

Karçal Dağları'nda Kaya Buzulu Oluşumları

Formations of Rock Glaciers in Karçal Mountains

VOLKAN DEDE^{1*}, İHSAN ÇİÇEK², LEVENT UNCU¹

¹ Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 11230, Bilecik.

² Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 06100, Sıhhiye, Ankara.

Geliş (received) : 05 Temmuz (July) 2015

Kabul (accepted) : 04 Ağustos (August) 2015

ÖZ

Soğuk iklim koşullarının hüküm sürdüğü yüksek dağlık alanlarda, periglasyal şekiller yaygın olarak bulunmaktadır. Kuzeydoğu Anadolu'da, Artvin il sınırları içerisinde yer alan Karçal Dağları, Doğu Karadeniz Dağları'ndan Çoruh Nehri ile ayrılan kütleli bir yapı göstermektedir. Karadeniz kıyılarına kuş uçuşu yaklaşık 40 km uzaklıkta bulunan alan, yer yer 3000 m'yi aşan doruklara sahiptir. Bu özelliğinden dolayı, buzul çağları sırasında Karçal Dağları'nın doruklarında, buzullar gelişme imkânı bulmuştur. Bunları çevreleyen alanlarda ise periglasyal şekiller oluşmuştur. Bu alanda rastlanan periglasyal şekillerin en önemlisi Karçal kaya buzullarıdır.

Bu çalışma, Karçal Dağları'nda ilk defa tanımlanan beş adet kaya buzulunun coğrafik özelliklerinin tanıtılmasını amaçlamaktadır. Bunlar; Çamdalı, Karçal, Sakız, Yamukdiken ve Ziyaret kaya buzullarıdır. Toplam olarak 0.78 km² alana ve asgari 2.800 m'ye kadar inen dile sahip kaya buzulları içerisinde; Karçal ile Ziyaret kaya buzullarının permafrost etkilerle oluşum gösterdiği ve aktif olmadığı, Çamdalı, Sakız ve Yamukdiken kaya buzullarının ise buzul etkisi ile oluştuğu ve aktif olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Karçal dağları, Şavşat, Artvin, Kuzeydoğu Anadolu, periglasyal jeomorfoloji, kaya buzulları.

ABSTRACT

Periglacial shapes form as a result of cold climatic conditions around glaciers. They are widely seen in high mountainous areas. Karçal Mountains are located in Artvin at the North-Eastern Anatolia. It has a mass structure separated from Eastern Black Sea Mountains with the Çoruh River. The mountain chain is approximately 40 km away from the Black Sea. It has summits that partly exceed 3000 m above sea level. As a result of this characteristic, glaciers had the opportunity to developed in the summits in Karçal Mountains during the glacial times. Periglacial shapes were formed in the areas surrounding the glaciers. The most significant of the periglacial shapes encountered here are the Karçal rock glaciers.

This study aims to present five rock glaciers that mapped in Karçal Mountains and assess them according to their geographic properties. These are Çamdalı, Karçal, Sakız, Yamukdiken and Ziyaret rock glaciers and cover 0.78 km² and their minimum tongue elevation is 2.800 m. While Karçal and Ziyaret rock glaciers were formed as a result of permafrost effects and are non-active, Çamdalı, Sakız and Yamukdiken rock glaciers were formed as a result of glacier effect and are active.

Keywords: Karçal mountains, Şavşat, Artvin, Northeastern Anatolia, periglacial geomorphology, rock glaciers.

* V. Dede

e-posta: volkan.dede@bilecik.edu.tr

GİRİŞ

Kaya buzulları farklı iklim bölgelerinde rastlanılabilen en geniş yayılım alanına sahip periglasyal şekillerdendir. Yüksekliğe bağlı olarak tropikal kuşakta And Dağları üzerinde yaygın olarak görülen kaya buzulları, ılıman kuşakta Alp Kıvrım Dağları kuşağında gözlenir. Kutup kuşağında ise alçak dağların üzerinde denize yakın seviyelerde kaya buzullarına rastlanır. Kaya buzullarının incelenmesiyle, jeolojik geçmiş ve paleoiklim hakkında pek çok ve önemli bilgiler elde edilebilmektedir (Humlum, 1998).

Kaya buzullarının tanımı zaman içerisinde değişiklikler geçirmiştir. Kaya buzulları; dil şeklinli gövdelere sahip (Wahrhaftig ve Cox, 1959), uzunlukları genişliklerinden fazla olan (Martin ve Whalley, 1987), vadi tabanlarında oluşum gösteren (Outcalt ve Benedict, 1965), dil kesimlerinde keskin dikliklerin bulunduğu (Hamilton ve Whalley, 1995) şekiller olarak belirtilmiştir. Tüm bu bilgiler ışığında kaya buzulları; aktivitesini günümüzde de sürdüren veya tamamen yitirmiş olan, kayaların derinliklerinde buz çekirdeği içeren, yamaç döküntüleri ile moren depolarının karışımından meydana gelmiş periglasyal bölgelere özgü oluşumlardır (Çalışkan, 2015).

Kaya buzulları oluşum mekanizmaları, jeomorfolojik özellikleri, konumları ve hareket durumlarına göre farklı sınıflara ayrılırlar. Kaya buzullarının oluşum mekanizması hakkında iki farklı görüş vardır. Wahrhaftig ve Cox (1959) tarafından ortaya atılan birinci görüş “permafrost sürünme” (*permafrost creep*) modeli olarak adlandırılır ve kaya buzullarının, bloklar arasındaki boşluklarda bulunan permafrostun donma-çözülme olaylarına bağlı olarak harekete geçmesi sonucunda oluştuğunu ileri sürer. Potter (1972) tarafından ileri sürülen ikinci görüş ise “buz çekirdekli kaya

buzulu” (*glacial cores of rock glacier*) modeli olarak bilinir ve kaya buzullarının buz çekirdeği etkisiyle geliştiğini savunur (Whalley ve Martin, 1992).

Kaya buzulları jeomorfolojik özelliklerine göre; lob şekilli ya da dil şekilli olarak ikiye ayrılmıştır (Giardino ve Vick, 1987). Hareketliliği esas alındığında; aktif, aktif olmayan ve kalıntı olmak üzere üç bölümde incelenmektedir (Martin ve Whalley, 1987; Barsch, 1996). Kaya buzullarının bir diğer ayrımı da buldukları yere göre yapılmakta olup buna göre vadi içindeki konumları gözetilerek, vadi tabanı ve vadi yamacı olmak üzere ikiye ayrılırlar (Outcalt ve Benedict, 1965) (Çizelge 1).

Anadolu üzerine gerçekleştirilen periglasyal çalışmalar 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren başlamaktadır. Bu çalışmalar çoğunlukla Kuzey Anadolu ile Toros sıradağlarının yüksek kesimleri ve Anadolu’daki tek dağlar üzerinde yoğunlaşmıştır. Bunların pek çoğunun asıl amacı Pleyistosen buzullaşma alanlarının jeomorfolojisi olup, ilgili çalışmalar sırasında saptanan periglasyal şekiller ile ilişkilidir. Çalışmaların pek çoğu taş halkaları, girland taraçaları, köşeli topraklar, nivasyon sirkleri gibi küçük ölçekli periglasyal şekiller ile ilgilidir (Erinç, 1955, 1957; Bilgin, 1960, 1969, 1972; Erinç vd., 1961; Planhol ve Bilgin, 1961; Arpat ve Özgül, 1972; Atalay, 1984; Sayhan, 1999; Altın, 2003 ve 2006; Türkeş ve Öztürk, 2008, 2011; Biricik, 2010; Öztürk, 2012).

Anadolu’da kaya buzullarına Doğu Karadeniz Dağları, İhtiyar Şahap Dağları, Esence (Keşiş) Dağları, Mercan Dağları, Erciyes Dağı gibi yüksek dağlık alanlarda rastlanılmaktadır (Sarıkaya, 2011; Sarıkaya vd., 2014). Anadolu’da kaya buzullarını doğrudan konu edinen çalışmalar bulunmakta ve az sayıdadır. Bu çalışmalardan

Çizelge 1. Kaya buzullarının sınıflandırılması.

Table 1. Classification of rock glaciers.

Oluşum Modeli	Biçim	Aktivite	Konum
1- Permafrost	1- Lob Şekilli	1- Aktif	1- Vadi Tabanı
2- Buz Çekirdekli	2- Dil Şekilli	2- Aktif Olmayan	2- Vadi Yamacı
		3- Kalıntı	

ilkinde Arpat ve Özgül (1972) tarafından Orta Toroslarda, Geyik Dağı'nda 2050 m yükseltinin üzerindeki tümseksi morenler, kaya buzulu olarak yanlış tanımlanmıştır. Geyik Dağı'nda tanımlanan kaya buzullarının gerçekte tümseksi morenler olduğu Çiner vd. (1999) tarafından öne sürülmüş, daha sonra ise kozmojenik izotoplar aracılığı ile yapılan yaş tayinleri sonucu ispatlanmıştır (Çiner vd., 2015). Sarkaya (2011) ile Sarıkaya ve Tekeli (2014) tarafından uydu görüntüleri vasıtasıyla kaya buzulları ile ilgili morfometrik ölçümler yapılmıştır. Bu çalışmalarda Karçal Dağları'ndaki kaya buzullarına da değinilmiştir.

Karçal Dağlarına ait genel veriler yabancı ve yerli araştırmacılar tarafından belgelenmiştir (Rickmer-Rickmers, 1934; Gürgen ve Yeşilyurt, 2012).

Rickmer-Rickmers (1934)'in "*Lazistan and Ajaristan*" adlı makalesinde Küçük Kafkaslarda Acaristan bölgesinin en yüksek kütlesini (3.800 m) Doğu Karadeniz Dağlarının bir parçası olan Karçal Dağları'nın oluşturduğunu söylemektedir. Ayrıca Doğu Karadeniz Dağları üzerinde 3 büyük buzuldan birinin Karçal Dağları'nda olduğunu, diğerlerinin ise Kaçkar Dağlarında yer aldığını belirtmiştir.

Gürgen ve Yeşilyurt (2012)'un "*Karçal Dağı Buzulları (Artvin)*" isimli çalışmalarında güncel buzullar, döküntüyle örtülü buzullar, buzul vadileri ve sirkler hakkında bilgi vermişlerdir. Bu çalışmaya göre, güncel buzulların bir kısmı çıplak halde iken bir kısmı ise döküntü ile kaplı durumdadır. Döküntü malzemesi ile güncel buzulun irtibatının kesildiği yerde kaya buzulu oluşumları başlamaktadır. Kaya buzulları jeomorfoloji haritasında belirtilmiş ancak ayrıntılı olarak değerlendirilmemiştir.

Bu çalışmada ele alınan Karçal Dağları; Karadeniz Bölgesi'nin, Doğu Karadeniz Bölümü'nde, Artvin'in kuzeyinde, Şavşat ile Borçka ilçeleri arasında yer almaktadır. Çalışma alanı yaklaşık olarak 41° 19' ile 41° 22' kuzey enlemleri ve 41° 58' ile 42° 2' doğu boylamları arasında güneybatı-kuzeydoğu yönünde bir uzanış göstermektedir (Şekil 1). Doğu Karadeniz Dağları, en yüksek doruğu olan Kaçkar Dağı'ndan (3.932 m) doğuya doğru alçalarak devam eder ve Çoruh Vadisi'nin doğusunda tekrar hızla yükselerek Karçal Dağı'nda 3.431 m'ye ulaşılır.

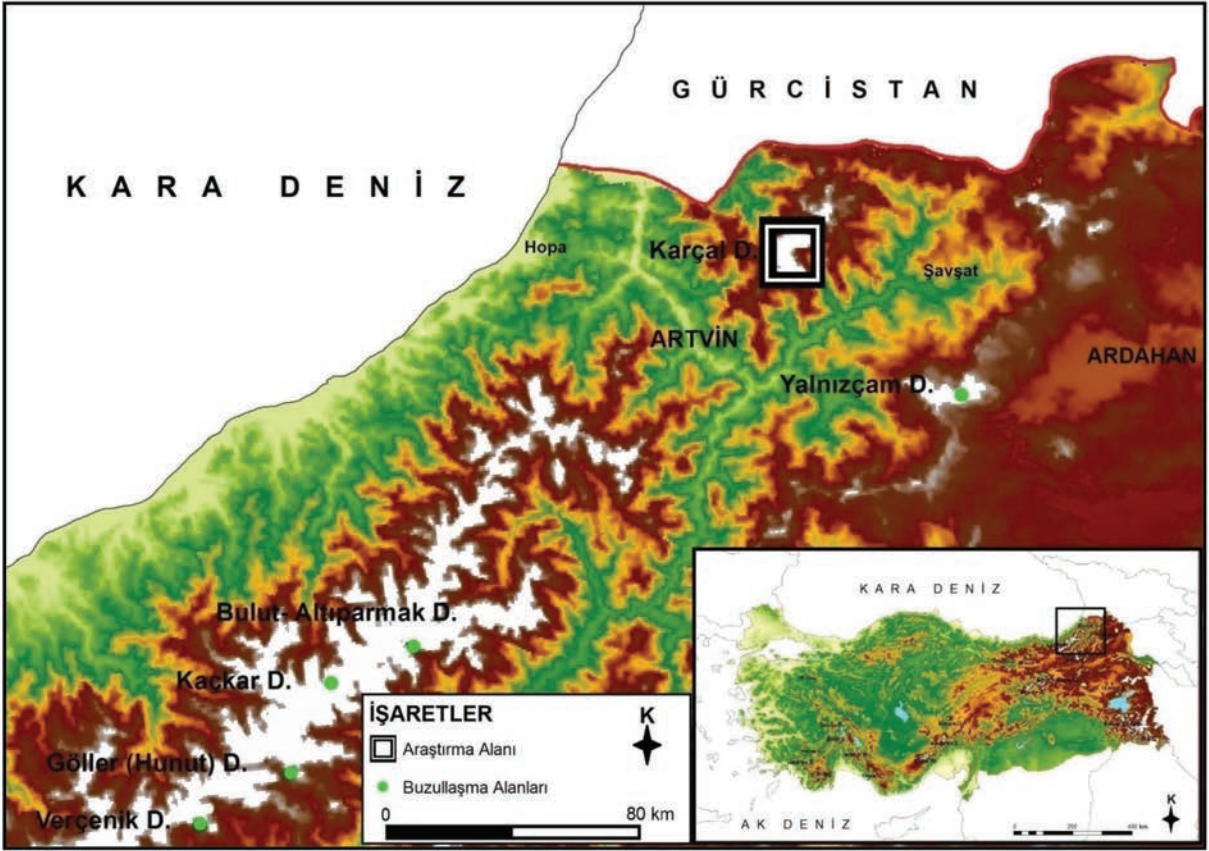
Bu çalışma ile Karçal Dağları üzerinde saptanan beş kaya buzulunun yapısal özelliklerinin belirlenmesi ile jeomorfolojik gelişiminin tespit edilmesi amaçlanmakta ve bu şekilde Anadolu periglasyal çalışmalarına katkı sağlanması hedeflenmektedir.

YÖNTEM

Karçal Dağları'ndaki kaya buzullarının alanının sınırlandırılması ve haritalarının hazırlanması çalışmanın ilk evresini oluşturmuştur. Harita çalışmaları Arc GIS 10.0 programı kullanılarak yapılmıştır. Bu bağlamda 1/25.000 ölçekli Artvin F47-b3 ve Ardahan F48-a4 paftaları temin edilerek sayısallaştırılmıştır. Elde edilen topoğrafya haritası üzerine 1/100.000 ölçekli Artvin F-47 ve Ardahan F-48 jeoloji paftaları işlenmiştir. 2013 ve 2014 yılları Ağustos ayında yapılan arazi çalışmalarında kaya buzullarının yapısına ait yerinde jeomorfolojik gözlemler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen gözlemler esas alınarak alanın jeomorfoloji haritası oluşturulmuştur. Kaya buzullarının iklim şartları ile ilgisinin ortaya konulması amacıyla; 1973-2014 yılları arasını kapsayan Artvin Meteoroloji İstasyonunun yağış ve sıcaklık verileri çalışma alanına enterpolasyon metodu ile uyarlanmıştır. Arazi çalışması esnasında buzul ile kaya buzulları arasındaki sıcaklık farkının ortaya konulması amacıyla, termal kamera aracılığıyla termal fotoğraflar çekilmiştir. Kaya buzullarından sadece birine ait termal görüntüler örnek amaçlı kullanılmıştır. Çalışmada kaya buzulları, jeomorfolojik özellikleri dikkate alınarak, permafrost sürünme oluşum modeli ve buz çekirdekli kaya buzulu oluşum modeli olmak üzere iki bölümde incelenmiştir.

BÖLGESEL JEOLojİ ve FİZİKİ COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ

Kaya buzulları açısından ele alınan Karçal Dağları'nın bu kesimi, 1.500 m yükseltilerden başlayarak 3.400 m yükseltilere kadar devam etmektedir. Kabaca kuzey-güney doğrultuda uzanış gösteren sırtlar üzerinde; alanın en yüksek tepelerinden olan Karçal Tepesi (3.431 m) ile Göl Tepe (3.255 m) bulunmaktadır. Alanın kuzeydoğusunda bir diğer yüksek zirve olan Ziyaret Tepesi (3.200 m) yer almaktadır. Yörenin en büyük akarsuyu, doruklar üzerinden

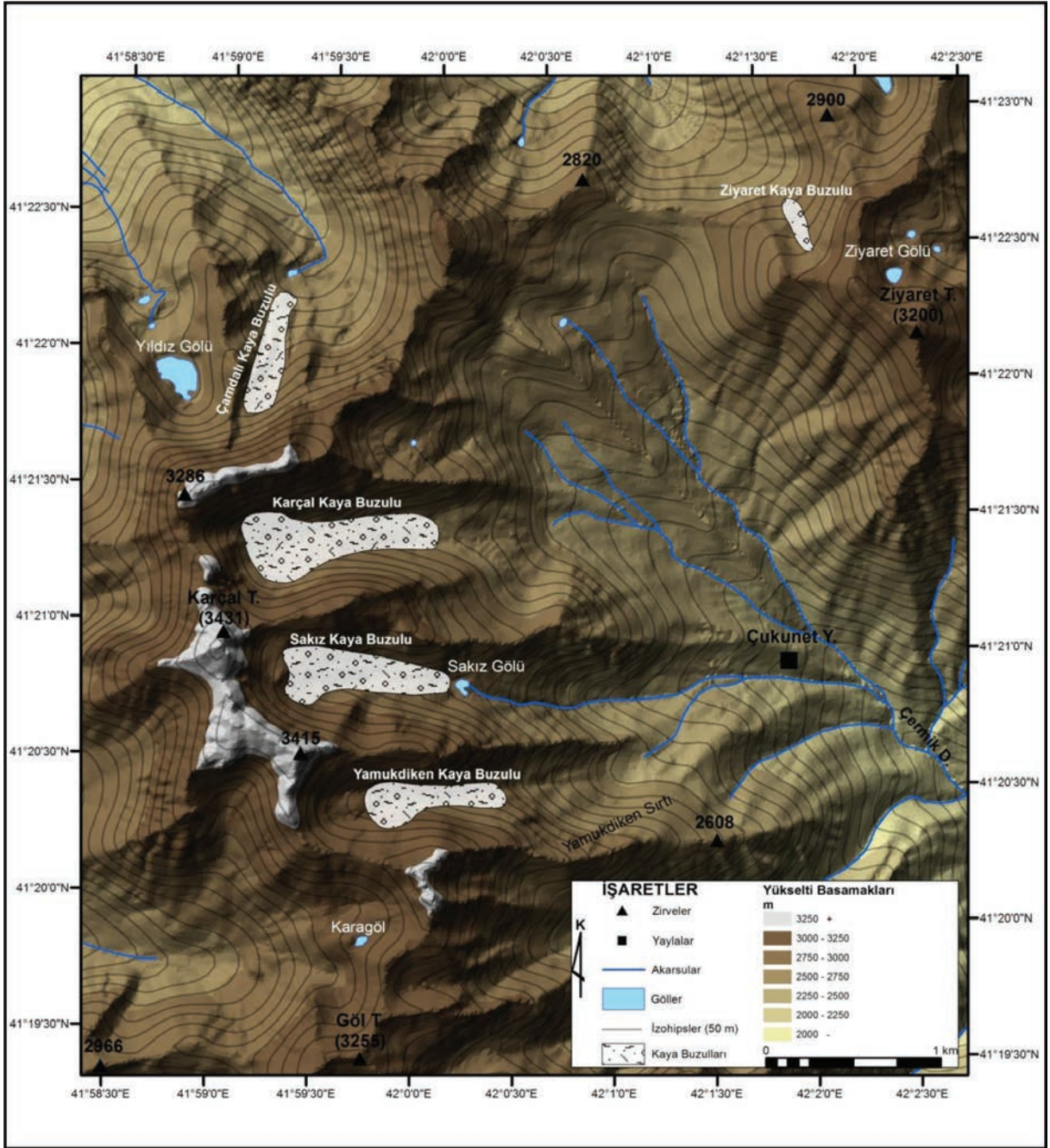


Şekil 1. Karçal Dağları'nın yer bulduru haritası.
Figure 1. Location map of the Karçal Mountains.

geçen su bölümü çizgisinin doğusunda yer alan Çermik Deresi olup güneydoğu yönünde akış göstermektedir. Su bölümü çizgisinin batı bölümünde yer alan akarsular ise batı yönünde akmaktadır (Şekil 2).

Karçal Dağları'nda jeolojik yapı; Jura'dan başlayarak Kuvaterner'e kadar süren bir zaman diliminde oluşmuştur (Şekil 3). Alanın temelini Jura yaşlı formasyonlar oluşturmaktadır. Temeli meydana getiren kayalar metadiyabaz, metakumtaşı ve metasilttaşından oluşmaktadır. İnceleme alanının güneydoğusunda Çermik Deresi ve çevresinde yüzeylenmektedir. Jura yaşlı formasyonların üzerine Kretase yaşlı formasyonlar örtmektedir (Yılmaz vd., 1997). Bunlar alanın doğusunda ve güneybatısında yer almaktadır. Alanın güneybatısını oluşturan birim Göl Tepe'nin batısında bulunmaktadır. Yapı andezit, bazalt, lav ve piroklastlarından oluşmaktadır. Kretase yaşlı son birim ise Karçal Tepesi ile Göl Tepe'nin batısında ince bir damar

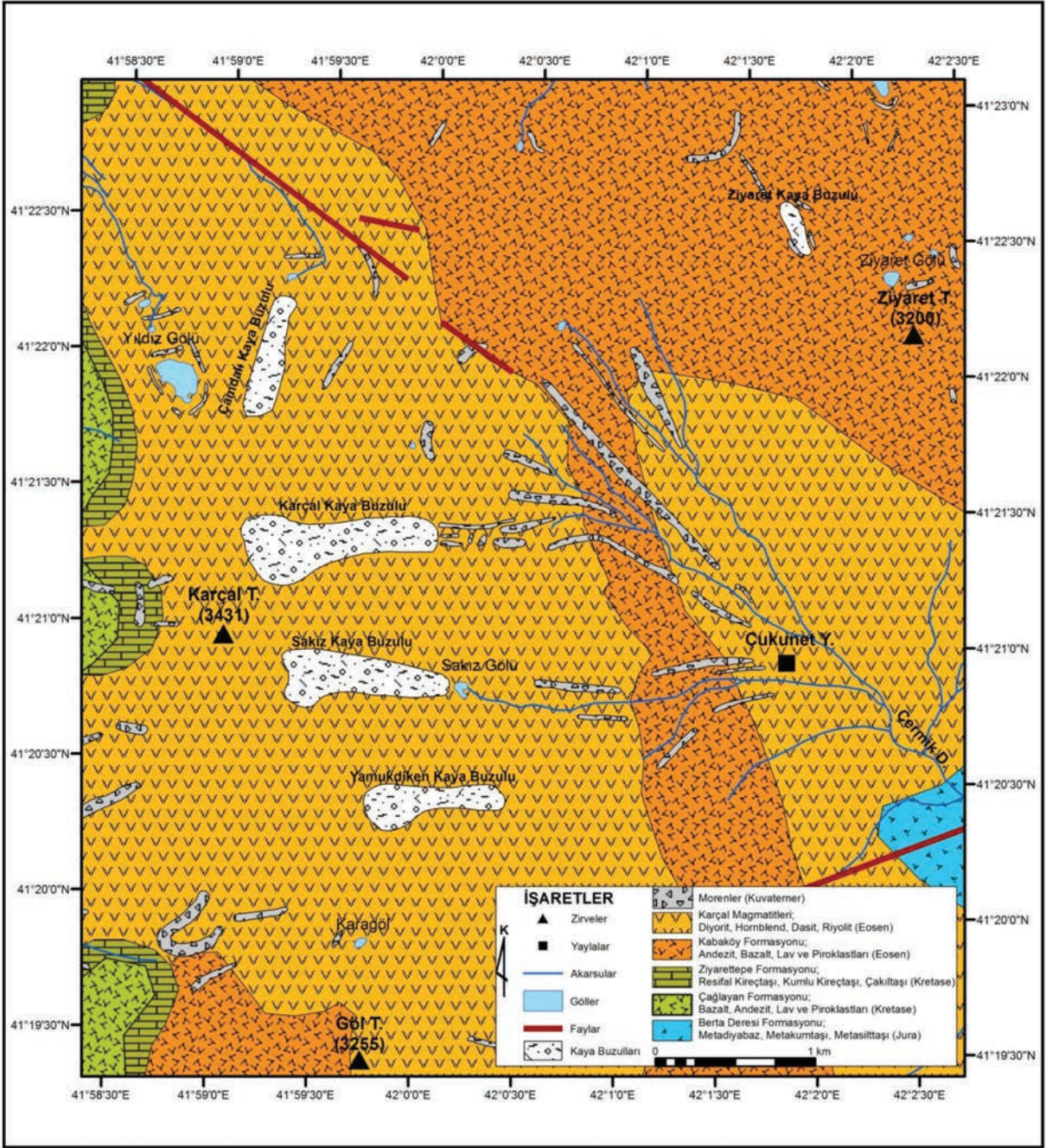
halinde uzanan resifal kireçtaşı, kumlu kireçtaşıdır. Kretase yaşlı formasyonları takiben alanın çok büyük bir bölümünde Eosen yaşlı formasyonlar yüzeylenmektedir. Genel olarak volkanitlerden oluşan yapı Eosen içerisindeki oluşum yaşı ve litolojik farklılık nedeniyle birbirlerinden ayrılmaktadır. Eosen yaşlı oluşum gösteren ilk birim andezit, bazalt, lav ve piroklastlarından oluşmaktadır (Keskin, 2013). Yapı Göl Tepe'nin güney ve doğusunda, Çukunet yaylasının batısında yer almaktadır. Eosen yaşlı son birim ise diyorit, dasit ve riyoitten meydana gelmektedir. Birim Karçal Tepesi ile Göl Tepe'nin doğusunda; Çukunet yaylasının güneyinde yer almaktadır (Yılmaz vd., 1997). Eosen yaşlı formasyonları takiben bölgedeki en genç oluşumlar Kuvaterner yaşlı morenlerdir. Morenler buzul vadilerinin tabanlarında yer almakta ve genel olarak Çukunet yaylası batısı, Ziyaret Tepe kuzeyi, Yıldız Gölü civarı, Karagöl'ün batısında görülmektedir (Şekil 3).



Şekil 2. Karçal Dağları'nın topoğrafya haritası ve kaya buzullarının konumları.
Figure 2. Topographic map of the Karçal Mountains and locations of rock glaciers.

Kaya buzulları Eosen yaşlı volkanitlerden oluşmuşlardır. Volkanitler zirve bölümlerini oluşturmakla beraber çok geniş alan kaplamaktadır. Çatlaklı ve fiziksel ufalanmaya karşı daha az dirençli olan yapısı ile volkanitler; donma çözülme olaylarından daha fazla etkilenecek kaya buzullarının jeomorfolojik gelişimini hızlandırmıştır (Şekil 3).

Karçal Dağları'nda büyük bir kısmı erimiş olmakla birlikte güncel buzullar da bulunmaktadır. Jeomorfolojik özellikler açısından alanda çoğunlukla doğu-batı doğrultusunda uzanış gösteren buzul vadilerinin varlığı dikkat çekmektedir. Farklı buzul vadilerinin tabanlarında beş adet kaya buzulu yer almaktadır.



Şekil 3. Karçal Dağları'nın jeoloji haritası (1/100.000 ölçekli jeoloji haritasından değiştirilmiştir, MTA 2013).

Figure 3. Geological map of the Karçal Mountains (Modified from geological map scale of 1/100.000, MTA 2013).

Bunlar; Çamdalı, Karçal, Sakız, Yamukdiken ve Ziyaret kaya buzullarıdır. Buzul vadilerinin tabanlarında taban morenleri ve yan morenler yer almaktadır (Şekil 4). Kaya buzulları içerisinde aktif olanları eğim doğrultusunda loblar şeklinde doğuya ve kuzeye doğru akış halindedir.

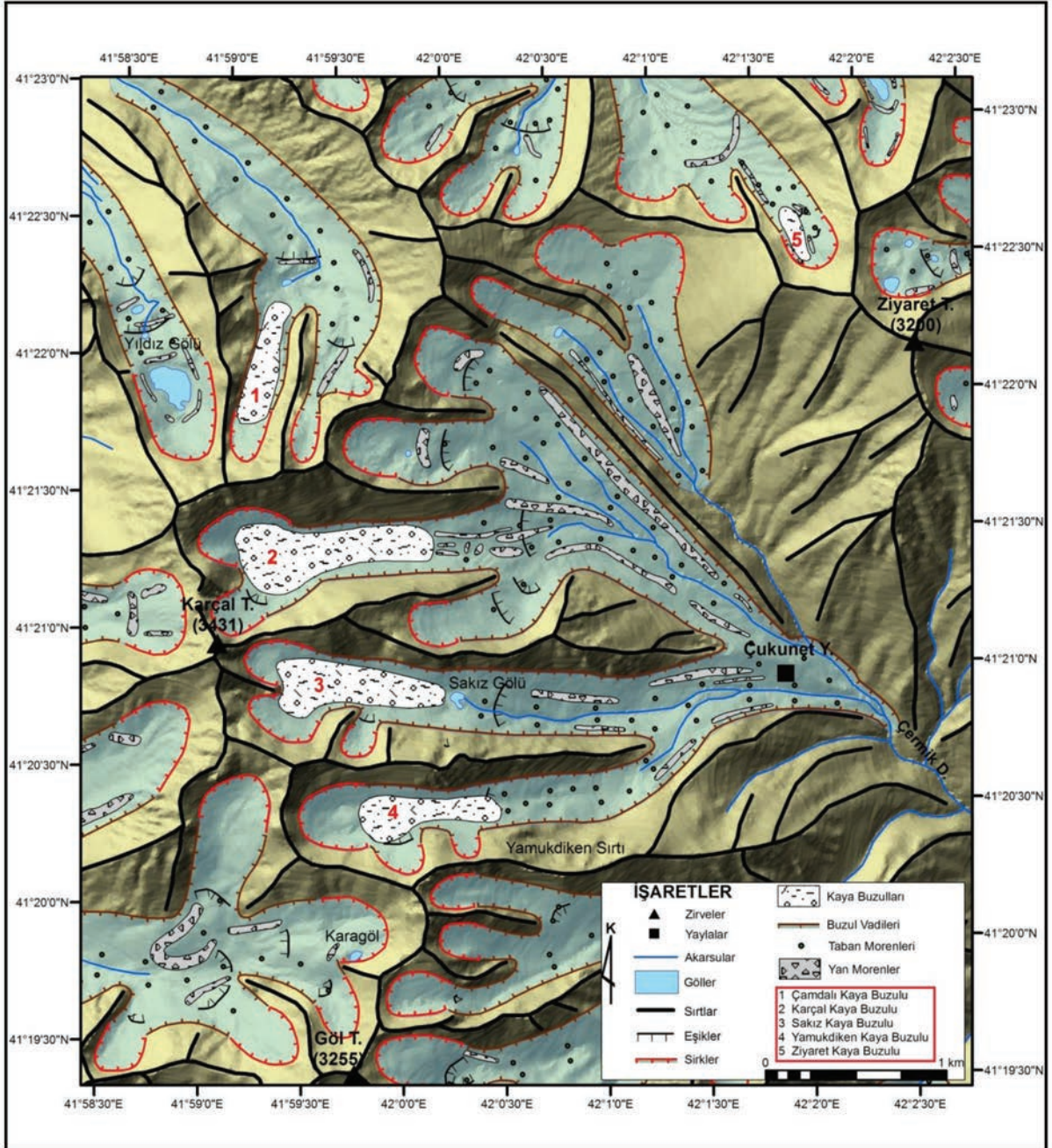
Potter (1972)'a göre kaya buzulları, % 3 ile 25 arasında eğime sahip olan alanlarda daha iyi gelişim göstermektedir. Karçal Dağları'ndaki kaya buzullarının geliştiği farklı vadi tabanlarında, eğim değerleri % 6 ile 42 arasında değişmektedir. Bu durum kaya buzulu gelişimi

için belirli ölçüde uygun eğim koşullarının varlığını göstermektedir (Şekil 5).

Kuşkusuz kaya buzullarının oluşumu için iklim özellikleri önemli bir paya sahiptir. Kaya buzullarının gelişiminde permafrost etkinin tam anlamıyla sağlanması - 4 °C ile - 10 °C arasındaki yıllık ortalama sıcaklığa ve 500-1000 mm

arasındaki yıllık toplam yağış oranına bağlıdır. Buz çekirdekli kaya buzulu oluşumunda ise 1 °C ile -10 °C arasındaki yıllık ortalama sıcaklık baz alınır (Humlum, 1998).

Karçal Dağları'nda sıcaklık ve yağış ölçümleri yapılmaması nedeniyle, en yakın meteoroloji



Şekil 4. Karçal Dağları'nın jeomorfoloji haritası.
Figure 4. Geomorphological map of the Karçal Mountains.

istasyonu olan 628 m yükseltideki Artvin Meteoroloji İstasyonununun 1973-2014 yılları arasındaki verileri kullanılmıştır. Bu dönem aralığındaki yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış değerleri 3.000 m'den fazla yükseltiye sahip olan çalışma alanına enterpolasyon yöntemiyle uyarlanmıştır. Sıcaklık haritasının yapımında $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C} / 100\text{ m}$ 'lik sıcaklık gradyanı, yağış haritasının yapımında ise $54\text{ mm} / 100\text{ m}$ 'lik yağış gradyanı temel alınmıştır (Ardel vd., 1969). Karçal Dağları'nın zirve kesimlerinde yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasında olduğu, yağış değerlerinin ise 1.750 mm 'den fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Belirlenen sıcaklık ve yağış değerleri kaya buzullarının gelişimi açısından elverişli ortam sağlamaktadır (Şekil 6).

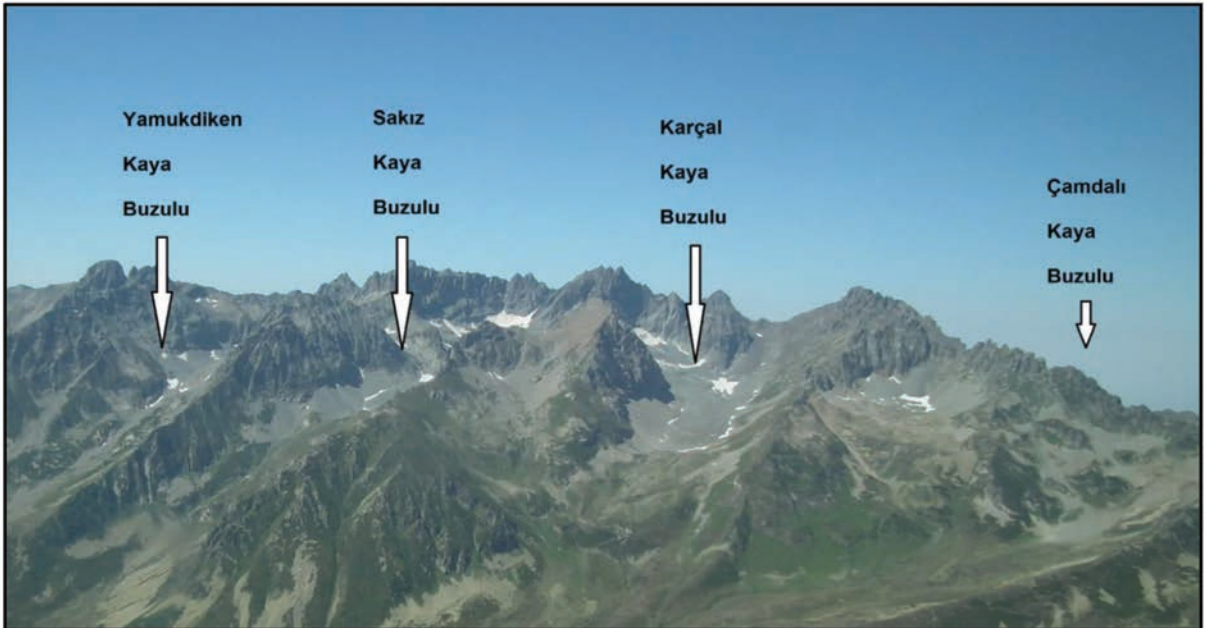
KARÇAL DAĞLARI'NDAKİ KAYA BUZULLARI

Bu bölümde Karçal Dağları üzerindeki beş kaya buzulu farklı sınıflamalara göre tanımlanacak, temel morfolojik ve morfometrik özellikleri verilecektir (Çizelge 2). Kaya buzulları değerlendirilirken uluslararası kabul gören dört sınıflandırma yöntemi kullanılmıştır. Bu bağlamda kaya buzulları, oluşumuna göre; permafrost ve buz çekirdekli, lokasyonuna göre; vadi tabanı ve

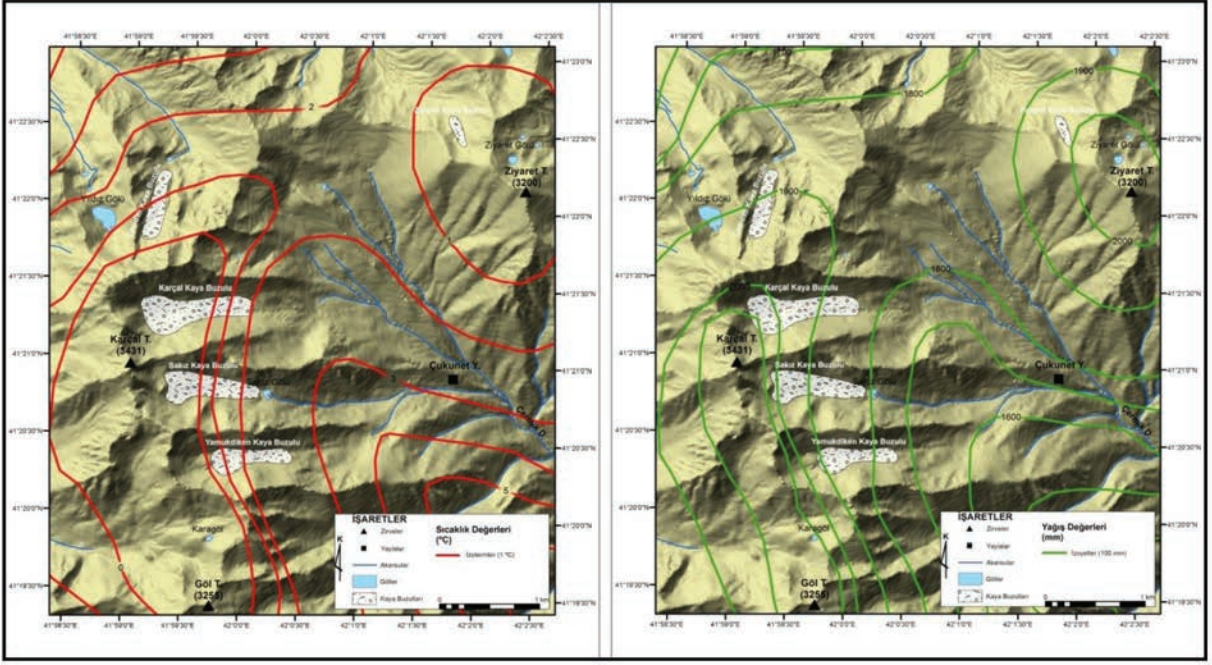
vadi yamacı, jeomorfolojik özelliklerine göre; lob ya da dil şekilli ve hareket durumuna göre; aktif, aktif olmayan ve kalıntı olmak üzere değerlendirilmiştir. Tüm bu sınıflamaların yanı sıra arazi çalışmalarında elde edilen bulgular da göz önünde tutularak kaya buzullarında likenlerin bulunduğu yerlere göre üç farklı aktivite aşamasında tespitler yapılmıştır. Likenlerin ve alpin bitki örtüsünün olmadığı, lobların belirsiz olduğu kesim birinci aşama olarak belirtilmiştir. Likenlerin ve alpin bitki örtüsünün göreceli az bulunduğu, lobların belirginleşmeye başladığı kesim ikinci aşama olarak tanımlanmıştır. Likenlerin ve alpin bitki örtüsünün yüzeyi tamamen kapladığı ve lobların iyice belirginleştiği kesim ise üçüncü aşama olarak belirtilmiştir.

Çamdalı Kaya Buzulu

Karçal Tepesi'nin kuzeyinde, Yıldız Gölü'nün doğusunda $41^{\circ},3654\text{ K}$ enlemi ile $41^{\circ},9868\text{ D}$ boylamı arasında yer almaktadır. 2.900 m ile 2.600 m yükseltileri arasında sirk önünden başlayarak bir eşikte sonlanmakta ve güney-kuzey yönünde uzanmaktadır (Şekil 4). Dil kesimi ile kök kısmı arasında 300 m 'lik yükselti farkına, $0,15\text{ km}^2$ alana ve $\% 42$ eğime, yaklaşık olarak 700 m uzunluğa, 150 m genişliğe ve dil kısmında



Şekil 5. Karçal Dağları kaya buzullarının konumları (Doğudan batıya doğru bakış).
Figure 5. Locations of the rock glaciers in Karçal Mountains (View from east to west).



Şekil 6. Karçal Dağları'nın olası sıcaklık ve yağış haritaları (MGM 1973-2014).

Figure 6. Probable temperature and precipitation maps of the Karçal Mountains (MGM 1973-2014).

25 m kalınlığa sahiptir (Çizelge 2). Alanda genellikle riyolit ve dasit kayaları yaygın olarak gözlenmektedir. Kaya buzulları 10 cm ile 100 cm arasında değişen boyutlardaki döküntü malzemesinden oluşmaktadır. Boyuna loblara sahip dil şekilli kaya buzulunun oluşumunda buz çekirdeği ön plandadır. Buzulun geri çekilme hareketine bağlı olarak kaya buzulu eğim doğrultusunda kuzeye doğru hareket halindedir (Şekil 7). Lokasyonuna göre vadi tabanında yer almaktadır (Şekil 8).

Karçal Kaya Buzulu

Karçal Tepesi'nin doğusunda 41°35'43 K enlemi ile 41°99'19 D boylamında yer almaktadır. 2.935 m ile 2.730 m yükseltileri arasında sirk önünden başlayarak vadi içerisinde sonlanmakta ve batı-doğu yönünde uzanmaktadır (Şekil 4). Kaya buzulunun kök kısmı ile dil kesimi arasındaki yükselti farkı 205 m, eğimi % 17 ve alanı 0.32 km²'dir. Yaklaşık olarak 1.200 m uzunluğa, 250 m genişliğe, dil kısmında 40 m kalınlığa sahiptir (Çizelge 2). Litolojik yapı genel olarak diyorit ve dasitten ibarettir. Aşınımına karşı dayanıksız olan materyal kaya buzullarının daha iyi gelişmesine ve belirgin loblara sahip olmasına

neden olmaktadır. Kaya buzulları 10 cm ile 200 cm arasında değişen boyutlardaki döküntü malzemesinden oluşmaktadır. Kaya buzulunun gelişiminde donma çözülme olaylarına bağlı permafrost etkiler daha fazla rol oynamaktadır. Kaya buzulunun kök kesiminde gelişigüzel boyuna loblara yer almaktadır. Bu oluşum sirk bölümünde yer alan güncel buzul ile permafrost etkinin karşılaştığı alana denk gelmektedir. Dil kesimine göre daha genç oluşu, düzenli loblara henüz gelişmemiş olmasına neden olmuştur.

Karçal kaya buzulunun dil kesiminde enine konsantrik loblara sahip olan alan üç sınıfa ayrılmıştır. 2.935 m ile 2.810 m yükseltileri arasındaki birinci aşamada loblara üzerinde likenler ve alpin bitki örtüsü bulunmamaktadır. 2.800 m ile 2.776 m yükseltileri arasında bulunan ikinci aşamadaki loblarda alpin bitki örtüsü ve likenler belirginleşmeye başlamaktadır. 2.766 m ile 2.730 m yükseltileri arasındaki üçüncü aşamada bulunan loblarda ise yüzey tamamen alpin bitki örtüsü ve likenlerle kaplanmaktadır. İkinci aşamanın bittiği ve üçüncü aşamanın başladığı kesimde 10 m'lik yükselti farkı bulunmaktadır. Oluşum bakımından üçüncü aşama alanlar diğerlerine oranla göreceli olarak daha yaşlıdır

Çizelge 2. Karçal Dağları kaya buzularının hipsometrik özellikleri.

Table 2. Hypsometric properties of the rock glaciers in Karçal Mountains.

KAYA BUZULU	Dil Yüksekliği (m)	Kök Yüksekliği (m)	Uzunluğu (m)	Maksimum Genişliği (m)	Alanı (km ²)	Eğimi (%)	Dil Kısımının Kalınlığı (m)	
1	Çamdalı	2.600	2.900	700	150	0.15	42	25
2	Karçal	2.730	2.935	1.200	250	0.32	17	40
3	Sakız	2.790	3.050	1.150	200	0.23	22	30
4	Yamukdiken	3.030	3.070	600	120	0.07	6	20
5	Ziyaret	2.890	2.940	200	50	0.01	25	10



Şekil 7. Çamdalı kaya buzulu (Güneyden kuzeye doğru bakış). Çizgiler akış yönünü göstermektedir.

Figure 7. Çamdalı rock glacier (View from south to north). Lines show flow direction.

(Şekil 9). Birinci aşamada yer alan kaya buzulları daha çok buz çekirdeğinin etkisindedir. Gelişimini altında bulunan buzul kontrol etmektedir. Lokasyonuna göre vadi tabanında yer almaktadır. Uygun vadi genişliğine sahip olan

yapı kaya buzulları içerisinde en büyük ve iyi gelişmiş olanıdır. Kaya buzulunun dil kesiminin tamamen likenlerle kaplı olması günümüzde aktif olmadığının işaretlerinden biridir (Şekil 10).



Şekil 8. Çamdalı kaya buzunun bölümleri (A: Dil, B: Orta, C: Kök, D: Blok boyutu).
 Figure 8. Parts of Çamdalı rock glacier (A: Tongue, B: Centre, C: Source area, D: Block size).

Gürgen ve Yeşilyurt (2012), Karçal Dağları'nda güncel buzulları inceledikleri çalışmalarında kaya buzullarının bir bölümünü güncel buzulun üzerini örten döküntü örtüsü şeklinde tanımlamışlardır. Bu tespit sirk bölümünden itibaren güncel buzulun sonlandığı birinci aşama kaya buzullarının başladığı alana kadar geçerlidir. Bu aşamadan itibaren dil bölümüne kadar olan kesimde kaya buzulları yer almaktadır. İyice belirginleşen loblar, artan kalınlık döküntü örtüsünün yanı sıra kaya buzullarını işaret etmektedir.

Sakız Kaya Buzulu

Karçal Tepesi'nin güneyinde 41°,3456 K enlemi ile 41°,9949 D boylamı arasında bulunmaktadır. 3.050 m ile 2.790 m yükselteleri arasında sirk önünden başlayarak bir eşik üzerinde son bulmakta ve batı-doğu yönünde uzanmaktadır (Şekil 4). Kök kısmı ile dil kısmı arasındaki

yükselti farkı 260 m, alanı 0,23 km², eğim oranı ise % 22'dir. Ortalama 1.150 m uzunluğa, 200 m genişliğe ve dil kısmında 30 m kalınlığa sahiptir (Çizelge 2). Dasit, riyolit ve andezit litolojik yapıyı oluşturmaktadır. Kaya buzulları 10 cm ile 150 cm arasında değişen boyutlardaki döküntü malzemesinden oluşmaktadır (Şekil 11). Lokasyonuna göre vadi tabanında yer almaktadır. Kaya buzulu çoğunlukla boyuna loblara sahip olmakla birlikte dil kesiminde enine loblar da bulunmaktadır. Buzulun etkisinde oluşum gösteren yapı; eğim doğrultusunda doğuya doğru hareket halindedir (Şekil 12).

Karçal Dağları'ndaki sıcaklık koşulları aynı gün içerisinde çok yakın mesafelerde ve sürelerde bile değişiklik göstermektedir. Kaya buzulları ile altında bulunan buz çekirdeğinin sıcaklık değerleri birbirinden farklıdır. Bu da kaya buzullarının, gelişiminde rol oynayan buz çekirdeğini



Şekil 9. Karçal kaya buzulu (Doğudan batıya doğru bakış). Çizgiler liken sınırını göstermektedir.

1: Likensiz alan, 2: Belirgin likenli alan, 3: Tamamen likenli alan.

Figure 9. Karçal rock glacier (View from east to west). Lines show lichen border.

1: No lichen area, 2: Distinct lichenous area, 3: Completely lichenous area.

koruduğunu ortaya koymaktadır (Şekil 13). Sazık kaya buzulu içerisinde bulunan buz bütün dönem varlığını sürdürmektedir. Yüzeide 10 °C civarında olan sıcaklık kaya buzullarının oluşturduğu örtü nedeniyle radyasyonun derine doğru iletimini engellemektedir. Böylece buz varlığını yaz aylarında da sürdürerek kaya buzulunun hareketinin yaz aylarında da devam etmesine neden olmaktadır. Örnek amaçlı değerlendirilen termal görüntüler, yakın mesafelerde bulunan diğer buz çekirdekli kaya buzulları (Çamdalı ve Yamukdiken) için de kaynak niteliğini taşımaktadır. Permafrost etkilerle oluşan kaya buzulları (Karçal ve Ziyaret) altında buz çekirdeği bulunmadığından onlar için termal kayıtlar gerçekleştirilmemiştir.

Yamukdiken Kaya Buzulu

Karçal Tepesi'nin güneydoğusunda 41°,3383 K enlemi ile 41°,9980 D boylamı arasında yer

almaktadır. Karagöl'ün kuzeyinde 3.070 m ile 3.030 m yükseltileri arasında sirk önünden başlayarak vadi içerisinde son bulmakta ve batı-doğu yönünde uzanmaktadır (Şekil 4). Kök kısmı ile dil kesimi arasında 40 m'lik yükselti farkına, 0,07 km²'lik alana ve % 6 eğime, yaklaşık 600 m uzunluğa, 120 m genişliğe ve 20 m kalınlığa sahiptir (Çizelge 2). Genellikle dasit, riyolit ve bazaltlardan oluşan volkanik materyal egemen durumdadır. Kaya buzulları 10 cm ile 500 cm arasında değişen boyutlardaki döküntü malzemedен oluşmaktadır. Kum, çakıl ve blok boyutundaki taneler bir arada yer almaktadır (Şekil 14). Boyuna loblara sahip olan kaya buzulunun oluşumunda buzul etkisi ön plandadır. Buzulun geriye doğru çekilmesine bağlı olarak eğim yönünde doğuya doğru hareket halindedir. Lokasyonuna göre vadi tabanında yer almaktadır (Şekil 15).



Şekil 10. Karçal kaya buzulunun bölümleri (A: Dil, B: Orta, C: Kök, D: Blok boyutu).
Figure 10. Parts of Karçal rock glacier (A: Tongue, B: Centre, C: Source area, D: Block size).

Ziyaret Kaya Buzulu

Ziyaret Tepesi'nin kuzeybatısında 41°,3725 K enlemi ile 42°,0291 D boylamı arasında bulunmaktadır. 2.940 m ile 2.890 m yükselteleri arasında sirkten başlayarak eşik üzerinde son bulmakta ve güney-kuzey yönünde uzanmaktadır (Şekil 4). Kök kısmı ile dil kısmı arasındaki yükselti farkı 50 m olup dil kısmına doğru genişlemektedir. Ortalama 200 m uzunluğa, 50 m genişliğe ve dil kesiminde 10 m kalınlığa sahiptir (Çizelge 2). Genellikle andezit, bazalt lav ve piroklastlarından oluşan yapı; sirk ve vadi tabanının dar olması nedeniyle kaya buzulları içerisinde en küçük olanıdır. Kaya buzulları 10 cm ile 50 cm arasında değişen boyutlardaki döküntü malzemesinden oluşmaktadır. Kaya buzulunun alanı 0,01 km², eğim değeri ise % 25'tir. Enine loblara sahip kaya buzulunun oluşumunda

permafrost etkiler daha ön plandadır. Enine loblara sahip olan alan üç sınıfta değerlendirilmiştir. 2.940 m ile 2.910 m yükselteleri arasında birinci aşamadaki loblarda likenler ve alpin bitki örtüsü bulunmamaktadır. 2.905 m ile 2.898 m yükseltisindeki ikinci aşamada bulunan loblarda alpin bitki örtüsü ve likenler belirginleşmeye başlamaktadır. 2.898 m ile 2.890 m yükselteleri arasında yer alan üçüncü aşamadaki loblarda ise yüzey tamamen alpin bitki örtüsü ve likenlerle kaplanmaktadır (Şekil 16). Lokasyonuna göre vadi yamacında yer almaktadır. Kaya buzulunun dil kesiminin likenlerle ve vejetasyon örtüsü ile tamamen kaplı olması aktif olmadığını işaretlerindedir (Şekil 17).



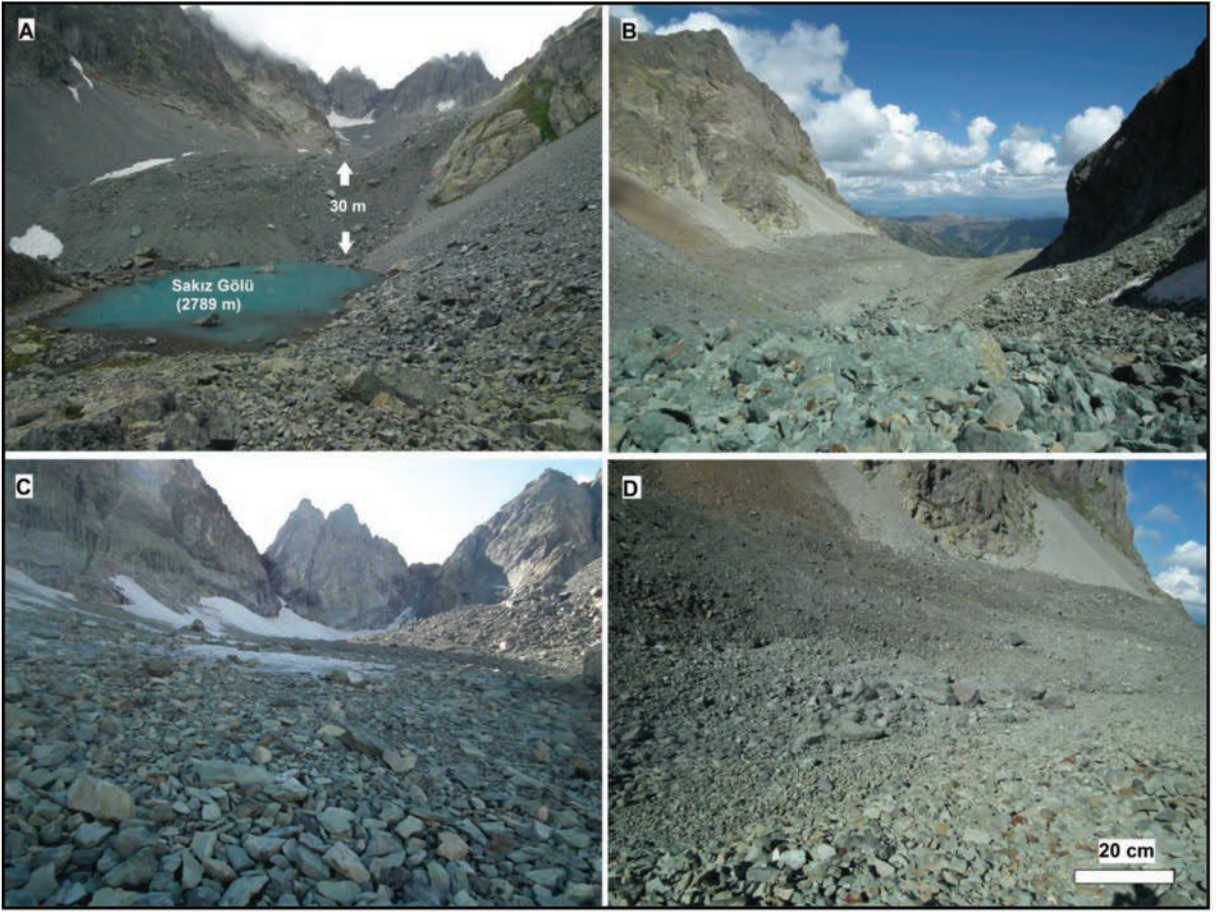
Şekil 11. Sakız kaya buzulu (Batıdan doğuya doğru bakış). Çizgiler akış yönünü göstermektedir.
 Figure 11. Sakız rock glacier (View from west to east). Lines show flow direction.

TARTIŞMA ve SONUÇLAR

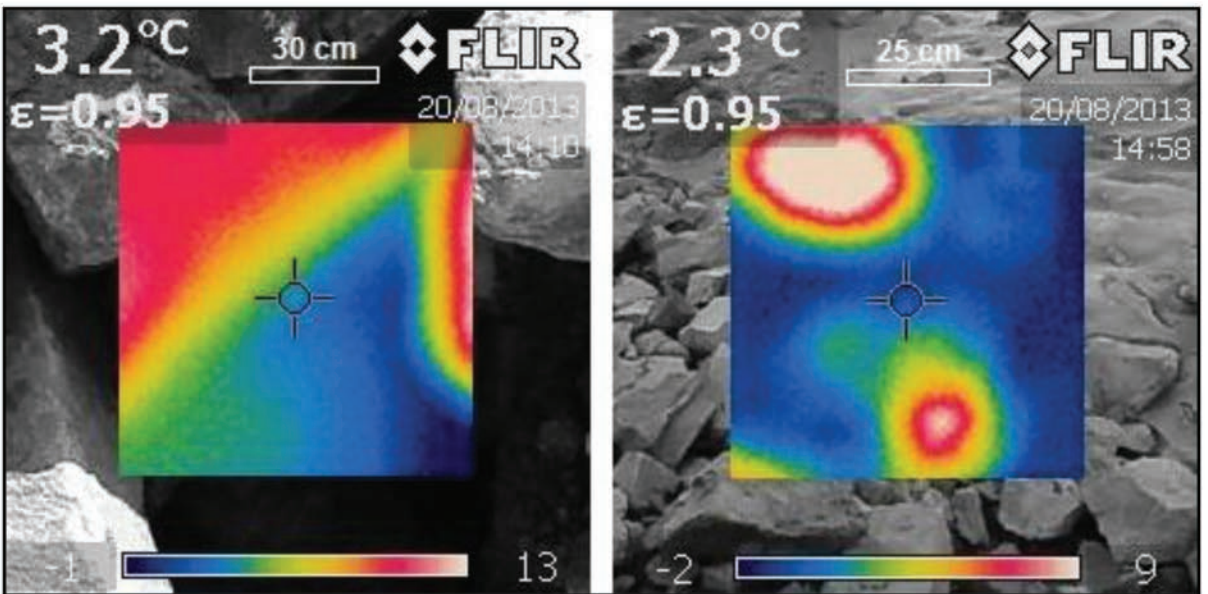
Karçal Dağları'nda 2.730 m ile 3.070 m yükseltiler arasında beş adet kaya buzulu bulunmaktadır. Bunlar; Çamdalı, Karçal, Sakız, Yamukdiken ve Ziyaret kaya buzullarıdır. Literatürde daha önce bahsedilmeyen bu kaya buzullarının isimlendirilmesi yakın çevrelerindeki tepe, göl ve yayla isimlerine izafeten yapılmıştır.

Permafrost ve buz çekirdekli olmak üzere iki oluşum modelinde gelişen kaya buzulları birbirlerinden farklı karakteristik özelliklere sahiptir. Permafrost etki sonucu oluşan kaya buzullarına enine konsantrik loblara sahip iken, buz çekirdekli kaya buzulları boyuna loblara sahiptir. Bu durum donma çözülme olayları ile buz çekirdeğinin geriye doğru çekilmesindeki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Kaya buzulları sirk önünden

başlayarak vadi içerisinde veya eşik üzerinde sonlanmaktadır. Ziyaret ve Çamdalı kaya buzulları güney-kuzey yönlü, diğerleri ise batı-doğu yönlü uzanış göstermektedir. Kaya buzulları Eosen yaşlı volkanitler üzerinde gelişmiştir. Aşınım ve fiziksel ufalanmaya karşı dayanıksız olan kayalar, oluşumun daha iyi gerçekleşmesine neden olmuştur. Belirlenen kaya buzulları toplam olarak 0.78 km² alan kaplamaktadır. Kaya buzulları arasında en büyük ve gelişimini Karçal kaya buzulu olup (0,32 km²) vadi tabanında yer almaktadır. En küçük olan Ziyaret kaya buzulu ise (0,01 km²) vadi yamacında bulunmaktadır. Bu kaya buzullarının her ikisi de permafrost etkilerine bağlı olarak gelişmiş, enine konsantrik loblara sahiptir. Dil kesimlerinin likenlerle kaplı olması günümüzde aktivitelerini tamamen kaybetmiş daha eski oluşumlar olduklarını göstermektedir.



Şekil 12. Sakız kaya buzunun bölümleri (A: Dil, B: Orta, C: Kök, D: Blok boyutu).
 Figure 12. Parts of Sakız rock glacier (A: Tongue, B: Centre, C: Source area, D: Block size).



Şekil 13. Sakız kaya buzunun termal görüntüleri.
 Figure 13. Thermal pictures of Sakız rock glacier.

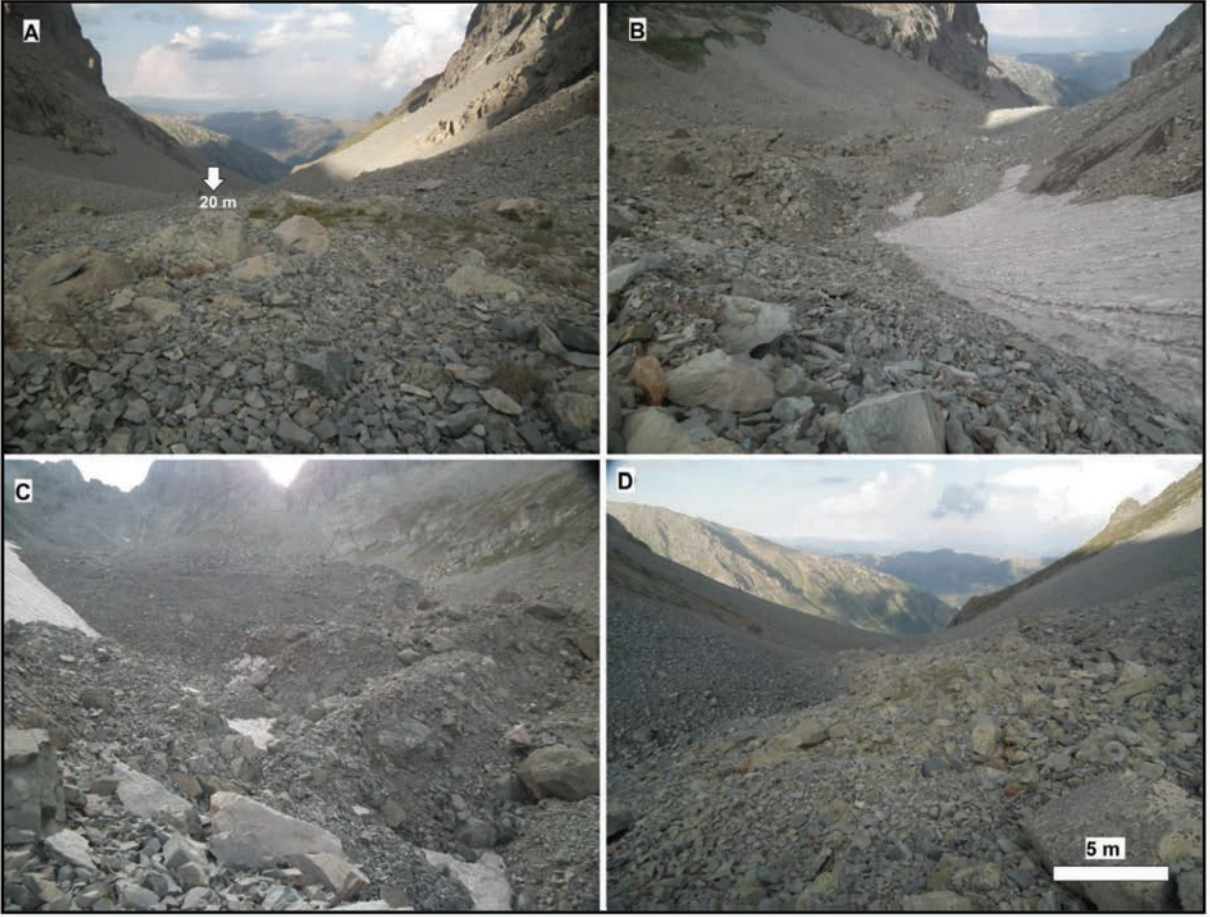


Şekil 14. Yamukdiken kaya buzulu (Batıdan doğuya doğru bakış). Çizgiler akış yönünü göstermektedir.
Figure 14. Yamukdiken rock glacier (View from west to east). Lines show flow direction.

Ancak henüz bir yaş verisi bulunmamaktadır. Çamdalı, Sakız ve Yamukdiken kaya buzulları ise buz çekirdeği etkisinde, vadi tabanında gelişmiş olup boyuna loblara sahiptir. Dil kısımlarında likenlerin bulunmaması halen aktif olduklarının göstergelerinden biridir. Kaya buzulları içerisinde eğim değeri en yüksek olan Çamdalı kaya buzulu (% 42), olup sirk içerisinde başlayarak eşik önünde sona ermektedir. Eğimin en az olduğu (% 6) kaya buzulu ise Yamukdiken kaya buzuludur. Yamukdiken kaya buzulunda 5 m'den fazla büyüklüğe sahip bloklar ile çakıl boyutundaki malzeme bir arada yer almaktadır. Kaya buzullarının görünüşleri esas alınarak yapılan bu genel değerlendirmede yaş verme imkânı olmamıştır. Ancak, daha sonrasında yapılacak arazi çalışmaları sırasında konsantrik loblar üzerindeki bloklardan alınacak kayaç örnekleri kozmojenik yöntemlerle tarihlendirilerek kaya buzullarının

oluşum zamanlarını kesin olarak saptamak mümkün olacaktır.

Anadolu'da Karçal Dağları'nın yanı sıra Doğu Karadeniz Dağları, İhtiyar Şahap Dağları, Mercan Dağları, Esence (Keşiş) Dağları ve Erciyes Dağı gibi yüksek dağlık alanlarda da kaya buzulları yer almaktadır. Karçal dağlarında tespiti gerçekleştirilen beş kaya buzulu oluşum ve gelişim bakımından birbirlerinden farklı özellikler taşımaktadır. Çamdalı kaya buzulu; buz çekirdekli kaya buzulu olup, vadi tabanında yer almakta ve boyuna loblara sahip dil şekilli özellik göstermektedir. Üzerinde liken barındırmayan kaya buzulu günümüzde aktivitesini buz çekirdeğinin geriye çekilmesine bağlı olarak kuzeye doğru sürdürmektedir. Karçal kaya buzulu; permafrost etkileriyle gelişmiş ve vadi tabanında yer almaktadır. Çamdalı kaya buzulundan farklı olarak enine loblara sahiptir. Bu değişimin oluşum



Şekil 15. Yamukdiken kaya buzunun bölümleri (A: Dil, B: Orta, C: Kök, D: Blok boyutu).

Figure 15. Parts of Yamukdiken rock glacier (A: Tongue, B: Centre, C: Source area, D: Block size).

mekanizmasının farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kaya buzulu üzerinde yoğunluğuna göre üç aşamada liken varlığı bulunmaktadır ve günümüzde aktivitesini sürdürmemektedir. Sakız kaya buzulu; vadi tabanında bulunmakta ve buz çekirdekli kaya buzulu özelliği taşımaktadır. Boyuna loblara sahip, dil şekilli, likenden yoksun ve doğu yönünde aktif durumdadır. Yamukdiken kaya buzulu; buz çekirdekli kaya bu-

zulu olup, vadi tabanında yer almaktadır. Boyuna loblara sahip, doğuya doğru aktif ve üzerinde liken bulunmamaktadır. Ziyaret kaya buzulu; permafrost etkilerle oluşum göstermiş ve vadi yamacında bulunmaktadır. Enine loblara sahip kaya buzulu aktivitesini kaybetmiş olmakla birlikte liken yoğunluğuna göre üç aşamada karakteristik özelliklere sahiptir.



Şekil 16. Ziyaret kaya buzulu (Güneyden kuzeye doğru bakış). Çizgiler liken sınırını göstermektedir.
1: Likensiz alan, 2: Belirgin likenli alan, 3: Tamamen likenli alan.

Figure 16. Ziyaret rock glacier (View from south to north). Lines show lichen border.
1: No lichen area, 2: Distinct lichenous area, 3: Completely lichenous area.



Şekil 17. Ziyaret kaya buzulunun bölümleri (A: Dil, B: Orta, C: Kök, D: Blok boyutu).

Figure 17. Parts of Ziyaret rock glacier (A: Tongue, B: Centre, C: Source area, D: Block size).

KATKI BELİRTME

Çalışma Ankara Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeler Başkanlığı tarafından 13L5358001 numaralı proje ile desteklenmiştir. Yazarlar, yayına yapıcı eleştirileri ile katkı sağlayan hakemler Prof. Dr. Attila Çiner ve Doç. Dr. Mehmet Akif Sarıkaya'ya, değerli görüş ve katkılarından dolayı Harun Tunçel, Gözde Dede, Soner Serin, Ali Turan Ocak, Oğuzhan Aktaş ve Seda Akkurt'a içtenlikle teşekkür eder.

KAYNAKLAR

- Altın, T., 2003. Orta Toroslarda (Aladağlar ve Bolkar Dağları) Görülen Periglasyal Şekiller, Sırrı Erinç Sempozyumu, Genişletilmiş Bildiri Özetleri, 206-210, İstanbul.
- Altın, T., 2006. Aladağlar ve Bolkar Dağları Üzerinde Görülen Periglasyal Jeomorfolojik Şekiller, Türk Coğrafya Dergisi, 46, 105-122, İstanbul.
- Ardel, A., Kurter, A., ve Dönmez, Y., 1969. Klimatoloji Tatbikatı, İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1123, Edebiyat Fakültesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları, 40, İstanbul.
- Arpat, E., ve Özgül, N., 1972. Orta Toroslarda Geyik Dağı Yöresinde Kaya Buzulları, MTA Dergisi, 78, Ankara.
- Atalay, İ., 1984. Mescid Dağının Glasyal Morfolojisi, Ege Coğrafya Dergisi, 2, 129-138, İzmir.
- Barsch, D., 1996. Rockglaciers, Indicators for the Permafrost and Former Geoecology in High Mountain Environment, Series in the Physical Environment, 16, Springer, Berlin, 331.
- Bilgin, T., 1960. Kaz Dağı ve Üzerindeki Periglasyal Şekiller Hakkında, Türk Coğrafya Dergisi, 20, 114-123, İstanbul.
- Bilgin, T., 1969. Gavur Dağı Kütlesinde Glasiyal ve Periglasiyal Topoğrafya Şekilleri, İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1494, İstanbul.
- Bilgin, T., 1972. Munzur Dağları Doğu Kısmının Glasyal ve Periglasyal Morfolojisi, İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1757, İstanbul.
- Biricik, A., S., 2010. Nurhak Dağlarında Glasyal ve Periglasyal Rölyef, Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu (Prof. Dr. Oğuz Erol Anısına) Bildiriler Kitabı, 220-242, Afyonkarahisar.
- Çalışkan, O., 2015. Permafrost ve Periglasyal Jeomorfoloji, Ankara Üniversitesi Yayınları, 437, Ankara.
- Çiner, A., Deynoux, M., ve Çörekçioğlu, E., 1999. Hummocky moraines in the Namaras and Susam valleys Central Taurids, SW Turkey, Quaternary Science Reviews, 18, 4-5, 659-669.
- Çiner, A., Sarıkaya, M. A., ve Yıldırım, C., 2015. Hummocky moraines of piedmont glaciers from Geyikdağ, Central Tauride Mountains, Turkey: insights from cosmogenic ³⁶Cl dating, Quaternary Science Reviews, 116, 44-56.
- Erinç, S., 1955. Glasyal ve Periglasyal Jeomorfoloji Bakımından Honaz ve Bozdağ, Türk Coğrafya Dergisi, 13-14, 24-44, İstanbul.
- Erinç, S., 1957. Uludağ'ın Periglasyali Hakkında, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi, 8, 91-94, İstanbul.
- Erinç, S., Bilgin, T., ve Bener, M., 1961. Ilgaz Üzerinde Periglasyal Şekiller, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi, 12, 90-99, İstanbul.
- Giardino, J., ve Vick, S., 1987. Geologic engineering aspects of rock glaciers, In: Giardino, J., Shroder, J., Vitek, J., (Eds.), Rock Glaciers, Allen and Unwin, London, 265-287.
- Gürgen, G., ve Yeşilyurt, S., 2012. Karçal Dağı Buzulları (Artvin), Coğrafi Bilimler Dergisi, 10, 1, 91-104, Ankara.
- Hamilton, S., ve Whalley, W., 1995. Rock glacier nomenclature: a reassessment, Geomorphology, 14, 73-80.
- HGK, 2013. 1/ 25.000 Ölçekli Artvin F 47-b2, Ardahan F 48-a4 Topoğrafya Haritaları, (HGK: Harita Genel Komutanlığı), Ankara.
- Humlum, O., 1998. The climatic significance of rock glaciers, Permafrost and Periglacial Processes, 9, 375-395.
- Keskin, İ., 2013. 1/ 100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Artvin E-47 ve F-47 Pafta-

- ları, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- Keskin, İ., 2013. 1/ 100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Ardahan E-48 ve F-48 Paftaları, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- Martin, H., ve Whalley, W., 1987. Rock Glaciers, Part 1: rock glacier morphology, classification and distribution, *Progress in Physical Geography* 11, 260-282.
- MGM, 2014. 1973-2014 Yılları Arası Artvin Meteoroloji İstasyonu Ölçüm Verileri, (MGM: Meteoroloji Genel Müdürlüğü), Ankara.
- Outcalt, S., ve Benedict, J., 1965. Photointerpretation of two types of rock glacier in the Colorado front range, *USA Journal of Glaciology* 5 (42), 849-856.
- Öztürk, M. Z., 2012. Uludağ'daki Periglasyal Süreçlerin, Periglasyal Yerçekillerinin ve Bunları Denetleyen Etmenlerin İncelenmesi, Nilüfer Akkılıç Kütüphanesi Yayınları, No: 10 Bursa.
- Planhol, X., ve Bilgin, T., 1961. Karagöl Kütleşi Üzerinde Pleistosen ve Aktüel Glasasyon İle Periglasyal Şekiller, *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 12, 127-146, İstanbul.
- Potter, N., 1972. Iced cored rock glaciers, Galeena Creek northern Absoraka Mountains, Wyoming, *Geological Society of American Bulletin*, 83, 3025-3058.
- Rickmer-Rickmers, W., 1934. Lazistan and Acaristan, *The Geographical Journal*, 84, 6, (Dec., 1934), 465-478.
- Sarıkaya, M. A., 2011. Türkiye'nin Güncel Buzulları, Fiziki Coğrafya Araştırmaları: Sistemik ve Bölgesel (Ed: D. Ekinci), *Türk Coğrafya Kurumu Yayınları*, 6, 527-544, İstanbul.
- Sarıkaya, M. A., Çiner, A., ve Zreda, M., 2011. Quaternary Glaciations of Turkey, In: *Quaternary Glaciations-extent and chronology; a closer look*, Ehlers, J., Gibbard, P. L., Hughes, P. D., (Eds.): Elsevier Publications, *Developments in Quaternary Science*, 15, Amsterdam, The Netherlands, 393-403.
- Sarıkaya, M. A., ve Tekeli, A. E., 2014. Satellite inventory of glaciers in Turkey, In: *Global Land Ice Measurements from Space*, Kargel, J.S., Leonard, G.J., Bishop, M.P., Kaab, A. and Raup, B. (Eds.), Praxis-Springer (Publisher), Berlin, Heidelberg, 876 pp. ISBN: 978-3-540-79817-0, 465-480.
- Sayhan, H., 1999. Erciyes'in Doğusunda Aktüel Morfodinamiğe Bağlı Olarak Gelişen Tufurların Genetik ve Morfometrik Analizi, *Türk Coğrafya Dergisi*, 34, 141-165, İstanbul.
- Türkeş, M., ve Öztürk, M. Z., 2008. Uludağ'ın Periglasyal Jeomorfolojisi, *Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu (Prof. Dr. Mehmet Ardos Anısına) Bildiriler Kitabı*, 387-395, Çanakkale.
- Türkeş, M., ve Öztürk, M. Z., 2011. Uludağ'da Girland ve Çember Oluşumları, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 9, 2, 239-257, Ankara.
- Wahrhaftig, C., ve Cox, A., 1959. Rock glaciers in the Alaska Range, *Geological Society of American Bulletin*, 70, 383-436.
- Whalley, W. B., ve Martin, H. E., 1992. Rock Glaciers: II Models and Mechanism, *Progress in Physical Geography*, 16, 2, 127-186.
- Yılmaz, A., Tandoğan, E., Adamia, S., ve Lazrashvili, T., 1997. Geoscientific studies of the area along Turkish-Georgian border, *MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Rapor No: 521*, Ankara.