yoran depresyonunun bir polye olmaktan daha çok polye olmaya doğru giden uvala karakterinde olduğu düşünülmektedir. Zira akademik çalışmalarda polyeler sıklıkla zemini düz ve düze yakın, içerisinde düdenleri bulunan ve şahit tepelere sahip olan depresyonlar olarak tanımlanmaktadır. Bu sebeple Yoran depresyonunun tabanının arızalı oluşu, düdenleri ve şahit tepelerin bulunmaması nedeniyle bu depresyonun polyeden daha çok bir uvala olduğunu işaret etmektedir. Nitekim ArcMap 10.8 programında oluşturulan akım yönü haritası da bu iddiamızı desteklemektedir. Bu haritada Kızılca, Ovacık ve Kırkoluk polye tabanları bir veya iki renk ile temsil edilirken Yoran depresyonu ise birçok farklı renk ile temsil edilmektedir. Bu durum Yoran depresyonunun Kızılca, Ovacık ve Kırkoluk depresyonlarından farklı değerlendirilmesi gerektiğinin bir delilidir (**Harita 11**).



**Harita 11. Araştırma Sahasının Akım Yönü Haritası**

Araştırma sahasında yer alan Kızılca, Ovacık, Kırkoluk polyeleri ve Yoran Uvalası'nda erozyonel aktivitelerin ve tektonizmanın etkinlik derecesinin belirlenebilmesi için çeşitli analizler uygulanmıştır. Bu depresyonlar üzerinde tektonizma etkisinin belirlenebilmesi için havza şekli analizinde uzanım, basıklık ve dairesellik indeksleri kullanılmıştır. Havza alanlarına uygulanan uzanım, basıklık ve dairesellik indeks sonuçları tektonik aktiviteyi temsiliyeti açısından bazı alanlarda farklı sonuçlar vermiştir. Bunun başlıca nedenleri arasında polye, uvala ve bunları çevreleyen havza alanlarını şekillendiren birimlerin litolojik özellikleri, fayların türleri ve aktivitesidir. Örneğin Kızılca Polyesi uzanım indeksine göre tektonik olarak aktif olmayan, basıklık indeksine göre tektonik etki az ancak dairesellik indeksine göre ise dairesellikten uzak ve genç olduğu sonucuna varılmaktadır. Bu farklılığın nedeni ise uygulanan bu indekslerin depresyonların şekil özelliklerini esas almasıdır. Çalışma sahasının blok tektonik hareketlerle şekillenen bir saha içerisinde yer alması nedeniyle saha içerisinde bulunan depresyonların oluşumlarında tektonizmanın etkisi göz ardı edilemezken bu depresyonlar içerisinde farklı litolojik özelliklere sahip kayaların bulunması gelişimlerini ve günümüzdeki şekilleri almalarını etkileyen önemli bir durumdur. Bu durum depresyonlara uygulanan indekslerin bazen farklı sonuçlar üretmesi ile açıklanabilir. Havza şekli indekslerinin uygulanması ile ortaya çıkan bu sonuçlar, çalışma sahası içerisinde bulunan depresyonların şekilsel özelliklerinin belirlenmesinde daha çok litolojik özelliklerin ön plana çıkmasının etkili olduğu şeklinde izah edilebilir.

Araştırma sahasının batısında bulunan karstik depresyonlar üzerinde uygulanan hipsometrik analizler sonucunda ortaya çıkan hipsometrik eğri ve hipsometrik integral değeri, çalışma sahasında yer alan depresyonların erozyonel faaliyetler sonucunda ne derecede aşındırıldıkları sonucuna ulaşılmaktadır. Çalışma sahası tektonik olarak çok fazla fay içermemekle beraber hipsometrik analizler sonucunda belirlenen aşındırmanın litolojinin etkisinde geliştiği söylenebilir. Çalışma sahasında yer alan geniş depresyonlar üzerinde yapılan hipsometrik analizler sonrasında ortaya çıkan sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu bağlamda çıkan sonuçlara bakıldığında Yoran Uvalası "S" şeklinde bir eğriye ve 0,519 hipsometrik integral değerine sahip olmasından dolayı güneyinde yer alan diğer depresyonlara göre daha genç bir depresyondur. Bu

da Yoran depresyonunun bir uvala olduğu iddiasını destekler niteliktedir. Yine sonuçlara bakıldığında Kızılca Polyesi "içbükey" bir eğriye ve 0,211 integral değerine sahip olmasından dolayı diğer depresyonlara göre daha yaşlı bir depresyondur.

Bu saha insanlar tarafından tarım ve hayvancılık faaliyetleri bakımından yoğun olarak kullanılan bir sahadır bu nedenle araştırma sahası ve benzer sahalarda yapılacak bu tarz çalışmalar buradaki tarım ve hayvancılık faaliyetleri başta olmak üzere bütün ekonomik faaliyetlerin sürdürülebilirliği noktasında önemli bilgiler vermektedir. Sahanın jeolojik, jeomorfolojik, hidrografik özellikleri başta olmak üzere bitki örtüsü, toprak ve diğer temel özellikleri ile beşeri faaliyetler arasında çok sıkı bir ilişki bulunması nedeniyle karstik depresyonların yeraltı suyu bilançosundan erozyon riskine kadar birçok konuda bu çalışmalar temel bilgi içeren çalışmalar niteliğinde olup kıymeti haizdir.

### Kaynakça

- Akdeniz, N., (2011). 1:100.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları Denizli-N 22 paftası, (Yayın No: 164). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi.
- Akkuş, A., (2007). *Jeomorfolojiye Giriş*. (2. Baskı) Eğitim Kitapevi Yayınları.
- Akpınar, H., (2022). *Kır Dağları Batısındaki Sahanın Jeomorfolojik ve Morfometrik Özellikleri*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış).
- Atayeter, Y., (2005). Batı Toroslar'da Aksu Çayı Havzası'nın Karst Jeomorfolojisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Burdur Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6, 87- 100.
- Bayrakdar, C., Döker, M. F., ve Keserci, F. (2020). Polyelerde hatalı arazi kullanımların sebep olduğu afetlere bir örnek: 31 Ocak 2019 Kayaköy Polyesi taşkını. *Coğrafya Dergisi*, (41), 109-128.
- Bonacci, O., (1987). Karst Hydrology With Special References to the Dinaric Karst. *Springer Series in Physical Environment*, (pp.194).
- Cuong, N. Q. & Zuchiewicz W. A., (2001). Morphotectonic Properties of the Lo River Fault Near Tam Dao in North Vietnam, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 1, 15-22.
- Doğan, U., (1997), Suğla Ovası ve Çevresinin Fiziki Coğrafyası, Ankara Üniv. Sos. Bil. Enst., (Yayınlanmamış Doktora Tezi), Ankara.
- Fick, S.E. & R.J. Hijmans, (2017). WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 37 (12): 4302-4315.
- Ford, D. C. & Williams, P. W. (1989). *Karst Geomorphology and Hydrology*. Harpercollins Publishers Ltd.
- Ford, D. C. & Williams, P., (2007). *Karst Hydrology and Geomorphology*, John Wiley & Sons Ltd., London.
- Fural, Ş., Cürebal, İ., ve İnan, F. (2019). Elmalı'da (Antalya) yağışın tetiklediği sel, taşkın ve çamur akıntısı afetlerinin jeomorfolojik analizi. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (3), 49-61.
- Harita Genel Komutanlığı. Türkiye Topografya Haritaları, 1:25.000 Ölçekli Denizli – M22-d3, M22-d4, N22-a1, N22-a2 Paftaları. Ankara: Harita Genel Komutanlığı Yayınları.
- Gams I., (1994). Types of The Poljes in Their Slovenia, Their Inundations and Land Use, *Acta Carsologica*, XXIII, pp. 285-302, Ljubljana.
- Güldalı, N. (1976). Akseki Polyesi, Toroslar'm karstik bölgelerindeki dağarası ovalarının oluşumu ve gelişimi. *Bulletin of the Geological Society of Turkey*, 19, 143-148.
- Güneysu, A. C. (1993). Batı Toroslar'da Neotektonik Hareketlerinin Karstlaşma Üzerindeki Etkileri ve Karstlaşmanın Evrimi (Eğirdir-Beyşehir-Antalya Karst Alanı). *Türk Coğ. Der. S: 28, s:329-336*, İstanbul.
- Güner, İ. (2011), Muğla ve çevresindeki yerleşmelerin gelişmelerini etkileyen coğrafi faktörler. *Muğla Üniversitesi sosyal bilimler enstitüsü Dergisi*, (4).
- Hoşgören, M. Y., (2015). *Jeomorfolojinin Ana Çizgileri II*. (6. Baskı) İstanbul: Çantay Kitapevi.
- Kara, H. (2001). *Akçay Havzası'nın Jeomorfolojisi*, Marmara Üniversitesi, Doktora Tezi.
- Keller, E.A. & Pinter, N., (2002). *Active Tectonics: Earthquakes, Uplift, and Landscape* (2. Edition), Prentice Hall, New Jersey.

- Keser, N. (2004), Sarıbelen (Sidek) Polyesi ve Katran Dağı'nın Karst Jeomorfolojisi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (10).
- Keser, N. (2008). Çukurbağ Polyesi'nin jeomorfolojik evrimi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (18), 114-133.
- Köppen, W. & Geiger, R. (1954). *Klima der Erde (Climate of the earth)*. Wall Map 1:16 Mill. Klett-Perthes, Gotha.
- Kurt, H., (2001). Eynif Polyesi (Antalya-Türkiye). *e-Marmara Coğrafya Dergisi (elektronik)*, 1(3).
- Morgenstern, A., Grosse, G., Günther, F., Fedorova, I., & Schirmeister, L. (2011). Spatial analyses of thermokarst lakes and basins in Yedoma landscapes of the Lena Delta. *The Cryosphere*, 5(4), 849-867.
- Nazik, L., ve Poyraz, M. (2015). Gelişiminde, Karstlaşmanın İklim Değişikliklerinin Önüne Geçtiği Tektono-Karstik Bir İç Havza: Konya Kapalı Ovası. *Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu*, 15-17.
- Ozener, S. F. (2003). Elmalı (Antalya) Polyesinde Karagöl ve Avlan Göllerinin kurutulmasından önceki ve sonraki şartların karşılaştırılması. Sırrı Erinç Semp. (11-13 Eylül 2003) Bildiri Özetleri Kitabı, 107-118.
- Öztürk, M. Z., Çetinkaya, G., ve Aydın, S. (2017). Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Türkiye'nin iklim tipleri. *Coğrafya Dergisi*, (35), 17-27.
- Pedreira, A., Pérez-Peña, J. V., Galindo-Zaldívar, J., Azañón, J. M., & Azor, A. (2009). Testing the Sensitivity of Geomorphic Indices in Areas of Low-Rate Active Folding (Eastern Betic Cordillera, Spain), *Geomorphology*, 105(3-4), 218-231.
- Pekcan, N., (2019). *Karst Jeomorfolojisi*. İstanbul: Filiz Kitapevi.
- Sarp, G., (2012). *Identification of Morphometric Properties of Basins Located on Western Part of NAFZ*, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Doktora Tezi.
- Strahler, A. N., (1952). Hypsometric (Area - Altitude) Analysis of Erosional Topography, *Geological Society of America Bulletin*, 63(11), 1117-1142.
- Şimşek, M., Doğan, U., ve Öztürk, M. Z. (2020). Polyelerin sınıflandırılması ve Toroslardan örnekler. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (5), 1-14.
- Şimşek M., Öztürk, M. Z., Doğan, U., ve Utlu, M., (2021). Toros Polyelerinin Morfometrik Özellikleri, *Coğrafya Dergisi*, (42), ss. 101-119.
- Tuncer, K., (2021a). Tektonik Olarak Karmaşık Bir Bölgede Yer Alan Barz Polyesi (Tavas, Denizli): Oluşumu, Gelişimi ve Jeomorfolojik Özellikleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, (77), ss. 99-118.
- Tuncer, K., (2021b). Barz, Ovacık, Kızılcıca Havzalarında (Denizli) Karstifikasyonu Belirleyen Parametreler ve Karstın Gelişimi. *Turkish Studies - Social*, 16(4), 1621-1658.
- Tuncer, K., (2021c). Aydoğdu, Kızılcıca, Ovacık ve Kırkoluk Polyelerinin (Tavas, Denizli) Morfometrik Özellikleri ve Jeomorfolojik Evrimi. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (7), 82-108.
- Zeybek, H. İ. (2004). Türkiye'de karstik alanların korunma gerekliliği ve alınabilecek bazı önlemler. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 11, 93-116.

## Extended Abstract

### Aim and Scope

The fact that the poljes are plains containing wide plains in high and defected areas has enabled them to be used as agriculture and settlement areas by people. Poles have some disadvantages as well as the advantage of being wide plains in defective areas. For example, since poljes are generally hydrologically closed depressions with karstic drainage, agricultural and residential areas in these areas are damaged by floods from time to time. In order to produce correct and effective solutions to these and similar problems, it is necessary to determine the factors that are effective in the formation and development of such karstic depressions. For this purpose, various analyzes are carried out to reveal the degree of tectonism and erosion activity on the depressions in the research area.

### Methods

First, a comprehensive literature review was carried out in the study. GIS (Geographical Information Systems) was used in the making of the maps included in the study. These maps were produced using 1/25.000 scale topographic maps

obtained from the General Directorate of Maps. A DEM (Digital Elevation Model) data of the study area was obtained by performing various digitization processes on these maps.

The location, geology, geomorphology, flow direction, fault density, soil properties and vegetation maps of the study area were created in the ArcMap 10.8 program with the DEM data produced in the study and the data obtained from the relevant institutions.

In the study, watershed boundaries were determined by automatic and semi-automatic methods in ArcMap 10.8 and Global Mapper 23.1 programs to be used in the morphometric analysis section. The borders of the polje were determined by considering the tectonism, slope, lithological units, geomorphological units and land conditions in the field. Morphometric analyzes were applied to determine the tectonic activity and the efficiency of erosion in the field. Elongation (Re), Kurtosis (RC), Circularity (C) indexes were applied to determine the efficiency of tectonic activity in the field. Hypsometric Curve (HC) and Hypsometric Integral (HI) indices were used to determine erosion efficiency. In addition, on-site observations were made with field studies. Dji Mavic 2 Pro Drone, Canon camera and Garmin Etrex GPS tools were used during these field studies.

### **Findings**

There are five major karst depressions in the west of the Kır Mountains that form the study area. The northernmost depression among these depressions is called Yoran Plateau by the local people. Observations and office studies show that this depression is a depression of uvala character. The biggest depression in the study area is Kızılca Polje. This depression has a typical polje feature because it has a flat bottom and contains hums and sinkhole. The Ovacık depression, located just south of the Kızılca Polje, has a flat ground and the waters accumulating here are discharged with a sinkhole, which indicates that this depression is a polje. Kirkoluk depression is located in the south of the study area. This depression has a fairly flat ground, but no sinkhole visible on the face could be detected in it. According to the observations made, it is understood that this depression is a polje.

Morphometric analyzes were applied on these depressions in the study area. The purpose of applying these analyzes is to determine the severity of tectonism and erosion activities on the Yoran, Kızılca, Ovacık and Kirkoluk depressions. Basin shape analyzes were applied to determine the tectonism severity in depressions. Elongation, Kurtosis and Circularity indices, which are included in the basin shape analysis, were used. As a result of these indices, Kızılca Polje was included in the class of "tectonically inactive basin", "basin with low tectonic effect" and "basins close to circularity". As a result of these indices, Ovacık Polje was included in the class of "tectonically active basin", "basin with high tectonic impact" and basins far from circularity. Finally, as a result of these indices, Kirkoluk Polje was included in the class of "tectonically inactive basin", "basin with low tectonic impact" and "basins far from circularity".

Hypsometric analyzes were applied to determine the severity of erosion on the depressions in the study area. Hypsometric Curve and Hypsometric Integral values were calculated within these analyses. As a result, Yoran Uvalasi was determined as the youngest depression and Kızılca Polje was determined as the oldest depression.

### **Conclusion**

As a result, the depressions in the west of the Kır Mountains are the shapes formed as a result of karstification. Some factors were effective in the formation and development of these shapes formed as a result of karstification. While tectonism effect is seen in Yoran Uvala and Ovacık Polje, this effect cannot be mentioned in Kızılca and Kirkoluk Poles. In some studies, Yoran has been described as a depression pole. But analyzes and observations prove that this depression is a uvala. As a matter of fact, hypsometric analyzes revealed that Yoran depression is a younger depression than other depressions.