

DOI: 10.26650/JGEOG411356

COĞRAFYA DERGİSİ
JOURNAL OF GEOGRAPHY
36 (2018)

<http://jgeography.istanbul.edu.tr>


Dedegöl Dağı'ndaki Glasiyal Sirklerin Morfometrik Özellikleri

Morphometric Characteristics of the Glacial Cirques on Mount Dedegöl

Zeynel ÇİLĞİN¹*, Cihan BAYRAKDAR²*

¹Munzur Üniversitesi, Tunceli Meslek Yüksek Okulu Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Tunceli, Türkiye

²İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, İstanbul, Türkiye

ÖZ

Türkiye'nin güneybatısında, Batı Toroslar dağ kuşağında yer alan Dedegöl Dağı'nda (2992 m) bulunan 30 glasiyal sirk morfometrik özelliklerinin belirlenmesinin hedeflendiği bu çalışmada, sirklerin bakı, yükselti, eğim, boyut, şekil özelliklerinin analizi ve gelişim aşamalarına göre sınıflandırılması morfometrik parametreler çerçevesinde yapılmıştır. Sirkler temelde, buzul öncesi topografya, yükselti ve bakı etkisine, kısmen de lokal tektonik ve jeolojik yapıya bağlı olarak gelişmiş ve farklı özellik kazanmışlardır. Sirklerin dörtte üçüne yakın bölümü (73,3), güneş radyasyonuna daha az maruz kalan K, KD ve KB yönlerde gelişmiştir. Sirklerin ortalama taban yükseltisi 2543 m olup, kuzeye bakan yamaçlarda sirkler daha düşük kotlarda gelişme imkanı bulmuşlardır. Sirklerin morfometrik ölçümlerinden, ortalama 600 m uzunluk, 534 m genişlik ve 0,27 km² alan değerleri elde edilmiş, sirk uzunluğunun genişlikten biraz daha fazla olduğu görülmüştür. Buzul vadisi başlangıç noktasında, buzul vadisi yamaçlarında ve buzul vadisinden bağımsız noktalarda gelişim gösteren sirkler; sirk teknesi, basit, basamaklı ve birleşik sirk formunda olmak üzere farklı şekilsel özelliklere sahip olmuşlardır. Sahada iyi gelişmiş 11 sirk mevcutken, diğer 19 sirk ya iyi gelişmemiş ya da orta derecede gelişmiş oldukları belirlenmiştir. Buzullaşmaların ilk başladığı dönemde, uygun lokalitede bulunan sirklerin pozitif geri besleme ile daha hızlı gelişim göstererek iyi gelişmiş olgun sirklere dönüştüğü değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Glasiyal sirk, sirk morfometrisi, Dedegöl Dağı

ABSTRACT

This study investigates the morphometric characteristics of 30 glacial cirques developed on Mount Dedegöl (2992 m) in the western Taurus mountain belt of southwestern Turkey. The elevation, slope, size, and shape characteristics of the cirques are analyzed and classified according to their developmental stages based on morphometric parameters. The development of cirques and their distinctive features are basically due to the pre-glacial topography, elevation, and aspect, and partly due to the local tectonic and geological structures. Nearly three-quarter of the cirques (73.3%) were developed in the N, NE, and NW aspects, which area less exposed to solar radiation. The average floor altitude of the cirques is 2543 m, and on the north-facing slopes, the cirques grew at lower elevations. From the morphometric measurements of the cirques, their mean length, width, and area are 600 m, 534 m, and 0.27 km², respectively, revealing that the lengths of most cirques are slightly larger than the corresponding widths. The cirques have distinctive features regarding forms, as they exist as troughs or simple, staircase, or compound cirques, and they are located at the head or slopes of the glacial valleys, or on an area isolated from the valley. We assessed and classified the cirques according to their developmental stages. The assessment results show that there are 11 well-developed cirques in the mountain and the remaining 19 are either moderately or poorly developed. The evaluation also shows that at the onset of the glaciations, the appropriately located cirques developed into mature cirques because of the facilitative environment.

Keywords: Glacial cirque, cirque morphometry, Mount Dedegöl

Geliş tarihi/Received: 30.03.2018 • **Kabul tarihi/Accepted:** 03.05.2018 • **Online yayın tarihi/Online published:** 17.05.2018

Sorumlu yazar/Corresponding author: Zeynel ÇİLĞİN / zeynelcilgin@gmail.com

Atıf/Citation: Çilgin, Z., Bayrakdar, C. (2018). Dedegöl Dağı'ndaki glasiyal sirklerin morfometrik özellikleri. *Coğrafya Dergisi*, 36, 27-48.

<https://doi.org/10.26650/JGEOG411356>



EXTENDED ABSTRACT

This study investigates the morphometric characteristics of 30 glacial cirques on Mount Dedegöl (2992 m) in southwestern Turkey. The elevation, slope, size, and shape characteristics of the cirques are analyzed and classified according to their developmental stages based on morphometric parameters.

Mount Dedegöl is situated in the west of Beysehir Lake in a sub-region called The Lakes District (Göller Yöresi) in the Mediterranean Basin. The mountain, as a part of the Western Taurus orogenic belt, extends from south to north. It approximately has a length of 12 km in the north—south direction and a width of 5—6 km in the east—west direction.

The exposed bedrocks in the mountain massif are thick carbonate deposits of the Mesozoic era. The glacial erosional areas corresponding to the high sections of the mountain consist of completely massive limestones, mainly Dipoyraz Formation. Because of the glaciations that occurred during Quaternary cold periods, the higher sections of the Mount Dedegöl have evidences of erosional and depositional land forms of glacial topography. Glacier valleys over 7 km long, numerous cirques, and moraine deposits are evidences of the Pleistocene glaciation. The cirques are the most prominent glacial landform of all the six glaciated areas on Mount Dedegöl. They are usually located in the head of the glacier valley, and the glacier valleys begin with one or more cirques. Morphometric analyses of the cirques are carried out in detail in the study area, using modified forms of the methods created by Evans and Cox (1974; 1995) and Evans (2006), which have also been used by various researchers (e.g., Davis, 1999; Hughes, Gibbard, & Woodward, 2007; Marinescu, 2007; Mîndrescu, Evans, & Cox, 2010; Simoni, 2011). The morphometric parameters are based on a set of definitions formulated by Evans and Cox (1974; 1995).

The values obtained by the morphometric measurements of the glacial cirques on Mount Dedegöl are mostly within certain limits and are close to the mean values. The morphometric properties of the cirques are discussed separately in terms of elevation, size, slope, and aspect. On Mount Dedegöl, 30 glacial cirques with distinct characteristics have been identified. Cirques were formed and developed in six sub-glaciated areas on the mountain: Sayacak, Kisbe Dere, Elma Dere, Karagöl, Muslu, and Kar Çukuru. The development and differentiation of the cirques are basically due to the pre-glacial topography, altitude, and aspect, and partly due to local tectonic and geological structures. Nearly three-quarter of the cirques (73.3%) were developed in the N, NE, and NW aspects, which area less exposed to solar radiation, thereby facilitating cirque growth. Only two cirques were developed in the SE and W aspects each because of unfavorable conditions, which include the local topographical conditions, ridges orientations, and pre-glacial valleys.

The average floor altitude of the all cirques is 2543 m, and on the north-facing slopes, the cirques grew at lower elevations. Four cirques below 2400 m were developed in the north aspect. Cirques facing the SE and W directions were developed on relatively higher elevations. From the morphometric measurements of the cirques, their mean length, width, and area are 600 m, 534 m, and 0.27 km², respectively, revealing that the lengths of most cirques are slightly larger than the corresponding widths. We found that length exceeds width in 19 cirques, while width exceeds length in 9 cirques, and 2 cirques had equal lengths and widths.

The cirques have an average area of 0.27 km², which is slightly below the ideal cirque size. The average circularity index for the cirques is 0.76, and 13 cirques exceed 0.8. The circularity index is close to the upper limit value (0.8), indicating that the cirques are nearly circular. In the study area, the mean inclination angle of the cirques slopes is 28°, with the floor slope being 13° and the wall slope being 42°. These figures fall in the ideal range.

The cirques have cave distinctive features regarding their forms, as they exist as troughs or simple, staircase, or compound cirques, and they are located at the head or slopes of the glacial valley or on an area isolated from the valley. We identified 10 simple cirques, 3 cirque troughs, 8 compound cirques, and 9 staircase cirques. Furthermore, 6 cirques are located at the head of the valleys, 21 on the slopes of the valleys and 3 in isolated areas irrelevant to the glacial valley.

We evaluated and classified the cirques according to their developmental stages. The evaluations results show that there are 11 well-developed cirques on the mountain, and the remaining 19 are moderately or poorly developed. There is no direct correlation between the developmental stages of the cirques and their elevation. Several well-developed cirques were also grown at relatively low elevations, such as 2300—2400 m. The local factors which influenced the cirques development include prep-glacial topography, aspect, altitude, and geological structure. The evaluations also show that at the onset of the glaciations, the cirques located at the favorable locations developed into mature cirques by growing in a facilitative environment.

1. GİRİŞ

Sirkler, dağ buzullaşmalarında en sık rastlanılan aşınım şekillerinden biridir. Genellikle amfiteatr, yarım daire veya elips şeklindeki çanaklardır (Erinç, 1971; Turoğlu, 2011). Sıklıkla buzul vadilerinin yukarı kesimlerinde bulunurlar. Şekilleri buzul aşınımı kontrolünde gerçekleşir ve dağlık alanlarda oluşan buzullaşmaların başlıca kanıtları arasında kabul edilmektedir (Evans, 1997). Buzullaşmanın başladığı ve yayılış gösterdiği alanların göstergesi olmakla birlikte paleoklim verileri de sunmaktadırlar. Sirklerin, özellikle eski buzulların ve iklimlerin karakteri hakkında kantitatif ve kalitatif veri sunabileceği belirtilmektedir (örn. Hughes, Gibbard ve Woodward, 2007; Mîndrescu, Evans ve Cox, 2010).

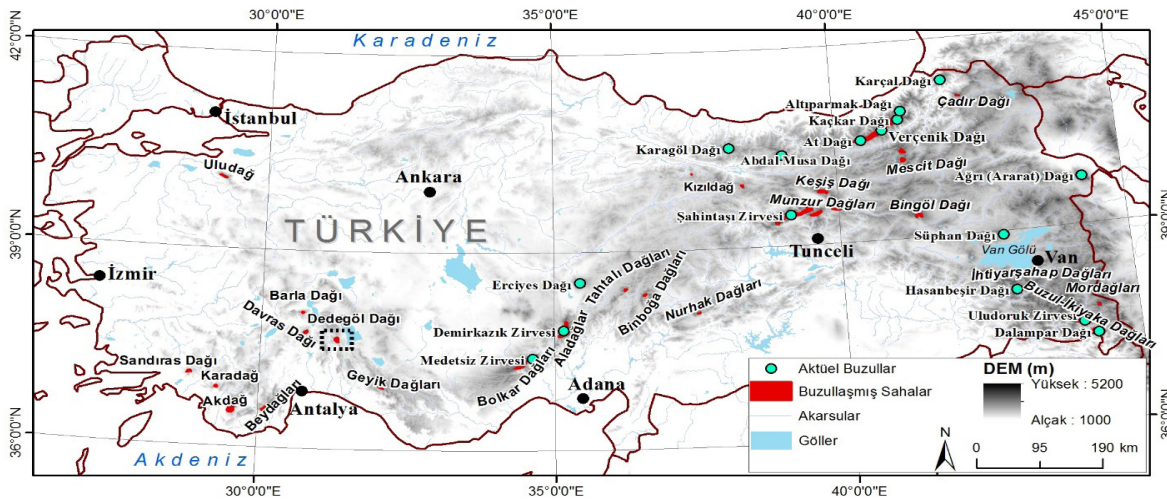
Çalışma sahasının da içinde bulunduğu Batı Toros orojenik kuşağında yer alan dağların yükseltisi kalıcı kar sınırının altında kaldığından güncel buzul bulunmamaktadır (Çiner, 2003a; Sarıkaya, 2011; Turoğlu, 2011). Buna karşın, bu alanda yer alan Dedegöl, Akdağ, Sandıras, Beydağları, Karadağ, Geyik Dağları, Davraz Dağı ve Barla Dağı gibi Pleyistosen buzullaşmasının izlerini taşıyan dağlar vardır (Ardos, 1977a, 1977b; Arpat ve Özgül, 1972; Bayrakdar, 2012; Bayrakdar, Çilgin ve Sarış, 2017; Çilgin, 2015; Çiner, 2003a, 2003b; Çiner, Deynoux ve Çörekçioğlu, 1999; Delannoy ve Maire 1983; Doğu, 1993; Doğu, Çiçek, Gürgen ve Tunçel, 1999a, 1999b; Messerli, 1967; Planhol, 1953; Sarıkaya, 2011; Sarıkaya, Zreda, Çiner ve Zweck, 2008; Sarıkaya, Çiner ve Zreda, 2011; Selçuk Biricik, 1982.); (Şekil 1).

Pleyistosen'in soğuk dönemlerinde, sirk, vadi ve kısmen havza buzulları Dedegöl Dağı'nın yüksek kesimlerinde oluşmak için uygun şartlara sahip olmuşlardır. Ancak, Holosen başlarında iklimde meydana gelen ısınma ile buzullar çekilmiş ve sonrasında tamamen ortadan kalkmışlardır. Buzullaşmalardan geriye buzul vadileri, sirkler, aretler, piramidal zirveler gibi aşınım şekilleri ile moren depoları ve sandur düzlüğü gibi birikim şekilleri kalmıştır. Dağa damgasına vuran bu şekiller alpin topografya görüntüsü oluşturmuşlardır. Bu şekiller arasında en fazla ön plana çıkan ise glasiyal aşınım şekillerinden bir olan sirkler olmuştur (Çilgin, 2015).

Bu çalışmada Dedegöl Dağında buzullaşmalardan geriye kalan sirklerin morfometrik özelliklerinin CBS kullanılarak incelenmesi amaçlanmıştır. Sirklerin yükselti, boyut, şekil, bakı ve eğim özelliklerinin ortaya konması; gelişim aşamalarına göre sınıflandırılması hedeflenmiştir. Sirklerin mevcut morfometrik özelliklerinin kazanılmasında topografya, litoloji, tektonik ve zaman gibi faktörlerin etkisi tartışılmıştır.

1.1. Dedegöl Dağı'nın Konumu

Çalışma alanı, Akdeniz Bölgesi'nin Göller Yöresi'nde, Beyşehir Gölü'nün batısında yer almaktadır. Dedegöl Dağı, Batı Toroslar orojenik kuşağı içinde yer alan ana hatlarıyla güneyden kuzeye doğru uzanış gösteren en yüksek noktası 2992 m olan bir dağdır. Kuzey-güney doğrultusunda yaklaşık 12 km uzunluğa, doğu-batı doğrultusunda ise 5-6 km genişliğe sahiptir. Dedegöl Dağı, tektonik olarak Türkiye'nin en aktif alanlarından biri olan



Şekil 1: Türkiye'de aktüel buzulların yer aldığı dağlar ve Kuvaterner'de buzullaşmaya uğramış alanlar (Bayrakdar, Çilgin, Döker ve Canpolat, 2015'ten değiştirilerek).

Figure 1: The mountains harbouring active glaciers and glaciated mountains in Quaternary in Turkey (modified from Bayrakdar, Çilgin, Döker ve Canpolat, 2015).

“Isparta Açısı” (Yağmurlu ve Şentürk, 2005) içinde, bu alanının doğu kesiminde yer almaktadır. Dağın en yüksek noktası Dedegöl Tepe (2992 m) zirvesidir. Kartal Tepe (2983 m), Karçukur Tepe (2932 m) dağın diğer yüksek tepeleri arasındadır (**Şekil 2**).

1.2. Dedegöl Dağı'nın Genel Jeolojik ve Jeomorfolojik Özellikleri

Dedegöl Dağı'nın lito-stratigrafik yapısını Prekambriyen'den Kuvaterner'e uzanan aralıkta yer alan kaya birimleri oluşturmaktadır. Ancak dağ kütlelerinde yüzeylenen kayalar büyük ölçüde Mesozoyik'de çökelen kalın karbonat istifleridir. Dağın yüksek kesimlere denk gelen buzul aşınım sahası, başta Dipoyraz Formasyonu olmak üzere tamamen masif kireçtaşlarından oluşmaktadır (Dumont ve Monod, 1976; Özgül, 1976; Şenel, 1997; Şenel vd., 1996).

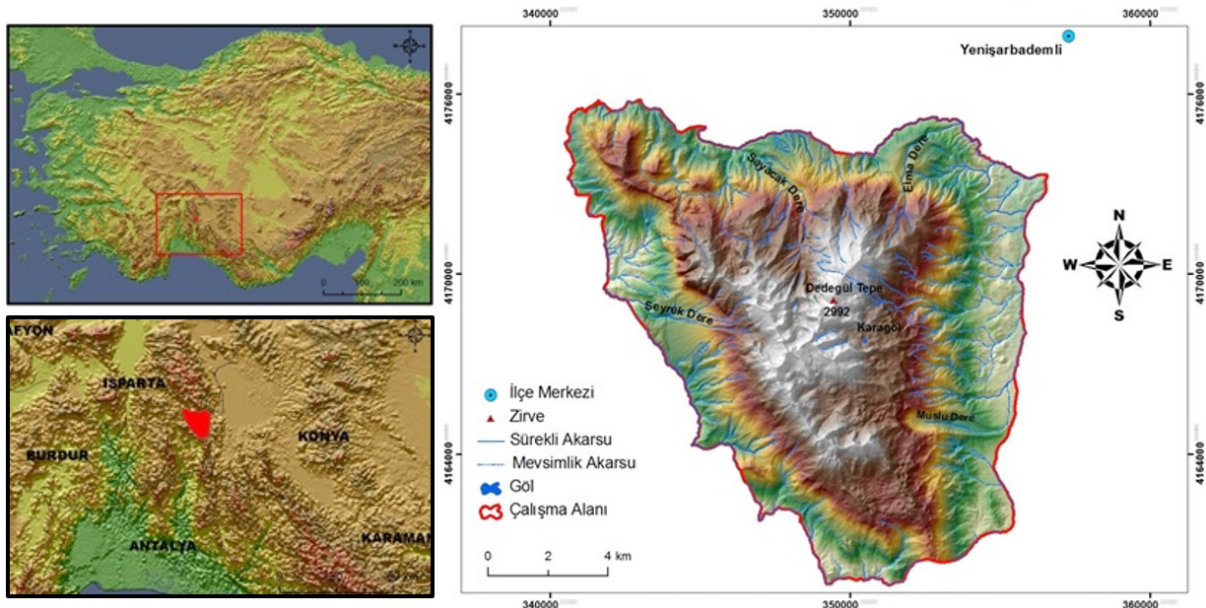
Dedegöl Dağı, güney-kuzey doğrultulu uzanışa sahip olmakla birlikte, tabanı kuzey, tepe kısmı güneye bakan bir üçgeni andırmaktadır. Dağ, pek çok araştırmacı tarafından kütle ya da masif olarak tanımlanmıştır (Dumont ve Monod, 1976; Şenel, 1997). Bu durum dağın jeolojik olarak kalın karbonat istifinden, jeomorfolojik olarak da doğu, kuzey ve batı kesimlerinde bulunan faylar ve bindirmeler ile sınırlanmış olması ve eğim değerlerinin kısa mesafede ani artışlar göstererek, çevresindeki morfolojik unsurlardan ayrılmış olmasıyla ilgilidir. Dağın doğu yamaçları, 1150-1200 m seviyelerinde bulunan alçak kesimlerden 2990 m seviyelerine kısa bir mesafe ile geçilen çok eğimli bir yüzeye sahiptir. Bu kesim, kısmen Miyosen'den sonraya

atfedilen önemli düşey bir fay ile (atımı 1500 metrenin üstünde) sınırlanmıştır. Bu nedenle masifin eski tabanı (Bozburun Şistleri) yüzeylenmiştir (Dumont ve Monod, 1976).

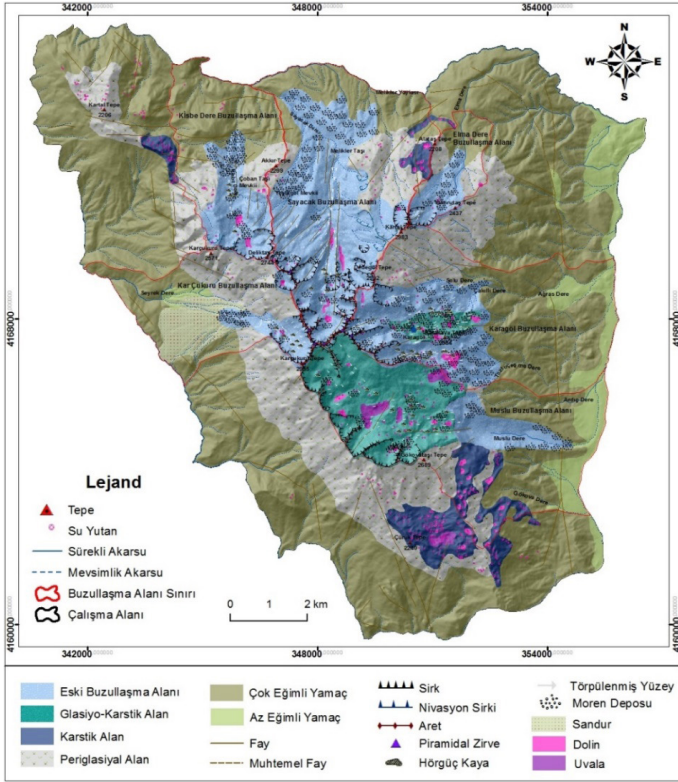
Kuzey-güney doğrultusunda uzanan ve bir sırt ya da antiklinal görünümünde olan zirveler bölgesi, Muslu Vadisi ile Karagöl alanında bulunan üç vadi tarafından yarılarak, kesintiye uğratılmıştır. Dağın batı yamaçları güneydoğu-kuzeybatı gidişli olup, bu alan da doğu yamaçlar gibi kısa mesafede 2800-2900 metrelerdeki zirvelere ulaşılabilen çok eğimli yamaçları oluşturmaktadır. Dağın batı yamaçlarında güneydoğu-kuzeybatı doğrultusunda Kar Çukuru alanındaki flüvyal ve glasiyal etkenler kütleli bu kesimde oldukça derin yarımlar ve yarımların kütleli iç kısımlarına sokulmasına yol açmışlardır. Kuzey yamaç ise, Sayacak Dere, Kisbe Dere ve Elma Dere tarafından yarılmıştır. Bu dereler arasında kalan kesimler ise dağın diğer yamaçları gibi oldukça fazla eğimli yüzeyleri oluşturmaktadırlar.

1.3. Buzul Jeomorfolojisi

Dedegöl Dağı'nın (2992 m) yüksek kesimlerinin Kuvaterner'in soğuk dönemlerinde oluşan buzullaşmalar nedeniyle, buzul topografyasına ait aşınım ve birikim şekilleri mevcuttur (**Şekil 3**). Uzunluğu 7 km geçen buzul vadileri, çok sayıda sirk ve moren depoları Pleistosen buzullaşmalarının kanıtlarını niteliğindedir (Çılgin, 2012, 2015). Dedegöl Dağı'ndaki buzullaşmalar, topografyanın sınırladığı dağ buzullaşmaları tipinde gerçekleşmiştir. Buzul vadileri, sirkler, piramidal zirveler ve aretlerle dağın alpin dağ morfolojisi ile



Şekil 2: Dedegöl Dağı'nın konumu.
Figure 2: Location of Mount Dedegöl.



Şekil 3: Dedegöl Dağı'nın buzul jeomorfolojisi haritası.

Figure 3: The map of glacial geomorphology of Mount Dedegöl.

karakterize olduğu bir görünüme kavuşmasına neden olmuştur. Soğuk dönemlerde iklimde meydana gelen değişikliklerle birlikte sıcaklık azalmış, kalıcı kar seviyesi düşmüştür. Dedegöl Dağı'nda 3400-3500 m seviyelerinden geçen aktüel iklimatik kalıcı kar sınırı (Çiner, 2003a), Pleyistosen'de ortalama 2230 m seviyesine inmiştir (Çılğın, 2012). İklimdeki değişimlere bağlı olarak Dedegöl Dağı'nda buzullaşmalar meydana gelmiştir. Bu buzullaşmalar, topografyanın sınırladığı dağ buzullaşmaları tipinde gerçekleşmiştir. Buzullar, sahada başta sirkler, buzul vadileri, törpülenmiş yüzeyler, hörgüç kayalar, aretler, basamaklar, dil çanakları, değişik türde moren depoları ve sandur düzlüğü olmak üzere buzul aşınım ve birikim şekilleri oluşturmuşlardır. Sirk ve vadi buzulları genellikle birbirleriyle bağlantılı olup, sirk buzulları önlerinde yer alan vadi buzullarını

beslemişlerdir. Gruplar halinde yer alan sirklerden sarkan buzul dilleri, Muslu ve kısmen Karagöl alanında küçük örtüler halinde havza buzullarını meydana getirmişlerdir (Çılğın, 2012). Dedegöl Dağı'nda Pleyistosen buzullaşmaları yaygın ve şiddetli olmuş, sirkler dağın topografyasında belirgin bir jeomorfolojik unsur haline gelmiştir.

Dedegöl Dağı'nda Pleyistosen buzullaşmalarına ait buzul depolarının tarihlendirilmesine yönelik farklı yöntemlerin uygulandığı çalışmalar bulunmaktadır. İlk olarak Zahno, Akcar, Yavuz, Kubik ve Schluchter (2009) tarafından ^{10}Be ve ^{26}Al izotopları ile kozmojenik tarihlendirme yöntemi kullanılmış ve Muslu Vadisi'nde SBM öncesinde ($>29.6 \pm 1.9$ bin önce (Reber vd., 2014 tarafından yeniden hesaplanmıştır), SBM'de (21.5 ± 1.5 bin yıl önce) ve Geç Buzul döneminde (15.2 ± 1.1 bin yıl önce) geliştiği belirlenmiştir. Yine Dedegöl Dağının birçok bölgesinde Çılğın (2012 ve 2015) tarafından OSL tarihlendirmesi için alınan örneklerden elde edilen tarihler için $48,8 \pm 5,1$ bin yıl, $15,6 \pm 1,7$ bin yıl, 76 ± 7 binyıl, $2,6 \pm 0,1$ bin yıl ve 148 ± 13 bin yıl olarak belirlenmiştir. OSL tarihlendirme yöntemi ile elde edilen sonuçlar ile buzullaşmanın Kuvaterner dönemi içinde birden fazla sayıda gerçekleştiğini ortaya konmuştur. Ayrıca Köse (2017) tarafından Dedegöl Dağının kuzey vadilerindeki morenlerden alınan 20 örnek kozmojenik ^{36}Cl tarihlendirme yöntemiyle tarihlendirilmiştir. Elde edilen bu yaşlar Dedegöl Dağında en az 3 farklı buzullaşma dönemini ortaya koymuştur. Son Buzul (Late Glacial) morenleri; 29.1 ± 1.7 bin yıl ve Erken Holosen morenleri 10.9 ± 0.8 bin yıl önce Sayacak Vadisi'nde depolanmıştır. Karagöl Vadisi'nde ise, Geç Buzul (Late Glacial) dönemine ait morenler; 13.5 ± 0.7 ve 16.4 ± 1.1 bin yıl önce depolanmıştır. Kisbe Vadisinde sadece Holosen morenleri; 11.6 ± 0.7 bin yıl önce depolanmışlardır.

1.4. Dedegöl Dağı'nda Glasiyal Sirkler

Sirkler, Dedegöl Dağında bulunan altı buzullaşma alanının tümünde en fazla öne çıkan glasiyal aşındırma şekillerindedir (Şekil 4). Genellikle buzul vadilerinin yüksek kesimlerinde yer

Table 1: Dedegöl Dağı'ndaki sirklerin buldukları alan ve geliştikleri yönler.

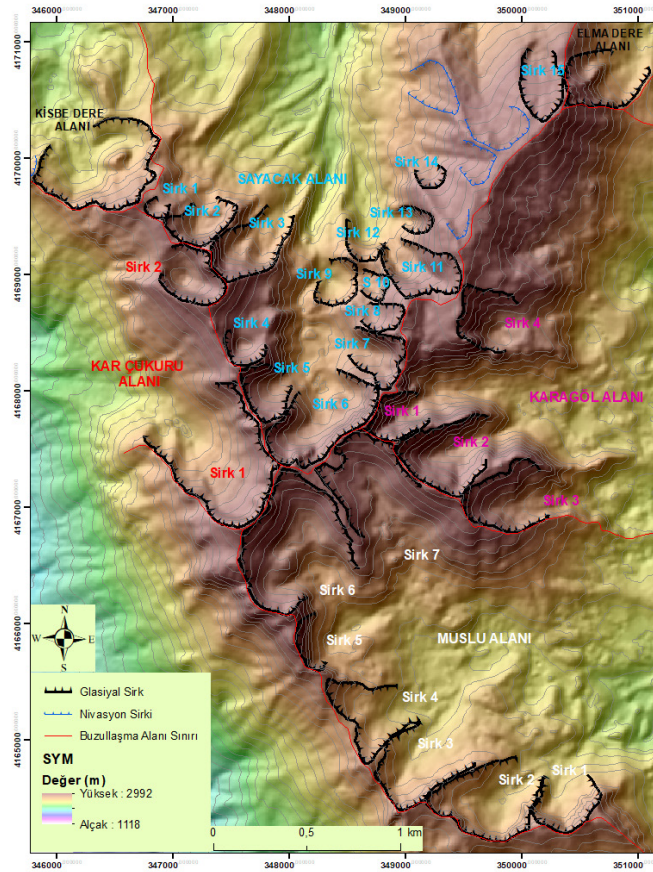
Table 1: Aspect and location of the cirques in the glaciated areas of Mount Dedegöl.

	K	KD	D	GD	G	GB	B	KB	TOPLAM
Sayacak Alanı	3	4	-	-	-	-	1	7	15
Karagöl Alanı	-	2	2	-	-	-	-	-	4
Muslu Alanı	2	1	2	2	-	-	-	-	7
Kar Çukuru Alanı	-	-	-	-	-	-	1	1	2
Kisbe Dere Alanı	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Elma Dere Alanı	-	1	-	-	-	-	-	-	1
TOPLAM	6	8	4	2	-	-	2	8	30

almaktadırlar ve buzul vadileri bir veya daha fazla sirk ile başlamaktadır. Birkaç sirk ise yüksek kesimlerde vadilerden bağımsız olarak bulunmaktadır. Sirk eşiği dikkate alındığında, yaklaşık olarak 2300-2700 m aralığında yer alan sirkler, KD (8), KB (8), K (6), D (4), B (2) ve GD (2) yönlerinde gelişmişlerdir. Güney ve güneybatı yönlerde sirk gelişimine rastlanmamaktadır (**Şekil 3, Tablo 1, Foto 1**). Sirklerin tamamı, Dipoyraz Formasyonu olarak tanımlanan masif Triyas kireçtaşları

(Dumont ve Monod, 1976; Özgül, 1976; Şenel, 1997; Şenel vd., 1996) üzerinde oluşmuşlardır. Sahada, glasyial sirklerin yanı sıra, başta Sayacak alanı olmak üzere nivasyon sirkleri de mevcuttur (**Şekil 4**).

Çalışma sahasında, sirkler en fazla Sayacak Buzullaşma Alanında oluşmuşlardır (**Şekil 5**). 15 tane sirk bulunduğu bu alan, sahada yer alan sirklerin yarısını barındırır (**Foto 2**).



Şekil 4: Dedegöl Dağı'ndaki sirklerin konumu.

Figure 4: Location of glacial cirques on Mount Dedegöl.



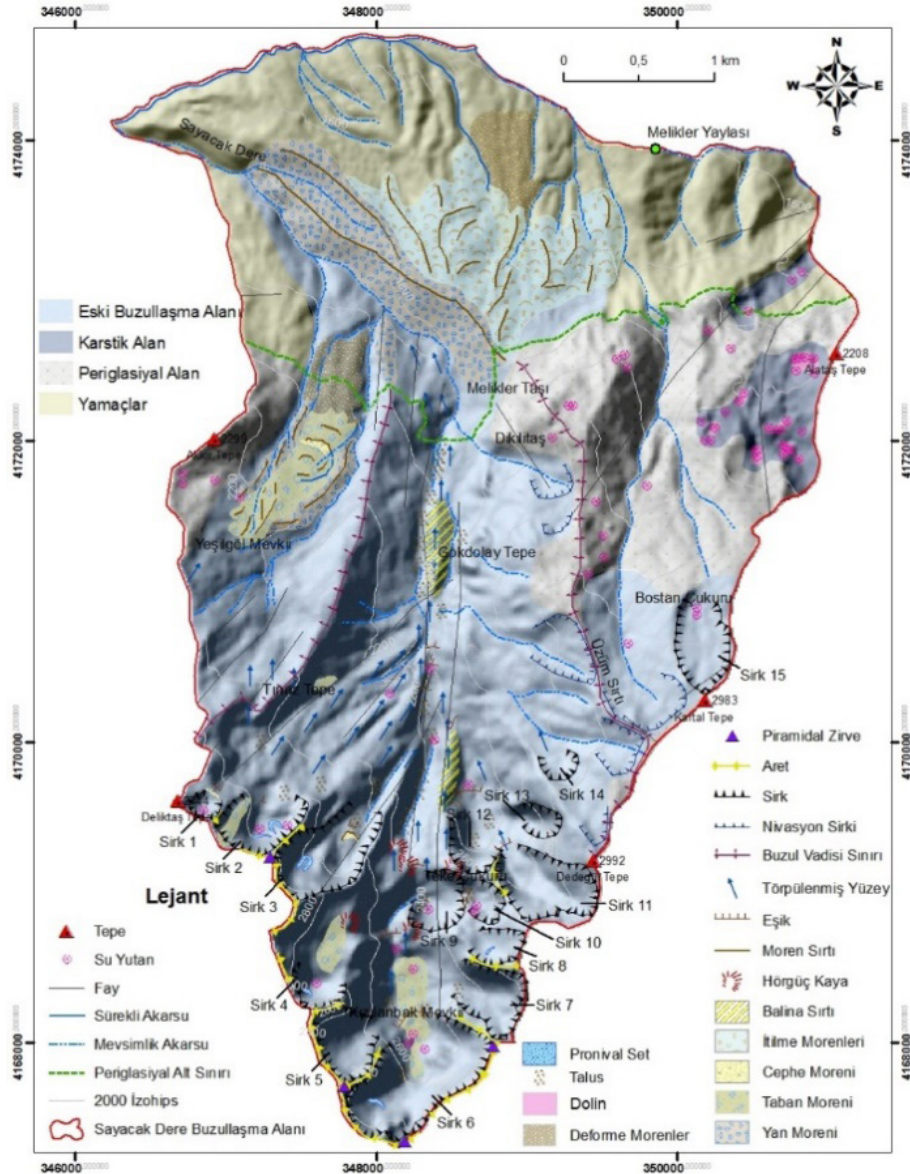
Foto 1: Sayacak (a) ve Kar Çukuru (b) alanlarında bulunan sirklerden görünüm.

Photo 1: View of cirques from Sayacak (a) and Kar Çukuru (b) areas.



Foto 2: Sayacak 1, 2, 3 ve 4 sirklerinin görünümü.

Photo 2: View of Sayacak 1, 2, 3 ve 4 cirques.



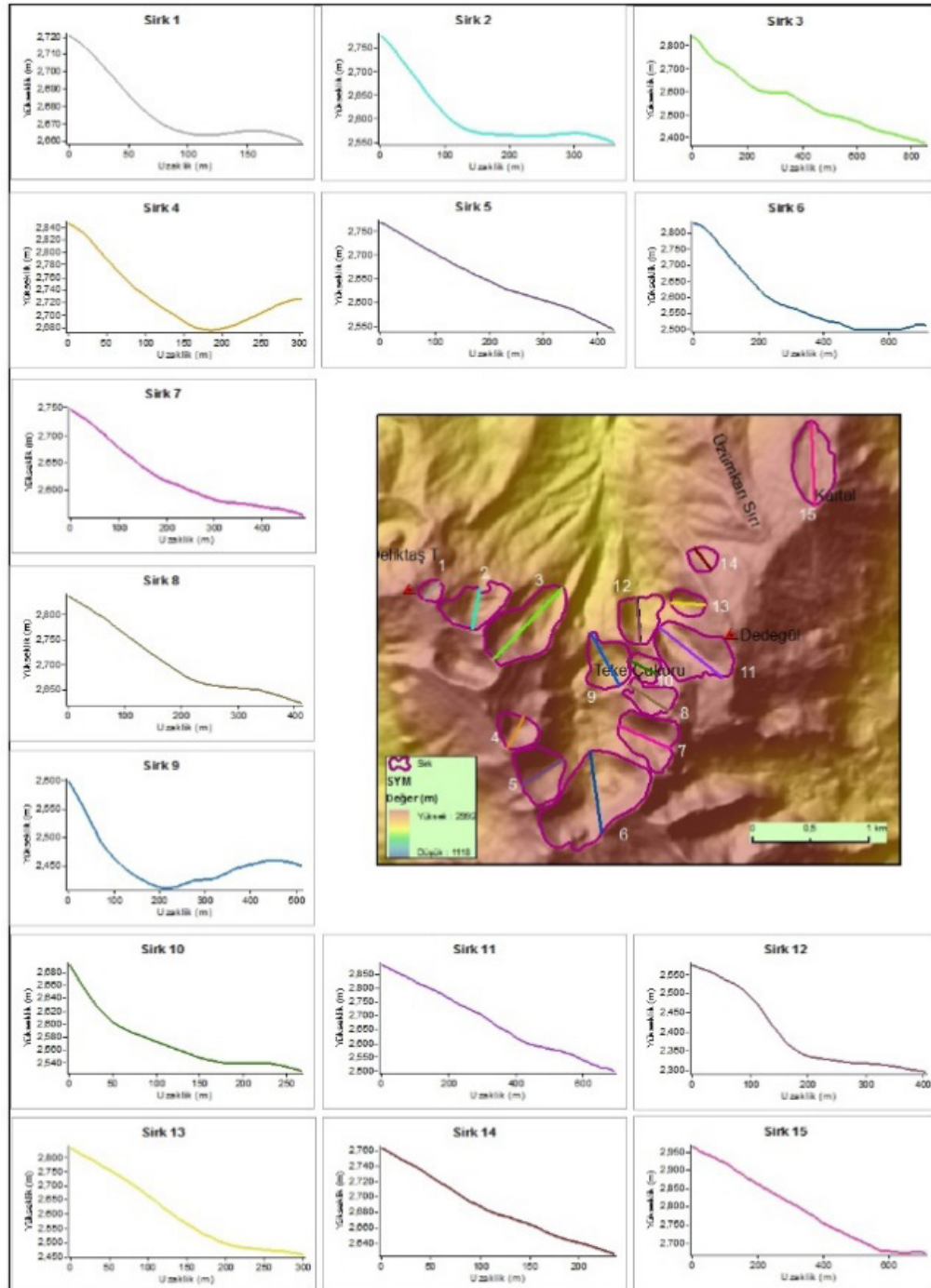
Şekil 5: Sayacak alanının buzul jeomorfolojisi haritası.

Figure 5: Glacial geomorphological map of Sayacak area.

Sayacak Dere vadisinin yukarı bölümünde 2300 m yükseklikten itibaren görülmeye başlayan sirkler, en geride 2800 metreyi geçen aret ve pirdadal zirveler sahasına kadar farklı yükseltilerde gelişmişlerdir. Sayacak Dere Buzullaşma Alanında, bağımsız ve diğerlerden ayrı basit sirkler (simple cirques), büyük sirk çanakları içinde bir sırtla ayrılan birleşik sirkler (compound cirques), birbiri üzerinde gelişen basamaklı sirkler (staircase

cirques) ve buzul vadisinin en yukarı ucunu gösteren sirk tekneleri (cirque troughs) (Benn ve Evans, 1998) formlarında bulunmaktadır (Şekil 5, 6).

Kisbe Dere buzullaşma alanında bir adet sirk bulunmaktadır. Bu sirk, Kisbe Dere vadisinin en gerisinde yer alır ve buzul vadisinin başlangıcını oluşturur. Bir bakıma, sirk teknesi (cirque



Şekil 6: Sayacak buzullaşma alanındaki sirklerin profilleri.
Figure 6: Longitudinal profiles of cirques in Sayacak glaciated area.

trough) özelliği taşıyan bu sirk, kuzeye bakan yamaçta açılan asıl sirk ile küçük bir sırtla bu sirkten ayrılan küçük bir yan sirk birleşmesiyle oluşmuş birleşik sirk özelliği de taşımaktadır (Şekil 4, 7; Foto 3). Elma Dere buzullaşma alanında bir tane sirk bulunmaktadır. Elma Dere vadisinin en gerisinde yer alan ve buzul vadisinin başlangıcını oluşturan sirklerdir (Şekil 4, Foto 3). Sirk birbirinden bir sırtla ayrılan iki bölümden oluşan birleşik sirk özelliği taşımaktadır. Bu bölümlerden doğuda bulunan daha çok gelişmiş olup, sirk in esas bölümünü oluşturur. En son buzul ilerlemesinin depoladığı morenlerin bu bölüm önlerinde yer aldığı görülür. Batıda bulunan bölüm ise daha küçük olup, diğerinden daha yüksekte yer almaktadır.

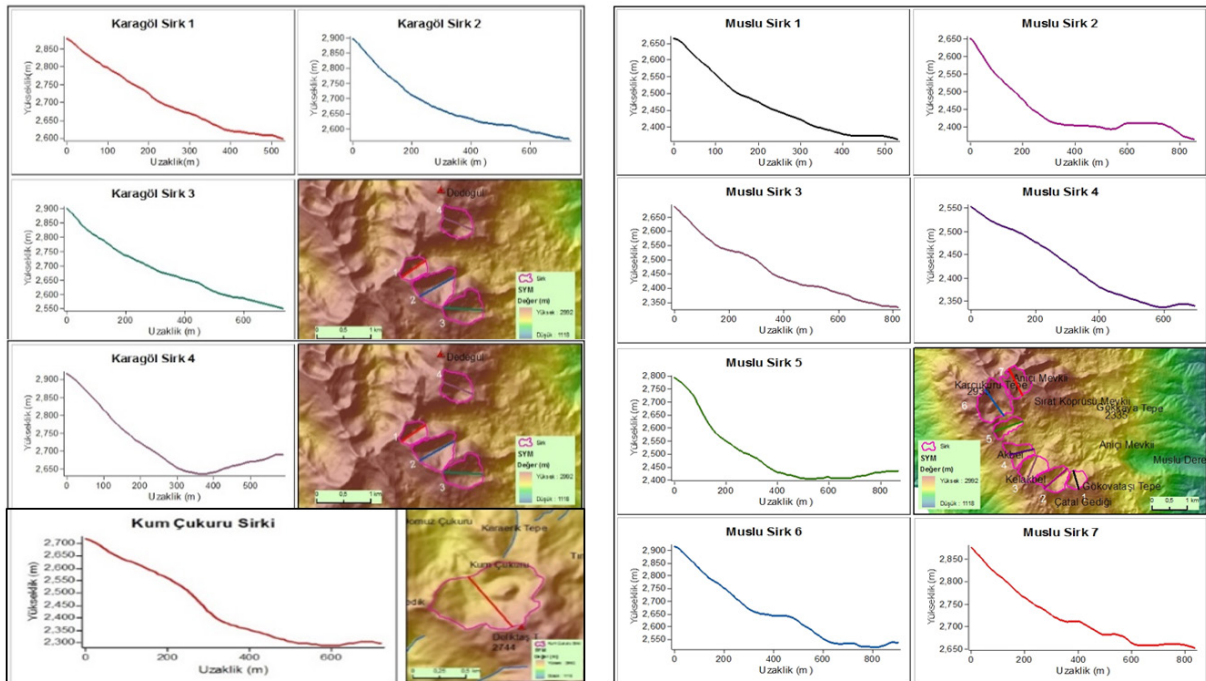
Karagöl buzullaşma alanında, ortalama yükseltisi 2700-2750 m olan dört tane sirk bulunmaktadır. Bu alandaki sirklerin

bulduğu ortalama yükselti değerleri diğer alanlara göre daha fazladır. Bunlardan, Sirk 1 buzul vadisinin yukarı kesimlerini oluşturan sirk teknesi (*cirque troughs*) özelliği taşırken, Sirk 2 ve 3 birleşik sirk (*compounded cirque*), Sirk 4 ise basit sirk (*simple cirque*) formunda bulunmaktadırlar (Şekil 7, Foto 4).

Muslu buzullaşma alanında, içinde Gölovataşı Tepe (2689 m) ve Kar Çukuru Tepe (2935 m) gibi zirvelerin olduğu yüksek sırtlarla çevrili olan yarı dairesel dizilişli 7 tane sirk bulunmaktadır. Yaklaşık 2350 m seviyesinde itibaren görülmeye başlanan sirkler ve en geride 2900 metreyi geçen aret ve pırmadal zirveler kadar değişik yükseltilerde gelişmişlerdir (Şekil 7, Foto 5). Muslu Buzullaşma Alanında, bağımsız ve diğerlerden ayrı basit sirkler (*simple cirques*), büyük sirk çanakları içinde bazen bir sırtla ayrılan bileşik sirkler (*compound cirques*) ve birbiri



Foto 3: Kisbe Dere vadisinde Kum Çukuru Sirk'i (solda) ve Elma Dere Sirk'i (sağda).
Photo 3: Kum Çukuru cirques in Kisbe Dere area (left) and Elma Dere Cirque (right) areas.



Şekil 7: Karagöl, Kisbe Dere (Kum Çukuru) ve Muslu Alanındaki Sirklerinin boyuna profilleri.
Figure 7: Longitudinal profiles of cirques in Karagöl, Kisbe Dere (Kum Çukuru) and Muslu glaciated areas.



Foto 4: Karagöl Alanındaki Karagöl 2 (solda) ve Karagöl 4 (sağda) sirkleri.
Photo 4: Karagöl 2 (left) ve Karagöl 4 (right) Cirques in Karagöl area.

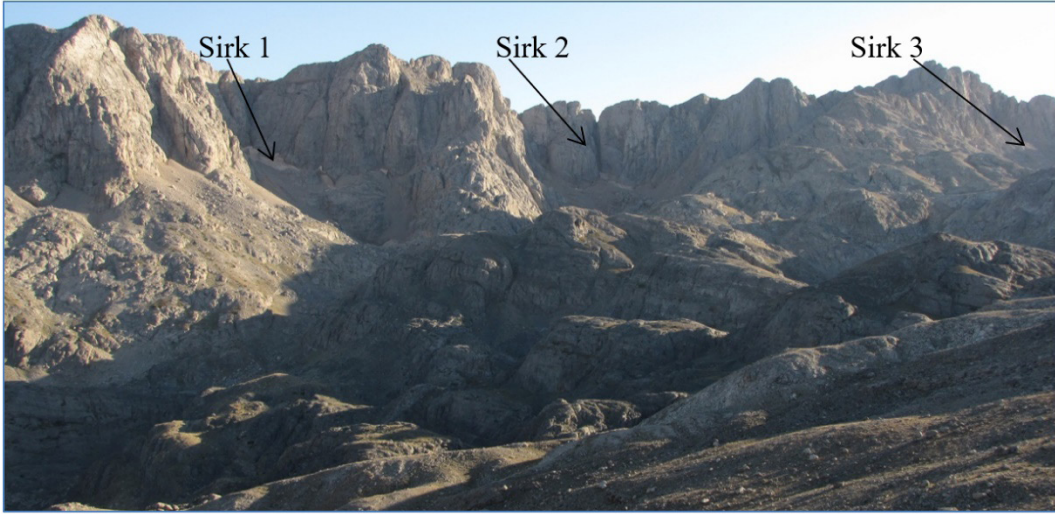


Foto 5: Muslu1, 2 ve 3 sirklerinin görünümü.
Photo 5: View of Muslu1, 2 ve 3 cirques.

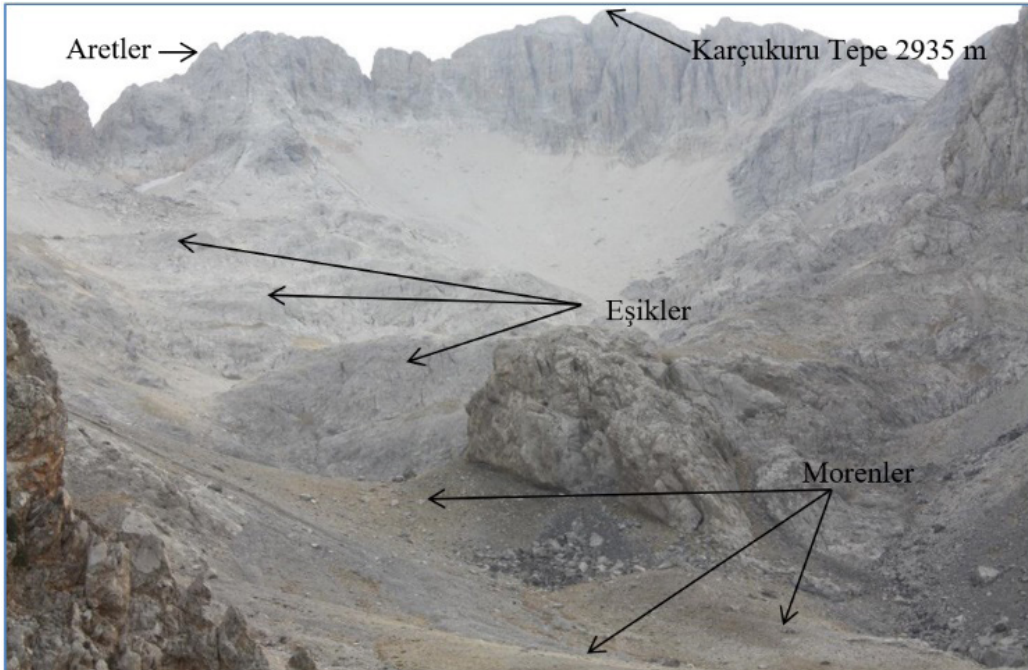


Foto 6: Kar Çukuru 1 sirkinin görünümü.
Photo 6: View of Kar Çukuru 1 cirque.

üstünde gelişen basamaklı sirkler (*staircase cirques*) formlarında bulunmaktadır.

Kar Çukuru buzullaşma alanında yer alan Kar Çukuru 1 Sirk, büyük bir çanak görünümünde olup, boyutları itibariyle iyi gelişmiş bir sirk. 2386 m yükseltisine bulunan Sirk eşliğinden, en geride bulunan Kar Çukuru Zirvesine (2935 m) kadar yaklaşık 1100 m uzanmakta olup, sirk çevre uzunluğu 3785 metredir (**Şekil 4, Foto 6**).

Kar Çukuru 2 sirk, Sayacak Dere Buzullaşma alanı içinde yer alan Sirk 2, Sirk 3 ve Sirk 4 ile aretlerle sınır oluşturmaktadır (**Şekil 3**). 2693 m ortalama yükselti ile oldukça yüksekte gelişmiş bir sirk. Kar Çukuru 2 Sirk tabanı aşırı kazılmış bir sirk durumundadır (**Foto 1**). Sirk önündeki eşik ile sirk tabanı arasında 70 m yükselti farkı vardır. Sirk, taban konumunda büyük ve derin bir çanak ve onu çok iyi kavilenecek çevreleyen duvarlara sahiptir. Sirk tabanı gerisinde, sirk duvarının 2820 m yükseltisinde küçük bir sirk gelişimi mevcuttur. Sirk önünde küçük bir pronival bir set bulunduğu görülmektedir (**Foto 1**).

2. METOT VE VERİ KAYNAKLARI

Sirklerin morfometrik özelliklerinin incelenmesinde; Evans ve Cox (1974; 1995) tarafından ortaya konulan ve uygulanan, sonrasında ise Alonso (1993), Garcia Ruiz, Villar, Ortigosa ve Bono (1999), Lowey (1999), Hughes vd. (2007), Steffanova ve Mentlik (2007) gibi farklı araştırmacılar tarafından yeniden düzenlenerek kullanılan bir dizi parametrenin ölçülmesi ve hesaplanmasına dayanan bir yöntem izlenmiştir.

Çalışmanın veri kaynaklarını ise, 1/25000 ölçekli topografya haritaları, 1/100000 ölçekli jeoloji haritası (Şenel, 1997), eş yükselti eğrilerinden üretilen 10 m çözünürlüklü sayısal yükselti modeli (SYM), GPS ölçümleri, farklı dönemlerde yapılan (2009, 2010 ve 2011 yaz dönemi) arazi çalışmaları, bu çalışmalar yapılırken çekilen fotoğraflar ve sonrasında üretilen haritalar oluşturmaktadır. Sayısal modelleme, haritalama, analiz ve profil oluşturma işlemleri, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımlarından ArcGIS 9.3 ve ArcGIS 10.2 kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3. GLASİYAL SİRKLERİN TANIMLANMASI, ÖLÇÜLMESİ VE SINIFLANDIRILMASI

Sirkler, buzul aşındırması ile oluşmuş amfiteatr, yarım daire veya elips şeklindeki çanaklardır (Erinç, 1971; Turoğlu, 2011). Benn ve Evans (1998) ise, sirkleri hafif eğimli bir tabanın etrafında eğim yukarı yönde dik kayalar ya da dik yamaçlarla

kavisli bir şekilde çevrili, eğim aşağı yönde ise açık olan çanaklardır şeklinde tanımlamışlardır. Sirklerin kapalılık göstermesi ve duvarların dik olması, daha çok fiziksel parçalanma veya konjelifraksiyonla gerçekleşirken, sirk tabanları buzul aşındırmasından doğrudan etkilenmektedirler (Erinç, 1971; Evans ve Cox, 1995).

Sirk tabanının bir bölümünün en az 20°'den daha az eğime sahip olması, sirk duvarının bir kısmının ise ortalama talus açısından (31°-36°) daha dik eğime sahip olması gerekmektedir (Evans, 2006; Evans ve Cox, 1995; Mîndrescu vd., 2010). Sirklerin glasiyolojik önemi, sirk oluşturan buzulların, sıcak tabanlı olmaları ve bol miktarda buzul erimesi ile oluşmuş su içermeleridir. Ayrıca sirklerin yükselteleri ve bakı özellikleri, buzullaşma dönemindeki kalıcı kar seviyesi bilgilerini elde etmek için genellikle paleoklimatik rekonstrüksiyon çalışmalarında kullanılmaktadır (Bennet ve Glasser, 2009).

Çalışma alanında bulunan sirklerin detaylı morfometrik analizleri yapılmıştır. Bu analizler için, Evans and Cox (1974; 1995) ve Evans (2006) tarafından ileri sürülen ve değişik araştırmacılar tarafından (Davis, 1999; Marinescu, 2007; Hughes vd., 2007; Mîndrescu vd., 2010; Simoni, 2011) yenilenen ve kullanılan yöntemler izlenmiştir. Morfometrik değerler, Evans ve Cox (1974; 1995) tarafından kullanılan bir dizi tanımlamaya dayanmaktadır (**Tablo 2**).

Çalışma alanında sirklerin sınırlarının belirlenmesinde aşağıda belirtilen yöntem uygulanmıştır;

Öncelikle, ArcGIS 9.3 programında, 1/25000 ölçekli sayısal topografya haritası ve 10 m aralıklı sayısal izohipler kullanılarak sayısal yükselti modeli (SYM) elde edilmiştir. Elde edilen sayısal yükselti modelinden gölgelendirme (hillshade) ve eğim (slope) haritası üretilmiştir. Raster formatındaki eğim haritasından, eğim değerleri "kontur" olarak elde edilmiştir. ArcGIS 9.3 programında sayısal yükselti modeli, gölgelendirme (hillshade), izohips ve eğim (slope) kontürü etkin haldeyken sirklerin sınırları literatürde belirtilen kriterler çerçevesinde çizilmeye başlanmıştır. Sirk duvarlarının üstten sınırlandırılması yapılırken, sırtlar üstünde dış bükey gidişli izohipler ile sirklerin içine doğru uzanan içbükey izohiplerin oluşturduğu sınır üzerinde eğimin 27° olduğu kesimler dikkate alınmış ve sınır buralardan geçirilmiştir (Evans ve Cox 1995). Sirk eşliğinin belirgin olmadığı durumlarda, sirk kavisli duvarlarının sonlandığı yerlerden sınır çizilmiştir. Sirk tabanı ve duvarlar arasında sınırın belirgin olmadığı yerlerde, sınır (ideal olarak sirk tabanı 20°'den daha az; sirk duvarı ise 35°'den daha fazla eğim değerine sahip olmalıdır) 27° eğim değerine sahip

noktalar dikkate alınarak çizilmiştir (Evans ve Cox, 1995; Marinescu, 2007).

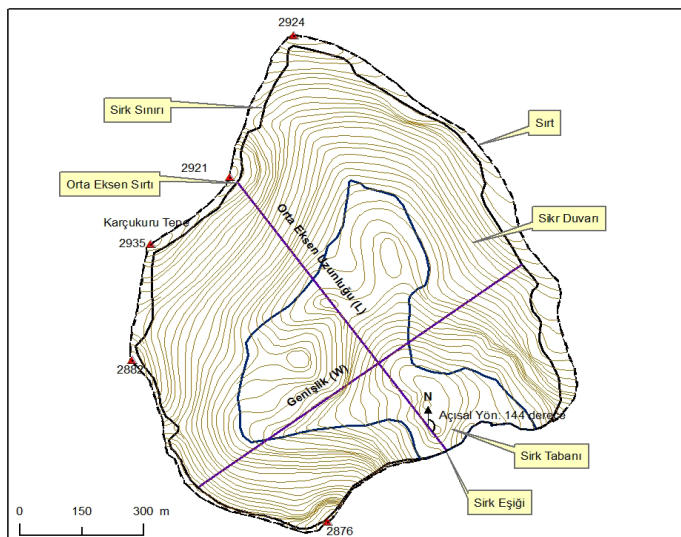
Sirklerin sınırlandırılması yapıldıktan sonra, sirk eşiğinin orta noktasından başlayan ve sirki yaklaşık iki eşit parçaya ayıracak şekilde, sirk eşiğinin tam karşısında yer alan sirk duvarına doğru

bir çizgi çizilerek (eksen) sirk ikiye ayrılmıştır. Bu çizgiye, orta eksen (median axis) çizgisi denilmektedir. Sirkin uzunluğu, sirkin iki noktası arasındaki en uzun mesafeden ziyade orta eksen boyunca elde edilen uzunlukla (L) ifade edilir. Sirkin orta eksenini çizildikten sonra, orta eksene dik en uzun mesafeyi temsil eden genişlik (W) doğrusu belirlenmiştir (**Şekil 8**) (Evans ve Cox

Tablo 2: Sirk Morfometrik Parametreleri (Evans, 2006; Evans ve Cox, 1995; Simoni, 2011).

Table 2: The morphometric parameters of a glacial cirque (Evans, 2006; Evans & Cox, 1995; Simoni, 2011).

No.	Morfometrik parametreler	Ölçü Birimi	Hesaplama Yöntemi	Kategori
V1	Minimum Taban Yüksekliği (lowalt)	m	Ölçme	Yükseklik
V2	Ortalama Taban Yüksekliği (flooralt)	m	$(V3 + V1) / 2$	
V3	Maksimum Taban Yüksekliği (maxfalt)	m	Ölçme	
V4	Orta Eksen Sirt Yüksekliği (medcralt)	m	Ölçme	
V5	Ortalama Sirk Yüksekliği (medalt)	m	$(V4 + V1) / 2$	
V6	Maksimum Sirt Yüksekliği (maxcralt)	m	Ölçme	
V7	Su Bölümü Çizgisi Maksimum Yüksekliği (maxabalt)	m	Ölçme	Boyutlar
V8	Orta Eksen Yüksekliği (H)	m	$V4 - V1$	
V9	Maksimum taban Amplitüdü (maxflampl)	m	$V3 - V1$	
V10	Orta Eksen Uzunluğu (Sirttan Eşiğe) (L)	m	Ölçme	
V11	Orta Eksene Dik Maksimum Genişlik (W)	m	Ölçme	
V12	Orta Eksende Sirk Duvarı ile Sirk Tabanı Arasındaki Yükseklik (wallht)	m	$V4 - V3$	
V13	Genişlik/Uzunluk Oranı (widlen)		$V11 / V10$	
V14	Uzunluk/ Genişlik Oranı (lenwid)		$V10/V11$	
V15	Uzunluk/Yükseklik Oranı (lenH)		$V10 / V8$	
V16	Çevre Uzunluğu (P)	m	Ölçme	
V17	Sirk Tabanı Alanı (fIS)	km ²	Ölçme	
V18	Sirk Alanı (S)	km ²	Ölçme	
V19	Relatif Boyut	km	$V18 / V8$	
V20	Ana Boyut	km ³	$2 \cdot V18 \cdot V8 / 3$ veya $\Pi \cdot V10 \cdot V11 \cdot V8 / 6$	
V21	Dairesellik indeksi (CI)		$4 \Pi \cdot V18 / V16^2$	Bakı
V22	Orta Eksenin Yönü (axgrad)	derece	Ölçme	
V23	Relatif Yön		Ölçme	Eğim
V24	Orta Eksen Eğimi (axgrad)	derece	$\text{arc sin} (V8/ V10)$	
V25	Ortalama Taban Eğimi (medflgrad)	derece	$\text{arc sin} (V9/ L \text{ Sirk Tabanı})$	
V26	Ortalama Sirk duvarı Eğimi (medwallgrad)	derece	$\text{arc sin} (V12/ L \text{ Sirk Duvarı})$	



Şekil 8: Sirklerin tanımlanmasında kullanılan ana çizgiler (Örnek, Muslu Sirk 6).

Figure 8: The main lines that define a glacial cirque (e.g., Muslu 6 cirque).

Tablo 3: Sirklerin gelişim aşamalarına göre sınıflandırılması (Davis, 1999; Evans, 2006; Evans ve Cox, 1974, 1995; Mîndrescu vd., 2010).

Table 3: The morphometric parameters of a glacial cirque (Davis, 1999; Evans, 2006; Evans ve Cox, 1974, 1995; Mîndrescu vd., 2010).

Sirk Gelişim Aşaması	Tanımı
1= Klasik	Sirk duvarı ve sirk tabanı belirgin olarak ortaya çıkmıştır. Sirk duvarı taban çevresinde kavislenerek uzanmakta ve sirk tabanında göl bulunmaktadır.
2= İyi Gelişmiş	Sirk duvarı ve sirk tabanı belirgin olarak ortaya çıkmıştır. Sirk duvarı taban çevresinde kavislenerek uzanmakta ancak sirk tabanında göl bulunmamaktadır.
3= Belirgin	Sirkin varlığı tartışmasızdır, ancak tabanı veya sirk duvarı özelliklerinden biri zayıf olabilir.
4= Az Gelişmiş	Zayıf, az gelişmiş ve bazı şüphelerin olduğu sirklerdir. Ancak iyi gelişmiş özelliklerden biri zayıf olanı telafi eder.
5= Marjinal	Varlığı ve orijini şüpheli olan sirklerdir.

1995; Marinescu, 2007). Diğer morfometrik parametreler **Tablo 2'** da belirtildiği şekilde ölçülmüş ve hesaplanmıştır.

Çalışma alanında bulunan sirkler; gelişim aşamalarına, şekilsel özelliklerine, buzul vadisi ile olan konumuna ve geliştikleri yöne göre sınıflandırılmıştır (Benn ve Evans, 1998; Davis, 1999; Evans, 2006; Evans ve Cox, 1995; Mîndrescu vd., 2010; Simoni, 2011; Trenhaile, 1976). Gelişim aşamasına göre yapılan sınıflamada kullanılan aşamalar ve tanımları **Tablo 3'** da gösterilmiştir.

Sirkler, şekilsel özelliklerine göre ise (Benn ve Evans, 1998);

Basit Sirkler (Simple Cirques): Orta boyutlarda, belirginleşmiş sirk unsurları ihtiva eden (taban, sirk duvarı, eşik), izohipslerin yarı dairesel uzanış gösterdiği, sirk içinde basamak veya eşik bulundurmayan sirklerdir.

Sirk Tekneleri (Cirque Troughs): Buzul vadisinin en yüksekte yer alan bölümüdür. Sirk-vadi arası bir şekle sahip olup, buzul vadisine doğru genişleyerek açılır.

Birleşik Sirkler (*complex/ compound/ conjugated cirque*) benzer boyutlara sahip, birbirinden küçük sırtlarda ayrılan bir veya daha fazla sirkin birleşimi ile oluşan sirklerdir.

Basamaklı Sirkler (staircase cirques) iki veya daha fazla sirkin birbiri üzerinde yer aldığı sirklerdir.

Sirklerin bulunduğu yerin buzul vadisi ile olan konuma göre (Trenhaile, 1976);

Vadi başı sirkleri; buzul vadisinin başlangıç noktasında yer alırlar.

Vadi yamacı sirkleri; buzul vadisinin yamaçlarında yer alırlar.

İzole veya bağımsız sirkler; buzul vadisi ile bağlantısı olmayan bir alanda yer alırlar.

Bakı özelliklerine göre; K, KD, D, GD, G, GB, B, KB.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Dedegöl Dağında glasiyal sirkelerin morfometrik ölçümleri ile elde edilen değerler, çoğunlukla belirli bir sınır içinde ve ortalama değerler etrafında yer aldığı görülmektedir (**Tablo 4**). Sirklerin morfometrik özellikleri yükselti, boyut, eğim ve bakı açısından ayrı ayrı ele alınmıştır. Sirklerin yükselti değerleri, aksi belirtilmedikçe ortalama taban yükseltisi olarak ifade edilmiştir.

4.1. Yükselti

Aynı buzullaşma sahasında, yüksekte yer alan sirkler alçakta yer alanlara oranla buzullar tarafından daha uzun bir süre işgal edilmiş olurlar. Ayrıca, yüksekte yer alan sirklerin genellikle aşağıdakilerden daha fazla buzullaşma döngüsüne maruz kalma olasılığı fazladır. Bundan dolayı genel bir eğilim olarak yüksekte yer alan sirklerin daha fazla gelişmiş olması beklenir. Büyük sirkler genellikle iyi gelişmiş sirk olarak yorumlanır (Olyphant, 1981). Bu sirkler az gelişmiş sirkelere göre daha iyi içbükeylik (concavity) ve kapalılık (closure) gösterirler. Sirk eşliğinin yüksekliği ve tabanın aşırı oyulma derecesi yükselti ile birlikte artar (Evans ve Cox, 1995).

Dedegöl Dağında bulunan 30 adet sirkin ortalama yükseltisi (sirk tabanı dikkate alındığında) 2543 m bulunmuştur (**Tablo 5**). Sayacak Dere alanında bulunan Sirk 12 (2314 m) ile buzul vadisi başlangıç noktasını oluşturan Kisbe Dere alanında yer alan Kum Çukuru sirki (2317 m) en düşük kotlarda gelişen sirklerdir. Her

Tablo 4: Dedegöl Dağındaki sirklerin morфометrik parametre değerleri.
Table 4: The morphometric parameter values of the glacial cirques on Mount Dedegöl.

BUZULLAŞMA ALANI	SIRK	Morфометrik Parametreler																										
		En Alçak Taban Yüksekliği (m)	Ortalama Taban Yüksekliği (m)	En Yüksek Taban Yüksekliği (m)	Orta Eksende Sirk Duvarı Yüksekliği (m)	Ortalama Sirk Yüksekliği (m)	En Yüksek Sirk Duvarı Yüksekliği (m)	Su Bölümü Çizgisi Maksimum Yüksekliği	Orta Eksen Yüksekliği (H) (m)	Maksimum Taban Amplitüdü (m)	Sırttan Eşiğe Orta Eksen Uzunluğu (L) (m)	Orta Eksene Dik Maksimum Genişlik(W)(m)	Orta Eksende Duvar Yüksekliği (m)	Genişlik/Uzunluk Oranı	Uzunluk/ Genişlik Oranı	Uzunluk/Yükseklik Oranı	Sirk Çevre Uzunluğu (Perimeter) (m)	Sirk Tabanı Alanı (km ²)	Sirk Alanı (km ²)	Relatif Boyut (km)	Hacim (km ³)	Dairesellik İndeksi	Sirk Yönu (Orta Eksende) (°)	Relatif Sirk Yönu	Ortalama Sirk Eğimi (°)	Ortalama Sirk Tabanı Eğimi (°)	Ortalama Sirk Duvarı Eğimi (°)	Sirkün Gelişim Aşaması
SAYACAK	1	2658	2661	2664	2718	2688	2750	2756	60	6	194	195	54	1	3.5	642	0.007	0.03	0.56	0.001	0.91	40	KD	17	3.4	33	2	
	2	2544	2569	2594	2767	2655	2790	2780	223	50	361	502	173	1.3	0.7	2.1	1725	0.038	0.14	0.86	0.022	0.63	10	K	35	13	65	2
	3	2385	2496	2606	2840	2612	2876	2870	455	221	843	472	234	0.5	1.7	3.6	2182	0.082	0.28	1.22	0.086	0.75	45	KD	30	21	51	3
	4	2725	2733	2741	2844	2870	2881	119	16	292	383	103	1.3	0.7	2.8	1066	0.017	0.08	0.80	0.007	0.91	25	KD	23	2.6	4.0	2	
	5	2550	2588	2625	2765	2657	2870	2877	215	75	420	505	140	1.2	0.8	3.0	1517	0.005	0.15	1.12	0.023	0.86	55	KD	29	23	33	4
	6	2510	2585	2660	2829	2669	2928	2940	319	150	700	916	169	1.3	0.7	4.1	2845	0.095	0.48	2.88	0.103	0.75	295	KB	26	18	39	2
	7	2550	2586	2621	2744	2647	2869	2869	194	71	482	464	123	1	1	3.9	1711	0.015	0.17	1.42	0.023	0.75	305	KB	23	13	37	3
	8	2628	2658	2688	2837	2732	2878	2889	209	60	405	272	149	0.6	1.4	2.7	1361	0.022	0.08	0.58	0.012	0.58	295	KB	29	18	38	3
	9	2449	2450	2450	2593	2521	2600	2610	144	1	507	412	143	0.8	1.2	3.5	1498	0.014	0.13	0.94	0.013	0.76	330	KB	16	0.2	4.2	2
	10	2527	2541	2554	2688	2607	2727	2888	161	27	261	230	134	0.8	1.1	1.9	874	0.009	0.05	0.37	0.005	0.82	298	KB	35	13	52	3
	11	2501	2548	2595	2884	2692	2958	2992	383	94	692	492	289	0.7	1.4	2.3	1981	0.025	0.24	0.83	0.061	0.77	310	KB	31	21	37	4
	12	2296	2314	2332	2574	2435	2606	2610	278	36	395	383	242	0.9	1.1	1.6	1370	0.01	0.12	0.52	0.023	0.84	355	K	40	11	65	3
	13	2459	2471	2482	2822	2640	2880	2992	363	23	323	238	340	0.7	1.3	0.9	965	0.002	0.06	0.20	0.016	0.90	272	B	64	18	86	5
	14	2629	2636	2643	2762	2695	2763	2992	133	14	227	236	119	1.1	0.9	1.9	763	0.003	0.04	0.36	0.004	0.93	315	KB	33	17	37	4
	15	2672	2678	2683	2965	2818	2975	2983	293	11	711	363	282	0.5	1.9	2.5	1741	0.011	0.19	0.67	0.037	0.79	355	K	23	4.4	28	4
KARA GÖL	1	2596	2643	2689	2883	2739,5	2943	2949	287	93	530	382	194	0,7	1,3	2,7	1496	0,01	0,157	0,8	0,03	0,88	57	KD	30,9	19,4	43,3	3
	2	2560	2630	2700	2893	2726,5	2945	2949	333	140	730	625	193	0,8	1,1	3,7	2422	0,02	0,364	1,8	0,08	0,78	62	KD	26,1	18,3	37,8	3
	3	2536	2571	2606	2899	2717,5	2905	2912	363	70	742	628	293	0,8	1,1	2,5	2219	0,06	0,321	1,1	0,07	0,82	92	D	28,0	18,4	31,9	3
	4	2660	2665	2670	2919	2789,5	2953	2962	259	10	582	509	249	0,8	1,1	2,3	1970	0,06	0,257	1,0	0,04	0,83	110	D	25,4	2,1	46,3	2
MUSLU	1	2352	2377	2401	2660	2506	2697	2699	308	49	518	586	259	1,1	0,8	2,0	1860	0,02	0,221	0,8	0,04	0,80	345	K	34,0	17,4	41,5	3
	2	2364	2440	2516	2652	2508	2695	2699	288	152	852	703	136	0,8	1,2	6,2	2750	0,12	0,475	3,4	0,09	0,79	46	KD	19,3	14,7	29,8	2
	3	2330	2387	2443	2678	2504	2680	2694	348	113	808	764	235	0,9	1,0	3,4	2489	0,05	0,41	1,7	0,09	0,83	20	K	24,6	14,6	36,7	3
	4	2325	2423	2520	2548	2436,5	2670	2704	223	195	689	692	28	1,0	1,0	2,4	2688	0,10	0,338	1,2	0,05	0,59	72	D	20,4	19,7	20,1	4
	5	2434	2442	2450	2796	2615	2815	2876	362	16	861	462	346	0,5	1,8	2,4	2356	0,04	0,28	0,8	0,06	0,63	68	D	24,0	1,9	50,6	3
	6	2539	2617	2695	2913	2726	2925	2935	374	156	873	973	218	1,1	0,9	4,0	3678	0,23	0,807	3,7	0,20	0,75	144	GD	24,5	15,9	40,1	2
	7	2647	2707	2767	2875	2761	2945	2949	228	120	828	691	108	0,8	1,2	7,6	2993	0,12	0,467	4,3	0,07	0,65	152	GD	15,7	11,2	28,6	3
KAR ÇUKURU	Kar Çukuru 1	2386	2416	2445	2903	2644,5	2927	2935	517	59	1072	898	458	0,8	1,1	2,3	3785	0,04	0,829	1,8	0,28	0,73	312	KB	27,6	10,9	34,3	2
	Kar Çukuru 2	2689	2693	2697	2870	2779,5	2880	2881	181	8	597	460	173	0,7	1,3	3,4	1748	0,04	0,21	1,2	0,02	0,85	282	B	17,3	1,2	43,7	2
ELMA KISPE DERE	Kum Çukuru	2284	2317	2350	2712	2498	2736	2744	428	66	714	1032	362	1,4	0,6	1,9	3134	0,06	0,593	1,6	0,16	0,76	343	K	34,3	17,1	41,9	2
	Elma Dere	2400	2440	2479	2882	2641	2902	2915	482	79	801	556	403	0,6	1,4	1,9	2229	0,05	0,303	0,7	0,09	0,77	57	KD	34,4	15,0	46,0	3

Tablo 5: Dedegöl Dağındaki sirklerin buzullaşma alanlarına göre ortalama yükseltileri
Table 5: Medium altitudes of the glacial cirques on Mount Dedegöl.

	Sayacak Alanı (15 Sirk)	Karagöl Alanı (4 Sirk)	Muslu Alanı (7 Sirk)	Kar Çukuru Alanı (2 Sirk)	Kisbe Dere Alanı (1 Sirk)	Elma Dere Alanı (1 Sirk)	Dedegöl Dağı Genel (30 Sirk)
Ortalama Sirk Tabanı Yükseltisi (m)	2567	2627	2485	2555	2317	2440	2543
Ortalama Sirk Yükseltisi (Sirk Eşiği-Sırtı Ort.) (m)	2656	2743	2580	2712	2498	2641	2648

iki sirk in de kuzey yönde ve buzul vadisinin başlangıç noktalarında bulunması, bakı ve konumlarının etkili olabileceği düşündürmektedir. Sayacak alanında sirkler 2314 m ile 2733 m yükseltileri aralığında yer almaktadır ve bu açıdan en geniş aralığa sahip alandır. Farklılığın oluşmasında bakı ve yükseltinin

yanı Şsıra arazinin tektonik hareketler, kararlaşma süreçleri, flüvyal etkenler ve kütle hareketleri ile kompleks bir görünümüne dönüşmesinin etkisi vardır (Çılğın, 2012). Karagöl Alanındaki sirkler, yükseltisi en fazla olan sirklerdir. Karagöl 1 ve 2 Sirkleri, güney-kuzey doğrultusunda uzanan dağlık kütlelerin yüksek

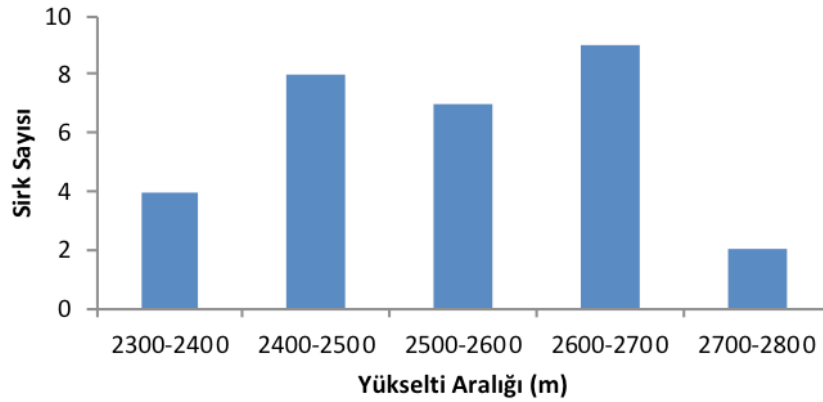
eğimli yamaçlarını yarararak kütlelerin iç kısımlarına kadar sokulan eski bir vadinin yukarı çığırlarında gelişmişlerdir.

Sahada sirklerin 100 m aralıklı dağılımları incelendiğinde sirklerin %80'nin (24 sirk) 2400-2700 m aralığında yer aldığı görülür. 4 adet sirk 2300-2400 m ile en düşük yükselti aralığında ve 2 adet sirk ise 2700-2800 m ile en yüksek aralıkta bulunmaktadır (Şekil 9).

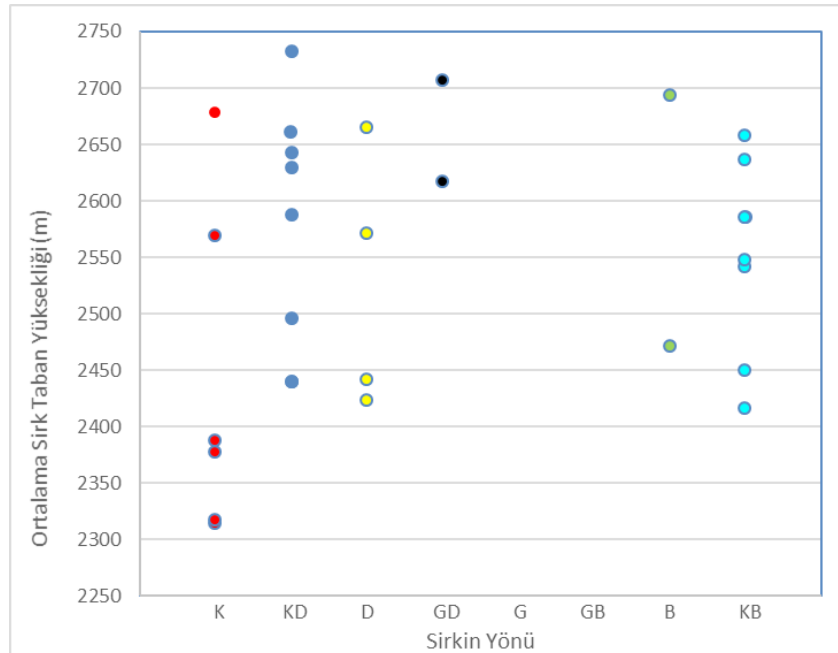
Sahada, ortalama yükseltisi en düşük olan sirkler kuzey yönde gelişmiştir (Şekil 10). 2300-2400 m aralığında 4 sirk bulunmaktadır. Diğer yönlerde 2400 m altında gelişen sirk bulunmamaktadır. Yine güneydoğu ve güneybatı yönlerde

gelişen 4 sirk nispeten daha yüksek kotlarda gelişme imkanı bulmuşlardır (Şekil 10).

Sahada, yükseltinin artması ile sirklerin daha gelişmiş ve büyük boyutlu olması arasında doğru orantı bulunamamıştır. Benzer şekilde, sirklerin daha fazla kapalılık ve içbükey özellik kazanması yüksekli ile birlikte artış göstermemektedir. Bilakis, Kum Çukuru (2317 m) ve Kar Çukuru 1 (2416 m) gibi iyi gelişmiş, büyük ve iyi kapalılık gösteren sirklerin sahadaki en alçak kotlarda gelişen sirkler içinde yer aldıkları görülmektedir. Bu sirklerin bulunduğu konuma bakıldığında, buzul vadisi başında yer aldıkları görülmektedir. Yine, benzer boyut ve gelişmişlikte olan Sayacak 6 ve Muslu 6 sirklerinin de 2600 m



Şekil 9: Dedegöl Dağında sirklerin 100 m yükselti aralığına göre histogramı.
Figure 9: Histogram of glacial cirques in 100 m elevation range on Mount Dedegöl.



Şekil 10: Sirklerin bakı ve yükseltilerine göre dağılımı.
Figure 10: Distribution of glacial cirque on the basis of aspect and altitude.

seviyelerinde bulunduğu ve buzul vadisi başlangıç noktalarını oluşturdukları görülmektedir. Buna karşın, Sayacak 15 Sirk 2678 m yükseltide (taban yükseltisi) ve kuzeye bakan yüksek eğimli bir yamaçta gelişmiş bağımsız/izole sirklerdir. Bu sirk bulduğu yamaçta yarını oluşturabilecek belirgin bir akarsu çığı veya vadi bulunmamaktadır. Uygun yükselti ve bakı koşullarına rağmen, oluşmaya yeni başlamış bir sirk görüntüsü vermekte ve 4. gelişim aşamasında bulunmaktadır. İyi gelişim gösteren sirklerin buzul vadisi başlarında, başka bir deyişle yarılmanın daha fazla olduğu yerlerde bulunması, buzul öncesi topografyanın aynı yükseltide bulunan sirklerin gelişiminde yönlendirici olduğunu işaret etmektedir. Sonuç olarak, büyük ve iyi gelişmiş sirklerin en yüksekte yer alan sirkler olmadıkları, bunların daha ziyade buzul vadisi başında yer alan birleşik sirkler olduğu görülmektedir.

4.2. Boyutlar

Glasiyal sirkler, zaman içinde buzul akışının etkili bir şekilde gerçekleşmesini sağlayacak bir forma doğru evrilirler ve bir alanda iyi gelişmiş sirkler buldukları coğrafi bölgeye bakılmaksızın, benzer şekil ve boyutta olma eğilimindedirler. Sirklerin boyutlarındaki farklılıklar, konum, topografya, iklim, jeolojik yapı, litoloji ve tektonik gibi lokal faktörlere bağlı olarak meydana gelmektedir (Simoni, 2011). Derbyshire ve Evans (1976) tarafından, Dünyanın farklı bölgelerinde yer alan sirklerin araştırılması ve edilen sonuçların karşılaştırılmasında; ortalama bir sirk yaklaşık 700 m uzunluğa, 250 m genişliğe ve 0,4 km² alana sahip olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Dedegöl Dağında sirk boyutları yukarıda belirtilen kriterler çerçevesinde incelenmiştir. Çoğu sirk, genel hatları ile ortalama sirk boyutları civarında bir değere sahip olduğu görülmektedir. Sahadaki sirklerin ortalama uzunluğu 600 m, genişliği ise 534 m bulunmuştur. Sayacak alanında yer alan sirklerin diğer alanlara oranla daha az uzunluğa sahip olduğu görülmektedir. Bu alanda

yer alan 15 sirk ortalama uzunlukları 454 m olup, sirklerden 4 tanesi 700 m uzunluğa ulaşmakta ve geçmektedir. Aktif tektoniğe bağlı olarak kuzey-güney yönünde uzanan fay basamaklarının sirklerin boyutları üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Sirklerin en uzun olduğu buzullaşma alanı ise Kar Çukuru olmuştur. Burada sirklerin ortalama uzunluğu 835 m olarak ölçülmüştür. Diğer alanlarda ise uzunluk 700 m civarında değişmektedir. Sirklerin genişliği ise bütün alanlar için 400 m'nin üzerindedir. Genişliğin en az olduğu alan uzunlukta olduğu gibi Sayacak alanı olmuştur. Kisbe Dere alanında Kum Çukuru Sirk 1032 m genişlikle sahadaki en geniş sirklerdir. Bu değer ortaya çıkmasında birleşik sirk olmasının etkisi vardır. Sahada genişliği uzunluğundan daha fazla olan sirklerin genellikle birleşik sirk olduğu görülmüştür.

Pek çok sirkte yapılan gözlemlerde, uzunluğa bağlı gelişimin genişlik ve derinlikten daha fazla olduğu ve buna bağlı olarak sirk boyutlarının büyüdüğü ortaya konmuştur. Bundan dolayı iyi gelişmiş sirklerin büyük boyutları ve alanları, sirk duvarının gerilemesine bağlı olarak ortaya çıkar. Örneğin İspanyol Pirenesinde yapılan sirk morfolojisi çalışmasında yükselti ile uzunluk (özellikle uzunluk/genişlik oranı) ve aşırı oyulma arasında doğru orantı olduğu ortaya konmuştur (Garcia-Ruiz vd., 2000).

Sahadaki sirklerin uzunluk/genişlik oranları incelendiğinde uzunluğun genişliğe oranla biraz daha fazla olduğu görülmüştür. Ortalama uzunluk/genişlik oran 1,1'dir. Sirklerin %63'ünde (19 sirk) uzunluk genişlikten daha fazla bulunmuştur. Genişlik/uzunluk oranı ise 0,9 olup, bu oran en fazla 1,4 ile Kisbe Dere Alanındaki Kum Çukuru Sirkinde ve 1,31 oran ile Sayacak Alanında yer alan Sirk 6 elde edilmiştir. Genişlik/uzunluk oranının fazla olmasında, her iki sirkte de buzul vadisinin başlangıç noktalarını oluşturmaları, dolayısıyla buzul vadilerine açılmalarının etkili olabileceğini düşündürmektedir.

Tablo 6: Dedegöl Dağındaki sirklerin boyutları.
Table 6: Sizes of the glacial cirques on Mount Dedegöl.

	Sayacak Alanı (15 Sirk)	Karagöl Alanı (4 Sirk)	Muslu Alanı (7 Sirk)	Kar Çukuru Alanı (2 Sirk)	Kisbe Dere Alanı (1 Sirk)	Elma Dere Alanı (1 Sirk)	Dedegöl Dağı Genel (30 Sirk)
Ortalama Uzunluk (L) (m)	454	646	776	835	714	801	600
Ortalama Genişlik (W) (m)	404	536	596	679	1032	556	534
Ortalama Genişlik/Uzunluk Oranı	0,9	0,8	0,9	0,8	1,4	0,6	0,9
Ortalama Uzunluk/ Genişlik Oranı	1,1	1,2	1,1	1,2	0,6	1,4	1,1
Ortalama Sirk Alanı (km ²)	0,15	0,27	0,43	0,52	0,59	0,30	0,27
Dairesellik indeksi	0,79	0,78	0,72	0,78	0,76	0,77	0,76

Sirklerin yüzey alan hesaplanmasında, 30 sirk ortalamasının 0,27 km² olduğu görülmüştür. Bu rakamın ortalama değerlerin biraz altında kaldığı anlaşılmaktadır. Ancak sahada büyük alana sahip sirkler de mevcuttur. Kar Çukuru 1 (0,829 km²), Muslu 6 (0,807 km²), Kum Çukuru (0,590 km²) ve Sayacak 6 (0,486 km²) Sirkleri en geniş alana sahip sirklerin başında gelmektedirler.

Dairesellik indeksi, glasiyal sirklerin şekillerini karakterize ederler ve pek çok sirk çalışmasında bu indeks değerinin 0.6–0.8 arasında olduğu görülmüştür. 1'e yakın değerler yuvarlak, dairesel izohiplerle karakterize olurlar. Sahadaki sirklerin dairesellik oranı 0.58-0.93 arasında olup, 30 sirk ortalaması 0,76 bulunmuştur. Dairesellik indeksi 0.8 geçen 13 sirk mevcuttur. 0.6 altında bulunan iki sirk ise 0.58 ve 0.59 indeks değerlerine sahiptirler.

Dedegöl Dağı'nın yüksek kesimlerinin bütünüyle masif kireçtaşlarından oluşması, karstik süreçlerle oluşan buzul öncesi karstik depresyonların sirk gelişimi için uygun şartlar sağladığı değerlendirilmektedir. Bazı sirklerin (Kar Çukuru 2 ve Karagöl 4 Sirkleri) eşik seviyesinden 70-80 m derinliğe sahip olması tek başına buzul aşındırması ile açıklamak güçtür. Bu tür sirklerin geçmişte nispeten derin paleo-karstik depresyonlarda gelişmiş sirkler olduğu, günümüzde ise karstik gelişimin devam etmesine bağlı olarak sirk tabanlarının derinleşmeye devam ettiği düşünülmektedir (Çılgin, 2012).

Kireçtaşları üzerinde gelişen sirkler ofiolitlerde gelişenlere oranla daha derin, daha uzun ve kapalı şekillere sahip olmaktadır (Hughes vd., 2007). Dedegöl Dağında sirklerin uzunluk ve kapalılıkları iyi derecede gelişmesine karşın, bütün sirklerin derin olduğunu söylemek güçtür. Bu tür sirklerin, buzullaşma öncesi dönemde, buzulların yerleşebileceği yarıma ve oyuklar açısından nispeten daha az elverişli yerlerde oluşmasının etkili olduğu değerlendirilmiştir.

4.3. Eğim

Glasiyal sirkler için, ortalama eğimin 12°-45° (ideal eğim değeri 20°-30° arası); sirk tabanının <20° ve sirk duvarının >33°

olması gerektiği ileri sürülmüştür (Derbyshire ve Evans 1976; Evans, 2006; Evans ve Cox, 1974, 1995; Simoni, 2011). Sirk ortalama eğim değerinin 45° üstünde ve 12° altında bulunması buzulun rotasyonel akışı için uygun koşulları sağlamadığından glasiyal sirk olduğuna şüpheli ile bakılır (Derbyshire ve Evans 1976). Alandaki sirkler, ileri sürülen eğim kriterleri çerçevesinde incelenmiş ve eğim değerleri sınırlar içinde bulunmuştur. Sayıca daha fazla sirke sahip Sayacak, Karagöl ve Muslu alanlarında ortalama sirk taban eğimlerinin neredeyse aynı olduğu görülmüştür (sırasıyla 13°, 14° ve 14°). Bu değer Kar Çukuru alanında 6° ile en düşük; Kisbe Dere Alanında 17° ile en yüksek değere ulaşmıştır. Ortalama sirk duvarı eğimi ile ortalama sirk eğimi Kar Çukuru ve Muslu alanlarında en düşük seviyelerde yer almaktadır.

Tabakaların dalış doğrultuları sirklerin eğimi dolayısıyla gelişimi üzerinde etkili olmuştur. Tabaka doğrultusu genel eğim doğrultusu ile paralel olduğu durumlarda sirk tabanı da buna uymakta ve taban eğimleri genellikle daha az olmaktadır (Haynes, 1968). Sayacak Alanında tabakaların dalış doğrultuları ile çoğu sirk yer aldığı yamaç eğimi arasında benzer durumun mevcudiyeti sirk tabanındaki eğim ve derine kazınma süreçlerini olumsuz etkilemiştir. Buna karşın Muslu alanında tabakalar buzul ilerleme yönüne göre ters doğrultuda bulunmaktadır. Bundan dolayı, bu alanda hem sirkler daha iyi gelişmiş, hem de buzulların ilerlediği yönde çok sayıda hörgüç kaya meydana gelmiştir.

4.4. Bakı

Dedegöl Dağında yer alan sirklerin bakı özellikleri incelendiğinde, büyük bölümünün güneş radyasyonundan daha az etkilenen yönlerde geliştiği, dolayısı ile bakının belirleyici role sahip olduğu anlaşılmaktadır. Sirklerin daha çok kuzey, kuzeydoğu ve kuzeybatı yönlerde gelişmiş olduğu görülür. Bu yönlerde toplam 22 adet sirk mevcut olup sahadaki sirklerin yaklaşık dörtte üçünü (%73,3) oluştururlar. Sirklerin geliştiği ikinci önemli yön ise doğudur. Bu yönde 4 sirk mevcuttur. Sahada sirklerin görüldüğü başka bir yön ise güneydoğu olup, bu

Tablo 7: Dedegöl Dağındaki sirklerin eğim değerleri.
Table 7: Slope values of the glacial cirques on Mount Dedegöl.

	Sayacak Alanı (15 Sirk)	Karagöl Alanı (4 Sirk)	Muslu Alanı (7 Sirk)	Kar Çukuru Alanı (2 Sirk)	Kisbe Dere Alanı (1 Sirk)	Elma Dere Alanı (1 Sirk)	Dedegöl Dağı Genel (30 Sirk)
Ortalama Sirk Tabanı Eğimi (°)	13	14	14	6	17	15	13
Ortalama Sirk Duvarı Eğimi (°)	45	40	35	39	42	46	41
Ortalama Sirk Eğimi (°)	30	27	23	22	34	34	28

Tablo 8: Dedegöl Dağı'ndaki sirklerin geliştikleri yönler.
Table 8: Aspects of the glacial cirques on Mount Dedegöl.

Yön	K	KD	D	GD	G	GB	B	KB
Azimet Açısı	337.5°-22.5°	22.5°-67.5°	67.5°-112.5°	112.5°-157.5°	157.5°-202.5°	202.5°-247.5°	247.5°-292.5°	292.5°-337.5°
Sirk Sayısı	6	8	4	2	0	0	2	8
Sirk %	20	26,6	13,3	6,6	0	0	6,6	26,6

yönde 2 sirk gelişimi olmuştur. Güney ve güneybatı yönlerde sirk gelişimi olmamıştır.

Sirklerin güneş radyasyonundan az etkilenen yönlerde gelişmesine karşın çalışma alanında kuzeybatıya bakan sirklerin, kuzeye bakan sirklerden sayıca daha fazla olması, alanın buzullaşma öncesi dönemden kalan özellikleri ilgilidir. Eski akarsu vadilerinin geliştiği yönler bu durum üzerinde etkili olmakla birlikte, özellikle Sayacak Dere vadisindeki asimetrik özellik sirklerin gelişim yönlerinde belirleyici olmuştur. Bu vadinin, akış yönüne (kuzeye) göre doğusunda kalan sırtlar, sahanın en yüksek tepelerini oluştururlar (örn. Dedegöl Tepe, 2992 m). Buna karşın, vadinin diğer yamacındaki sırtlar 2300-2400 m yükselti aralığında bulunmakta ve sahadaki Pleyistosen kalıcı kar sınırının (2230 m) biraz üzerinde uzanmaktadır. Bundan dolayı, vadinin batıda kalan kesiminde sirk gelişimi için yeterli yükselti şartları oluşmadığından sirkler de oluşmamıştır.

Sirklerin büyük boyutlu olmasında ve iyi gelişmesinde baki etkisi sınırlı olmuştur. Sahada yer alan ve büyük boyutlara ulaşan Kar Çukuru 1 ve Muslu 6 sirkleri sırasıyla (KB) ve (GD) yönlerde gelişmiştir ve daha önce de belirtildiği gibi buzul vadilerinin başlangıç noktalarını oluşturmaktadırlar.

4.5. Dedegöl Dağındaki Sirklerin Sınıflandırılması

Sirkler konum, şekil ve gelişim aşamaları çerçevesinde sınıflamaya tabi tutulmuştur. Sirklerin buzul vadisi ile olan konumları incelendiğinde, sahada, 6 sirkli buzul vadisi başlangıç noktalarını oluşturduğu görülür. Sahada yer alan 6 buzullaşma alanının da başlangıç yerlerine gelen bu sirkler Sayacak 6, Kum Çukuru, Elma Dere, Karagöl 1, Muslu 6 ve Kar Çukuru 1 sirkleridir. Sayacak 15, Karagöl 4 ve Kum Çukuru sirkleri buzul vadisi ile doğrudan bağlantısı olmayan bağımsız veya izole sirkleri oluşturmaktadır. Sahada yer alan diğer 21 sirk ise buzul vadisi yamaçlarına denk gelen konumlarda bulunmaktadırlar.

Sirklerin şekilsel özellikleri incelendiğinde; 10 tane basit sirk (simple cirque), 3 tane sirk teknesi (cirque troughs), 8 tane

birleşik sirk (compounded cirque) ve 9 tane basamaklı sirk formuna sahip oldukları görülmüştür. Basamaklı sirklerin Sayacak Alanında daha fazla bulunduğu tespit edilmiştir. Alanda bulunan fay basamaklarının bu durum üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir.

Sirkler, eğim değerleri, derine kazılmış tabanları, sirkli çevreleyen çok iyi gelişmiş kavisli duvarları ve sirkli kapalılık özellikleri dikkate alınarak klasik, iyi gelişmiş, belirgin, az gelişmiş ve marjinal olmak üzere beş sınıflamada değerlendirilmiştir.

Çalışma sahasında klasik sirk bulunmamaktadır. İyi gelişmiş sirklerden sirk tabanında göl bulunması ile ayrılan bu sirklerin mevcut olmamasının nedeni sahada aktif olan karstik süreçlerdir. Sirklerin tamamı Dipoyraz Formasyonu olarak tanımlanan tamamen masif kireçtaşlarından oluşan bir litoloji üzerinde gelişmiştir. Sahada 11 sirkli tabanında derine kazılma ve ters eğimler mevcuttur. Ancak bu sirk tabanlarının çoğunda su batanlar (düdenler) bulunmakta ve sirk çanağındaki suları yer altına drene ederek göl oluşumunu engellemektedir.

İyi gelişmiş sirkler, tabanda ters eğim değerlerine, derine kazılmış tabanlara, sirkli çevreleyen çok iyi gelişmiş kavisli duvarlara ve kapalılığa sahip olan sirklerin dahil edildiği grup olmuştur. Sahada bu özelliklere sahip sirklerin oranı % 36,6'dır (11 sirk). Sayacak, Muslu, Kar Çukuru ve Karagöl ve Kisbe Dere alanlarında yer alan bu sirkler farklı yükselti aralığında ve yönlerde bulunsalar da, ağırlıklı olarak kuzeydoğu, kuzeybatı ve kuzey yönlerde gelişmişlerdir.

Belirgin sirk sınıflaması yapılırken, sirk tabanı veya sirk duvarı özelliklerinden birinin zayıf olduğu sirkler bu sınıflamaya dahil edilmiştir. Özellikle tabanında aşırı kazılma ve ters eğimler bulunmayan, sirk taban eğimlerinin yüksek olduğu sirkler bu sınıflama içinde ele alınmıştır. Sahada en fazla görülen bu gelişim aşamasında 13 sirk mevcut olup % 43,3'lük bir bölümü oluşturmaktadır. Muslu ve Karagöl Alanlarında sirklerin yarısından fazlası, Sayacak alanında ise üçte biri bu sınıflama içinde yer almaktadır.

Tablo 9: Dedegöl Dağı'ndaki sirklerin sınıflandırılması
Table 9: Glacial cirque classification on Mount Dedegöl.

Buzullaşma Alanı	Sirk Adı	Sınıflama Kriterleri							Gelişim Aşaması	Yön
		Buzul vadisi ile olan konuma göre			Şekillerine Göre					
		Vadi başı sirkleri	Vadi yamacı sirkleri	izole veya Bağımsız Sirkler	Basit Sirk (Simple Cirque)	Sirk Tekneleri (Cirque Troughs)	Birleşik Sirkler (compound cirque)	Basamaklı Sirkler (staircase cirques)		
Sayacak	Sayacak 1		*		*				2	KD
	Sayacak 2		*					*	2	K
	Sayacak 3		*					*	3	KD
	Sayacak 4		*		*				2	KD
	Sayacak 5		*		*				4	KD
	Sayacak 6	*				*			2	KB
	Sayacak 7		*				*		3	KB
	Sayacak 8		*					*	3	KB
	Sayacak 9		*					*	2	KB
	Sayacak 10		*					*	3	KB
	Sayacak 11		*					*	4	KB
	Sayacak 12		*					*	3	K
	Sayacak 13		*			*			5	B
	Sayacak 14		*			*			4	KB
	Sayacak 15				*	*			4	K
Karagöl	Karagöl 1	*				*			3	KD
	Karagöl 2		*				*		3	KD
	Karagöl 3		*				*		3	D
	Karagöl 4			*	*				2	D
Muslu	Muslu 1		*		*				3	K
	Muslu 2		*				*		2	KD
	Muslu 3		*		*				3	K
	Muslu 4		*				*		4	D
	Muslu 5		*						3	D
	Muslu 6	*			*		*		2	GD
	Muslu 7		*				*		3	GD
Kar Çukuru	Kar Çukuru 1	*				*			2	KB
	Kar Çukuru 2			*			*		2	B
Kisbe Dere	Kum Çukuru	*					*		2	K
Elma Dere	Elma Dere	*					*		3	KD

Az gelişmiş sirklerin sınıflamasında; sirk taban eğimlerinin sınırlar içinde olup olmaması ile sirk duvarlarının kavisli ve kapalı olma özellikleri dikkate alınarak yapılmıştır. Bu sirk grubunda bu özelliklerden biri veya ikisi genelde zayıf, az gelişmiş ve bazen şüphe edilecek bir durum arz eder. Ancak, bazı durumlarda sirk duvarının kavisli olması ve kapalılık göstermesi bunların glasiyal sirk olduğunu destekler. Sahada bu gruba dahil edilen beş sirk mevcut olup, üçü Sayacak alanında yer almaktadır.

Varlığı ve orijini şüpheli olarak ifade edilen marjinal sirklerden sahada sadece bir tane (Sayacak 13) bulunmaktadır. Sirk tabanının derine kazılması, sirk duvarlarının kapalılık ve

kavislenme özellikleri zayıftır. Ancak, taban eğiminin sınırlar içinde yer alması sirkın glasiyal orijinli olduğunu düşündürmektedir.

Bir sirk, buzul aşınım süreçlerine bağlı olarak on bin yıllardan yüz bin yıllara varan bir zaman diliminde oluşur. Bu nedenle sirk oluşumunu direkt gözlemek olanaklı değildir. Ancak sirklerin genellikle mevcut topografyada flüvyal, karstik, volkanik ve heyelan etken ve süreçleri tarafından oluşturulmuş oyukların buzullarla işgal edilmesi ile başladığı varsayılmaktadır. Aşınımına bağlı olarak ortadan kaldırılan ana kayanın yeri doldurulamayacağından sirkler zaman geçtikçe büyürler (Evans, 2006). Brook vd. (2006) sirklerin uzamasının ve derinleşmesinin

genişlemeye oranla daha hızlı gerçekleştiğini ve iyi gelişmiş bir sirk şekline 600 bin yıl kadar bir süre geçtikten sonra ulaşıldığını belirtmişlerdir. Dedegöl dağındaki sirklerin gelişim aşamaları göz önüne alındığında, sirklerin %80'nin (24 sirk) 2. ve 3. gelişim aşamasında buldukları görülmektedir. Bu durum, 2. Gelişim aşamasında bulunan iyi gelişmiş sirkler için en azından yüz bin yılları bulan bir buzul aşınım döngüsüne ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

5. SONUÇ

Dedegöl Dağı'nda farklı özelliğe sahip 30 glasiyal sirk tespit edilmiştir. Sirkler, Sayacak, Kisbe Dere, Elma Dere, Karagöl, Muslu ve Kar Çukur olmak üzere altı alt buzullaşma alanında gelişim göstermişlerdir. Sirkler temelde buzul öncesi topografya, yükselti ve bakı etkisine, kısmen de lokal tektonik ve jeolojik yapıya bağlı olarak gelişmiş ve farklı özellik kazanmışlardır.

K, KD ve KB yönler, güneş radyasyonuna daha az maruz kalan yönler olduğundan sirk gelişimi için uygun koşulları temin etmiştir ve sahadaki sirklerin dörtte üçüne yakın bölümü (73,3) bu yönlerde gelişmiştir. GD ve B yönlerinde ikişer sirk gelişimi olmuştur. Bu sirklerin gelişimi, yerel topografik koşullar, sırtların uzanış doğrultusu ve preglasiyal vadiler tarafından denetlenmiştir. G ve GB yönlerde sirk oluşumu için uygun koşullar oluşmamıştır.

Sirk tabanı dikkate alındığında, sirklerin ortalama yükseltisi 2543 m bulunmuştur. Kuzeye bakan yamaçlarda sirkler daha düşük kotlarda gelişme imkanı bulmuşlardır. 2400 m altında bulunan 4 sirk tamami kuzeye bakan yönde gelişmiştir. GD ve B yönlerde bulunan sirkler ise nispeten daha yüksek kotlarda gelişmişlerdir.

Yapılan morfometrik ölçümler neticesinde, çoğu sirk, genel hatları ile ortalama sirk boyutları civarında bir değere sahip olduğu görülmüştür. Sahadaki sirklerin ortalama uzunluğu 600 m, genişliği ise 534 m bulunmuştur. 19 sirkte uzunluğunun genişliğinden daha fazla olduğu, 9 sirkte ise genişliğin uzunluktan

fazla olduğu bulunmuştur. 2 sirk uzunluk/genişlik oranının aynı olduğu tespit edilmiştir. Sirkler alansal olarak ortalama 0,27 km² alana sahiptirler ve ideal sirk boyutunun biraz altında bulunmaktadırlar. Sahadaki sirklerin dairesellik oranı 0,76 bulunmuştur ve 0,8'i geçen 13 sirk mevcuttur. Dairesellik indeksi sirkler için öngörülen üst sınır değerlerine yakındır (0,8). Bu da sirklerin büyük ölçüde dairesel bir şekle yakın olduğunu göstermektedir. Sahada bulunan sirklerin ortalama eğim değeri 28°, sirk tabanı eğimi 13°, sirk duvarı eğimi 42° bulunmuştur. Mevcut değerler, sirk için belirlenen eğim değerleri içinde yer almaktadırlar.

Sirklerin buldukları konum dikkate alındığında, 6 sirk buzul vadisinin başlangıç noktasında, 21 tanesinin buzul vadisi yamaçlarında ve 3 tanesinin ise vadilerden bağımsız bir lokasyonda geliştiği görülmüştür. Şekilsel özelliklerine göre ele alındığında ise; 10 tane basit sirk (simple cirque), 3 tane sirk teknesi (cirque troughs), 8 tane birleşik sirk (compounded cirque) ve 9 tane basamaklı sirk (staircase cirques) formuna sahip sirk mevcut olduğu belirlenmiştir.

30 sirkten sadece 11 tanesi iyi gelişmiş, olgun sirk kategorisinde yer almaktadır. Geriye kalan 19 sirk ise ya iyi gelişmemiş ya da oluşum sürecinin başlangıç evresinde kalmıştır. Sirklerin bulunduğu yükselti ile gelişim aşamaları arasında doğru orantı bulunmamıştır. Çok iyi gelişmiş sirklerin, 2300-2400 m gibi nispeten düşük yükseltilerde de olduğu görülmüştür. Buzul öncesi topografya, bakı, yükselti ve jeolojik yapı sirklerin gelişim hızları üzerinde lokal ölçüde etkili olmuş, buzullaşmaların sahadaki ilk başladığı zamanlarda uygun lokalitede bulunan sirklerin zaman içinde pozitif geri beslemenin de etkisi ile daha hızlı gelişim göstererek günümüzdeki gelişmiş sirkleri oluşturduğu sonucuna varılmıştır.

Katkı Belirtme: Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Biriminin 4492 nolu projesi ile desteklenmiştir. Bu çalışma süresince desteği esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Ergin CANPOLAT'a teşekkürü borç biliriz.

KAYNAKLAR

- Alonso, V. (1993). Análisis de circo glaciares en las cabeceras de los rios Narcea, Ibia y Sil. Cordillera Cantabrica. *Cuatenario y Geomorfología*, 88(1-2), 109-121.
- Ardos, M. (1977a). Barla Dağı civarının jeomorfolojisi ve Barla Dağı'nda pleistosen glasyasyonu. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 20-21, 151-168.

- Ardos, M. (1977b). Eğirdir Gölü güneyinin jeomorfolojisi ve Davras pleistosen buzullaşması. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 22, 99-118.
- Bayrakdar, C. (2012). *Akdağ Kütlesi'nde (Batı Toroslar) karstlaşma buzul ilişkisinin jeomorfolojik analizi*. (Doktora Tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

- Bayrakdar, C., Çılğın, Z., Döker, M. F., & Canpolat, E. (2015). Evidence of an active glacier in the Munzur Mountains, eastern Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 24, 56–71.
- Bayrakdar C., Çılğın Z. & Sarış, F. (2017). Karadag'da Pleyistosen buzullaşmalarını, Batı Toroslar, Türkiye. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 60, 451–469.
- Benn, D. I., & Evans, D. J. A. (1998). *Glaciers and glaciations*. London, UK: Arnold.
- Bennet, M., & Glasser, N. (2009). *Glacial geology, ice sheets and landforms*. England, UK: Wiley-Blackwell.
- Brook, G. A., Kirkbride, M. P., Brock, B. W. (2006). Cirque development in a steadily uplifting range: rates of erosion and long-term morphometric change in alpine cirques in the Ben Ohau Range, New Zealand. *Earth Surface Processes and Landforms* 31(9):1167–1175.
- Çılğın, Z. (2012). *Dedegöl Dağı (Batı Toroslar) buzul jeomorfolojisi etüdü*. (Doktora Tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Çılğın, Z. (2015). Dedegöl Dağı kuvaterner buzullaşmaları. *Türk Coğrafya Dergisi*, 64, 19–37.
- Çiner, A., Deynoux, M., & Çörekçioğlu, E. (1999). Hummocky moraines in the Namaras and Susam Valleys, Central Taurids, SW Turkey. *Quaternary Science Reviews*, 18, 659–669.
- Çiner, A. (2003a). Türkiye'nin güncel buzulları ve geç kuvaterner buzul çökelleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 46(1), 55–78.
- Çiner, A. (2003b). Geyikdağ'da (Orta Toroslar) geç kuvaterner buzullaşmasına ait morenlerin sedimanter fasiyes analizi ve ortamsal yorumu. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 46(1), 35–54.
- Davis, P. (1999). Cirques of the Presidential Range, New Hampshire, and surrounding alpine areas in the northeastern United States. *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 53, n° 1, 1999, p. 25–45.
- Delannoy, J. J., & Maire, R. (1983). Le Massif de Dedegöl Dağ (Taurus Occidental, Turquie). *Recherches de geomorphologie glaciaire et karstique. Bulletin Association Geographe Français*, 491, 43–53.
- Derbyshire, E. & Evans, I. S. (1976). The climatic factor in cirque variation. In E. Derbyshire (Ed), *Geomorphology and Climate* (pp. 447–494). New York and London: J. Wiley and Sons.
- Doğu, A. F. (1993). Sandıras dağındaki buzul şekilleri. *Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 2, 263–274.
- Doğu, A. F., Çiçek, I., Gürgen, G. & Tunçel, H. (1999a). Akdağ'ın jeomorfolojisi ve bunun beşeri faaliyetler üzerindeki etkisi (Fethiye-Muğla). *Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 7, 95–120.
- Doğu, A. F., Çiçek, I., Gürgen, G. & Tunçel, H. (1999b). Akdağ (Fethiye-Muğla)'nın glasyal ve karst jeomorfolojisi. *Cumhuriyetin 75. Yıldönümü Yerbilimleri ve Madencilik Kongresi bildiri özleri kitabı içinde* (s. 63–64). Ankara: Maden Tetkik ve Araştırma Enstitüsü.
- Dumont, J. F. & Monod, O. (1976). Dipoyraz Dağ Masifinin Triyasik Karbonatlı Serisi (Batı Toroslar, Türkiye). *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 87, 26–38.
- Eriç, S. (1971). *Jeomorfoloji II* (2.bs). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları.
- Evans, I. S., & Cox, N. (1974). Geomorphometry and operational definition of cirques. *Area*, 6(2), 150–153.
- Evans, I. S., & Cox, N. (1995). The form of glacial cirques in the English Lake district, Cumbria. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 39, 175–202.
- Evans, I. S. (1997). Process and form in the erosion of glaciated mountains. In D.R. Stoddart (Ed.), *Process and form in geomorphology* (pp. 145–174). London, UK: Routledge.
- Evans, I. S. (2006). Allometric development of glacial cirque form: Geological, relief and regional effects on the cirques of Wales. *Geomorphology*, 80(3–4), 245–266.
- Garcia-Ruiz, J. M., Gomez-Villar, A., Ortigosa, L., Marti-Bono, C., (2000). Morphometry of glacial cirques in the central Spanish Pyrenees. *Geografiska Annaler. Series A: Physical Geography* 82(4): 433–442.
- Haynes, V. (1968). The influence of glacial erosion and rock structure on corries in Scotland. *Geografiska Annaler*, 50(4), 221–234.
- Hughes, P. D., Gibbard, P. L., & Woodward, J. C. (2007). Geological controls on Pleistocene glaci-ation and cirque form in Greece. *Geomorphology*, 88(3), 242–253.
- Köse, O. (2017). *Late quaternary glaciations and cosmogenic ³⁶Cl geochronology of mount Dedegöl*. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Lowey, G. W. (1999). Glaciation, gravel and gold in the Fifty Mile Creek area, west-central Yukon. In ID. S. Emond & L. H. Weston ((Eds.), *Yukon exploration and geology* (pp. 199–209). Canada: Vancouver.
- Marinescu, E. (2007). The morphometry of the glacial cirques within The Gilort Basin. University of Craiova Series: *Geography*, Vol.10, 5-12.
- Messerli, B. (1967). Die eiszeitliche und die gegenwertige Vergletscherung in Mittelmeerraum.. *Geographica Helvetica*, 22, 105–228.
- Mîndrescu, M., Evans, I. S., & Cox, N. J. (2010). Climatic implications of cirque distribution in the Romanian Carpathians: PalaeowindP directions during glacial periods. *Journal of Quaternary Science*, 25(6), 875–888.
- Olyphant, G. A. (1981). Allometry and cirque evolution. *Geological Society of America Bulletin Part I*, 92, 679–685.
- Özgül, N. (1976). Torosların bazı temel jeolojik özellikleri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 19(1), 65–67.
- Planhol, X. de. (1953). Les formes glaciaires du Sandıras Dağ et la limite des neiges éternelles quaternaires dans le SO de l'Anatolie. *Compte Rendu Sommaire de la Societe Geologique de France*, s. 63–265.
- Reber, R., Akcar, N., Yesilyurt, S., Yavuz, V., Tikhomirov, D., Kubik, P. W., Schluchter, C. (2014). Glacier advances in northeastern Turkey before and during the global Last Glacial Maximum. *Quaternary Science Reviews*, 101, 177–192.

- Sarıkaya, M. A., Zreda, M., Çiner, A., & Zweck, C. (2008). Cold and wet Last Glacial Maximum on Mount Sandıras, SW Turkey, inferred from cosmogenic dating and glacier modeling. *Quaternary Science Reviews*, 27(7–8), 769–780.
- Sarıkaya, M. A., Çiner, A., & Zreda, M. (2011). Quaternary Glaciations of Turkey. In J. G. Ehlers (Ed.), *Quaternary glaciations-extent and chronology* (pppp. 393–403). New York, NY: Elsevier.
- Sarıkaya, M. (2011). Türkiye'nin güncel buzulları. D. Ekinci (Ed.), *Fiziki coğrafya araştırmaları: Sistemik ve bölgesel içinde* (s. 527–544). İstanbul: Türk Coğrafya Kurumu Yayınları.
- Selçuk Biricik, A. (1982). *Beyşehir Gölü havzasının strüktürel ve jeomorfolojik etüdü*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Steffanova, P., & Mentlik, P. (2007). Comparison of morphometric characteristic of cirques in the Bohemian Forest. *Silva Gabreta*, 13(3),191–204.
- Şenel, M., Dalkılıç, H., Gedik, İ., Serdaroğlu, M., Bölükbaşı, S., Bilgin, Z., ... Özgül, N. (1996). Isparta büklümü doğusunda, otokton ve allokton birimlerin stratigrafisi (Batı Toroslar). *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 118, 111–160.
- Şenel, M. (1997). *1:100000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları No.15 Isparta-J12 paftası*. Ankara: Maden Tetkik ve Arama Jeoloji Etütleri Dairesi.
- Simoni, S. (2011). Typological and morphometric characteristics of the glacial cirques in Doamnei River basin (făgăraş massif). *Forum Geografic*, 10(1), 35–49.
- Trenhaile, A. S. (1976). Cirque morphometry in the Canadian cordillera. *Annals of the Association of American Geographers*, 66(3), 451–462.
- Turoğlu, H. (2011). *Buzullar ve buzul jeomorfolojisi*. İstanbul: Çantay Kitabevi.
- Yağmurlu, F. & Şentürk, M. (2005). *Güneybatı Anadolu'nun güncel tektonik yapısı*. Türkiye'sü Kuvaterner V. Sempozyumu'nda sunulan bildiri, İstanbul.
- Zahno, C., Akcar, N., Yavuz, V., Kubik, P. W., & Schluchter, C. (2009). Surface exposure dating of Late Pleistoceneglaciations at the Dedegol Mountains (Lake Beyşehir, SW Turkey). *Journal of Quaternary Science*, 24, 1016–1028.