



**Karadağ'da Pleyistosen Buzullaşmaları, Batı Toroslar, Türkiye**  
*Pleistocene Glaciations in Karadağ, Western Taurus Mountains, Turkey*

**Cihan Bayrakdar<sup>1</sup> , Zeynel Çılğın<sup>2</sup> , Faize Sarıış<sup>3</sup> **

<sup>1</sup> *İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, İstanbul*

<sup>2</sup> *Munzur Üniversitesi, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Tunceli*

<sup>3</sup> *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Çanakkale*

Geliş/Received : 22.08.2017 • Düzeltilmiş Metin Geliş/Revised Manuscript Received : 30.09.2017 • Kabul/Accepted : 07.10.2017 • Baskı/Printed : 29.12.2017

*Araştırma Makalesi/Research Article*

*Türkiye Jeol. Bül. / Geol. Bull. Turkey*

**Öz:** Karadağ, Teke Yarımadasında Beydağları, Akdağ ve Sandıras gibi Pleyistosen buzullaşmasına maruz kalmış dağlardan biridir. Karadağ, Fethiye Körfezi'nin hemen kuzeydoğusunda 30 km kuş uçuşu mesafede 2418 m zirveye ulaşır ve 2300 m üzerinde birçok yükseltiye sahiptir. Teke Yarımadasında Pleyistosen buzullaşmalarına uğramış dağlardan, Sandıras ve Akdağ ile ilgili buzul araştırmalarına ve buzullaşmaların yaşlandırılmalarına yönelik çalışmalar varken, Beydağları'nda Pleyistosen buzullaşmalarından sadece çok genel hatları ile bahsedilmiş, Karadağ ile ilgili buzullaşma olgusu bilinmemekte, başka bir deyişle buzullardan bahseden hiçbir çalışma bulunmamaktadır. Oysaki Karadağ yüksek zirve düzlüklerinin yamaçlarında belirgin sirk ve morenler barındırır. Yapılan arazi çalışmalarında, Karadağ'da iki gelişmiş buzul vadisi, farklı büyüklükte ve yönlerde gelişmiş üç tane sirk ve bunların önlerinde 1800 m seviyelerine inen cephe ve tümseksi (hummocky) morenleri gözlenmiştir. Bu çalışma ile Türkiye'de yeni bir buzullaşma sahası tespit edilmiş ve Türkiye Buzullaşma Envanteri'ne katkı yapılmıştır. Yeni buzullaşma alanının jeomorfolojik, klimatolojik özelliklerini ortaya koymayı hedefleyen bu çalışmada; tektonik, iklimik ve karstik özellikler göz önüne alınarak Karadağ'da Pleyistosen'deki jeomorfolojik gelişimi açıklanmaya çalışılmıştır. Arazi çalışmaları, insansız hava aracı ve meteoroloji istasyonlarının verilerinden elde edilen mekânsal veriler coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak analiz edilmiş, sonuç harita ve çıktılar oluşturulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Batı Toros Dağları, Karadağ, Pleyistosen buzullaşmaları

**Abstract:** Karadağ is one of the mountains subjected to the Pleistocene glaciations in the Teke Peninsula (Western Taurus) along with Beydağları, Akdağ, and Sandıras Mountains. Karadağ, which reaches 2418 m summit at a 30 km straight distance from the northeast of Fethiye Bay, has many peaks over 2300 m. There are plenty of glacial researches and dating studies aim to reveal Pleistocene glaciation chronology of the mountains such as Sandıras and Akdağ in the Teke Peninsula. On the other hand, glaciations in Beydağları were mentioned superficially and in general terms. Lastly, there has not been known any glaciation phenomenon in Karadağ, in other words there are not any studies concerning the glaciation on the mountain. However, Karadağ has distinctive cirques and moraines on the slopes of high elevations near the peak. In this study, we identified glacial valleys, cirques developed in different sizes and aspects and lastly frontal and hummocky moraines in front of these cirques. They are descending to the elevation of 1800 m. With this study, a new glacial area was identified in Turkey and made a contribution to the glaciation inventory of Turkey. This study aims to reveal the geomorphological and climatological characteristics of this area with regard to tectonic, climatic and karstic characteristics during Pleistocene. Maps and relevant outputs were created and analyzed by geographic information systems using the spatial data obtained from the field studies, unmanned aerial vehicles and meteorological stations.

**Keywords:** Karadağ, Pleistocene glaciations, Western Taurus

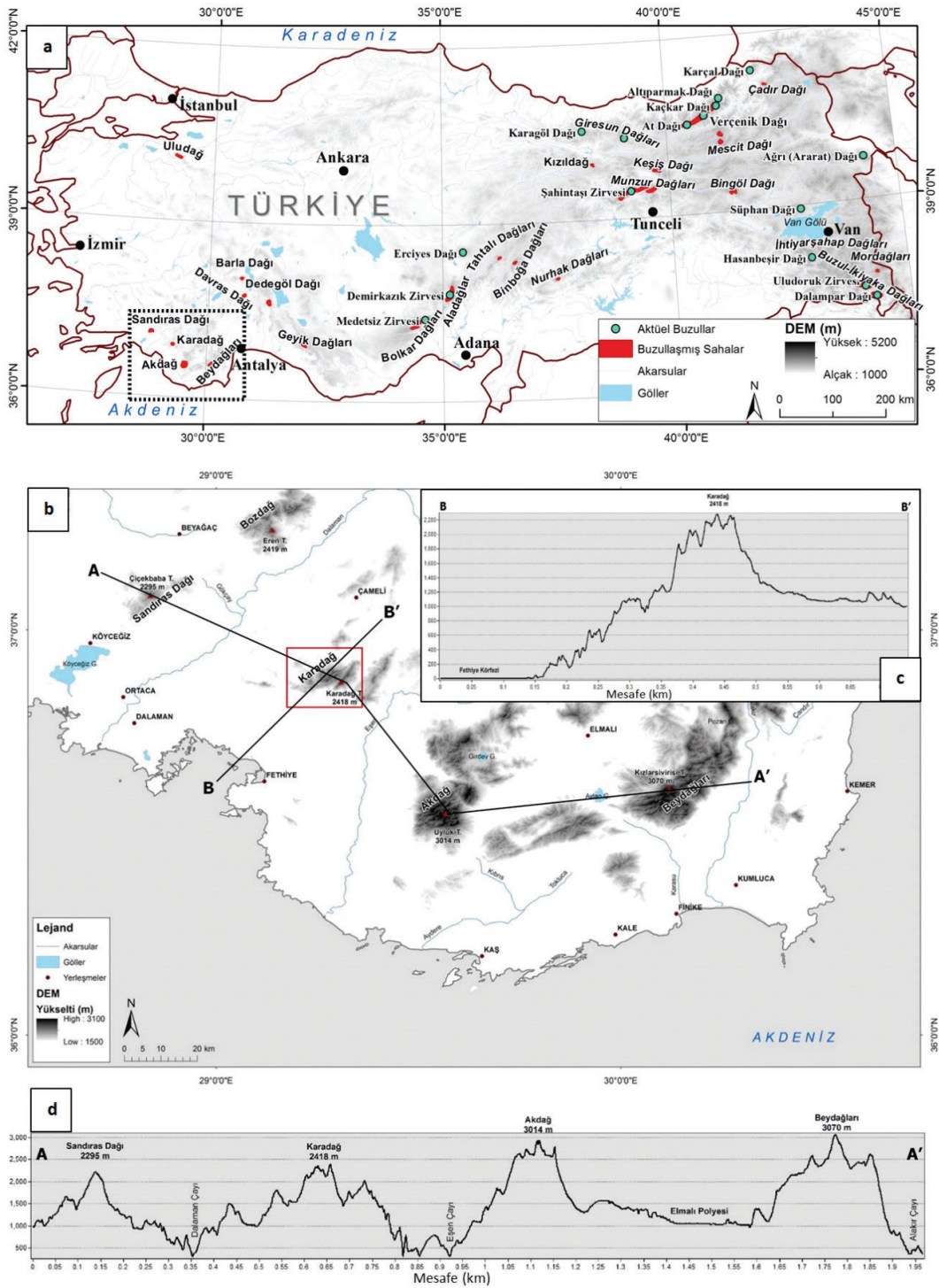
## GİRİŞ

Türkiye, Alp-Himalaya dağ sistemi içerisinde yer alan dağlık bir ülke olarak tanımlanır. Dağların geniş alanlar işgal ettiği Türkiye’de özellikle Doğu Karadeniz Dağları, Toros Dağları, Doğu Anadolu’nun yüksek kesimleri ve İç Anadolu’nun yüksek volkanik dağları Kuvaterner süresince birçok kez buzullar tarafından işgal edilmiş, bu buzulların bir kısmı halen dağların korunaklı kısımlarında hızlı bir erime sürecine rağmen günümüze kadar kalabilmiştir. Buzulların tamamen eridiği kısımlarda buzul jeomorfolojisine ait şekiller tazeliğini büyük ölçüde korumuştur (Şekil 1). Bu şekillerden hareketle ülkemizde buzul jeomorfolojisine yönelik çalışmalar 19.yy dan itibaren başlamış olup (Çiner, 2003) son yıllarda bu çalışmalar nicel tarihlendirme yöntemleri ile desteklenerek devam etmektedir. Bu tarihlendirme yöntemleri ile buzullaşmaların seyri hakkında ve paleoiklim şartları hakkında güvenilir veriler sağlanmaya başlanmıştır. Bu kapsamda Doğu Karadeniz Dağları, Toros Dağları ve Anadolu’nun çeşitli bölgelerindeki yüksek dağlarında kozmojenik yüzey örneği alınmış olup elde edilen sonuçlara göre, Türkiye’de bilinen en eski Geç Pleyistosen buzul ilerlemesinin MIS 4 (71 bin yıl önce)’de başlayarak, MIS 3 (29-35 bin yıl önce) sonuna kadar devam etmiştir (Sarıkaya ve Çiner 2017). Buzullaşma en geniş boyutlarına 21 bin yıl önceki Son Buzul Maksimumu (Last Glacial Maximum; SBM) sırasında ulaşmıştır. SBM sonrasında Geç Buzul (Late Glacial) (19-13 bin yıl önce) ve Genç Dryas (Young Dryas) (13-11.7 bin yıl önce) dönemlerinde buzullaşmalar yaşanmıştır (Akçar vd. 2017; Sarıkaya ve Çiner 2017).

Teke Yarımadasında Geç Pleyistosen’e ait buzul izlerini gösteren dört adet dağ bulunmaktadır. Bu dağlar batıdan doğuya doğru Sandıras, Karadağ, Akdağ ve Beydağları’dır. Bu dağlardan Sandıras (2295 m) ve Karadağ (2418)

m nispeten alçak yükseltilere sahip kütleler iken, Akdağ (3014 m) ve Beydağları (3070 m) 3000 metrenin biraz üzerinde yükseltilere sahip olup alanının en yüksek kütlelerini oluşturmaktadırlar (Şekil 1).

Teke Yarımadasında buzullaşmaya uğramış dağlardan en batıda Sandıras Dağı yer alır. Akdeniz’e oldukça yakın olan Sandıras Dağı’nın kuzeyinde üç vadide buzul jeomorfolojisine ait aşınım ve birikim şekilleri net bir şekilde görülebilmektedir. Sandıras Dağı’ndaki buzul izlerinin varlığına ilk kez Philippon (1915) değinmiştir. Daha sonra Planhol (1953), buzul dillerinin dağın kuzey bölümünde 1900 m’ye kadar indiğini belirtmiştir. Erinç, 1971 yılında yayınlanan çalışmasında bu dağı, Anadolu’da kalıcı kar sınırının en fazla alçaldığı alanlar arasında göstermektedir. Messerli (1967), Sandıras Dağı’nda alçak buzullaşma seviyesini yerel iklimik şartlara bağlamıştır. Sandıras Dağı’ndaki buzullaşma ve buzul şekilleri ile ilgili en detaylı çalışmalar Doğu (1993), Sarıkaya vd. (2008), Doğan (2011) tarafından yapılmıştır. Doğu (1993), Sandıras Dağı’nın zirve bölümündeki az arızalı yüzeyi ve dağın kuzey ile kuzeydoğu yamaçlarındaki buzul şekillerini tanımlamış ve haritalamıştır. Doğan (2011) tarafından Sandıras Dağı, Türkiye’de Son Buzul Maksimum’da (SBM) kalıcı kar sınırının da en düşük (2000 m) olduğu yer olarak gösterilmiştir ve bu özelliklerin ortaya çıkmasında, dağın konumu dolayısıyla sahip olduğu yerel iklim özelliklerinin etkili olduğu belirtilmiştir. Sarıkaya vd. (2008), iki farklı vadiden, dört moren sırtına ait, dokuz örnekte kozmojenik <sup>36</sup>Cl yüzey tarihlendirmesi yapmış ve Sandıras Dağı buzullarının SBM’de en geniş boyutlarına ulaştıktan sonra Geç Buzul döneminde ufak ilerlemeler ve/veya durağanlıklar meydana getirerek Holosen başlamadan ortadan kalkmış olduğunu belirtmiştir (Sarıkaya vd., 2008; Sarıkaya ve Çiner, 2015).



Şekil 1. Karadağ'ın lokasyon özellikleri (a, b, c, d), Türkiye'de buzullaşma sahaları (a), Teke Yarımadası'nda buzullaşma sahaları (b) ve topografik profilleri (d), Karadağ'ın topografik profili (c).

Figure 1. Location of the study area (a, b, c, d). Glacierized and glaciated areas in Turkey (a), glaciated areas in Teke Peninsula (b) and their topographic profiles (d), topographic profile of Karadağ (c).

Teke Yarımadasında Karadağ'a yakın ve benzer litostratigrafik özelliklere sahip diğer bir buzul bölgesi de Akdağ'dır. Akdağ ile ilgili Onde (1952), Planhol ve İnandık, (1958) Doğu vd. (1999), Bayrakdar (2012), Sarıkaya vd. (2014), Bayrakdar vd. (2017) buzul araştırmaları ve buzullaşmaların yaşlandırmalarına yönelik çalışmalar yapmışlardır. Bayrakdar (2012), Akdağ Kütlesi'nde farklı etken (karst-buzul-tektonizma) ve süreçlerin ürünü polijenik bir jeomorfoloji geliştiğini belirtmiştir. Bayrakdar (2012)'e göre Akdağ Kütlesi'nde etkili olan Pleyistosen buzul dönemleri, büyük ölçüde karstik yapıya uyumlu gelişmiş ve 2500 m ve üzerindeki paleo-karstik depresyonlarda kalın plato buzulları gelişmiştir. Bu buzulların ürünü buzul birikinti depolarından alınan örneklerle ait OSL tarihlendirmelerinde  $20.24 \pm 3.01$ ,  $17.66 \pm 4.44$ ,  $17.83 \pm 3.58$  bin yaşları çıkmıştır ki bu da son buzul maksimumuna denk gelmektedir (Bayrakdar vd. 2017). Akdağ'da OSL dışında 41 adet moren bloğu kozmojenik  $^{36}\text{Cl}$  yöntemi ile yaşlandırılmıştır (Sarıkaya vd., 2014). SBM'den önce, günümüzden yaklaşık 35 bin yıl öncesinde buzulların 2150 m seviyelerine kadar ulaştıkları tespit edilmiştir. SBM'de ise buzullar  $21.7 \pm 1.2$  bin yıl öncesinde en geniş pozisyonlarına (denizden 2050 m yüksekliğe) ulaşmıştır. Daha sonra, yaklaşık 15.1 bin yıl öncesinde, Geç Buzul döneminde buzullar bir miktar geri çekilmiş ve kısa bir süre yerlerinde sabit kalmışlardır (Sarıkaya vd., 2014).

Teke Yarımadasında en doğuda bulunan Beydağları ise Pleyistosen buzullaşmalarından nispeten daha az etkilenmiştir. Beydağlarındaki buzullaşmalar ile ilgili doğrudan bir çalışma olmayıp Anadolu'da buzul çağıının morfolojik izleri (Louis, 1944) ve Akdeniz'de buzul çağı ve mevcut buzullaşma (Messerli, 1967) çalışmalarında bahis konusu olmuştur. Louis (1944), Beydağlarında sirklerin 2500-2700 m seviyelerinde geliştiğini ve morenlerin 1800 m seviyelerine kadar indiğini belirtmiştir. Yine Messerli (1967), würm daimi kar sınırını Beydağları için 2600 m seviyelerinde olduğunu belirtmiştir.

Karadağ, farklı ölçekteki topoğrafya haritalarında Boncuk Dağları, Güntutan Dağı ve Akdağ, yerel halk tarafından da Karkın Dağı olarak da isimlendirilir (Şekil 1). Karadağ ile ilgili buzullaşmadan bahseden hiçbir çalışma bulunmamaktadır. Buna karşın, Avşarcan (1999) "Fethiye Körfezi Kuzeyindeki Dağlık Kesimde Jeomorfoloji Araştırmaları" adlı çalışmasında Karadağ Kütlesi'nde son buzul çağında kalıcı kar seviyesinin alçalarak dağın zirveler kısmına yaklaşması nedeniyle periglasiyal şekillerin varlığından bahsetmiş, ancak glasiyal şekillere rastlanmadığını ifade etmiştir.

Bu çalışmada da Batı Toroslar'da yer alan ve daha önce literatürde değinilmemiş yeni bir buzullaşma sahası olan Karadağ'ın buzul jeomorfolojisine ait ilk bulgular aktarılmıştır. Yine morfolojik delillerden yola çıkılarak paleo-buzulların rekonstrüksiyonu CBS ortamında modellenmiş ve jeomorfolojik gelişim açıklanmıştır. Karadağ'nın jeokronolojisini ve paleoiklimsel değişikliklerinin ortaya konması amacıyla kozmojenik yaş tayin yöntemi için 20 adet örnek alınmış olup projelendirme ve analizler bitirildiğinde konu daha kapsamlı bir çalışma ile tekrar ele alınacaktır.

## Yöntem

Çalışmanın veri kaynaklarını, 1:25,000 ölçekli topografya haritaları, 1:25,000 ölçekli jeoloji haritaları, eş yükselti eğrilerinden üretilen 10 m çözünürlüklü Sayısal Yükselti Modeli (SYM/DEM), GPS ölçümleri, Uydu Görüntüleri ve farklı dönemlerde yapılan (2016 ve 2017 yaz dönemi) arazi çalışmaları sonucunda üretilen haritalar oluşturmaktadır. Ayrıca insansız hava araçları (İHA) ile sahanın anahtar yerlerinde ortofotolardan 1 metrenin altında hassasiyete sahip yükselti verisi ile amaca uygun haritalar üretilmiştir. Klimatolojik analizler için gerekli veriler Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden elde edilmiştir. CBS kullanılarak oluşturulan sayısal veri tabanına, çözünürlüğü yüksek uydu



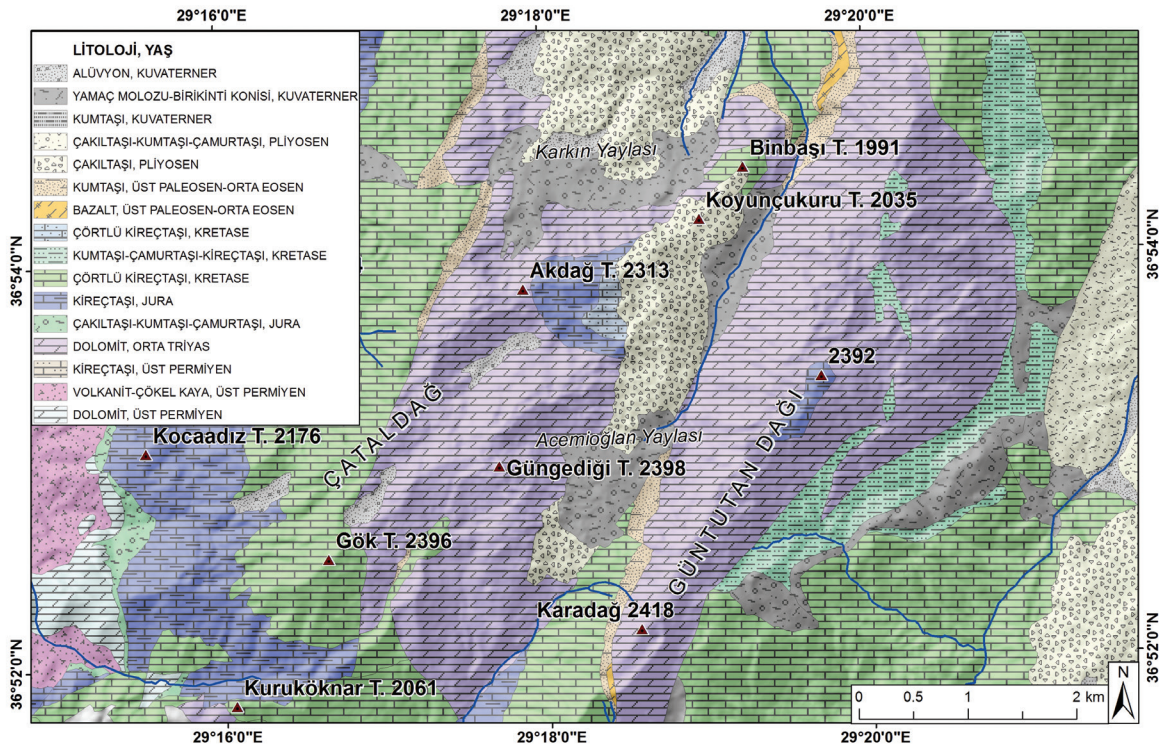
görüntüleri ve İHA görüntüleri yardımıyla 3 boyutlu ve mekânsal analizler uygulanmıştır. SBM alıcı kar sınırının tespiti için yüzölçümü motodu kullanılmıştır. Bu kapsamda buzullar tarafından işgal edilen alanların hipsometrik eğrisi çıkarılmış ve rölatif alanda 0.65 ile keşişen yükselti kalıcı kar sınırı vermiştir (Porter, 2001; Hubbard ve Glasser, 2005).

## JEOLOJİ

Karadağ'ın içinde bulunduğu Batı Toroslarda, birbirinden farklı jeomorfolojik birimlerin iç içe geçmelerinde, kaya birimleri ve yapısal özellikleri ile oluştukları havza bakımından, birbirinden farklı olan tektonik birliklerin, yatay ve düşey blok hareketleriyle yan yana ve üst üste gelmeleri etkili olmuştur (Şenel, 1997). Bu birlikler Üst Devoniyen'den günümüze değin oluşmuş çoğunlukla allokton bir kısmı ise otokton

konumludur. Karadağ Kütlesi ve yakın çevresinde temeli oluşturan Beydağları otoktonu üzerine konulanmış allokton konumlu Likya Napları (Tavas Napı, Marmaris Ofiyolit Napı, Gülbahar Napı, Domuzdağ Napı, Dumanlıdağ Napı, Bodrum Napı) yer alır. Güneybatı Türkiye'de Menderes Masifi ile Beydağları otoktonu arasında kalan jeolojik ünite Likya Napları olarak bilinir (Şenel, 1997).

Karadağ'ın zirve kısımları büyük ölçüde karbonatlı kayalardan oluşmakla birlikte Likya Naplarına bağlı olarak gelişen karmaşık litolojik yapıdan dolayı alttan veya ofiyolit ve geçirimsiz birimlerce geçişlidir. Karadağ Kütlesi'nde en geniş yayılıma sahip birimler Orta Triyas dolomitleri, Jura kireçtaşları ve Kretase çörtlü kireçtaşlarıdır. Karstik şekiller ve sirk ve buzul vadileri büyük ölçüde Orta Triyas yaşlı dolomitler içerisinde gelişmişlerdir (Şekil 2).



Şekil 2. Karadağ Kütlesi'nin Jeoloji Haritası (MTA'nın 1/25.000 ölçekli jeoloji haritalarından hazırlanmıştır.)

Figure 2. Geological map of Karadağ (produced from 1/25.000 scale geological maps of MTA)

## BULGULAR

### İKLİM

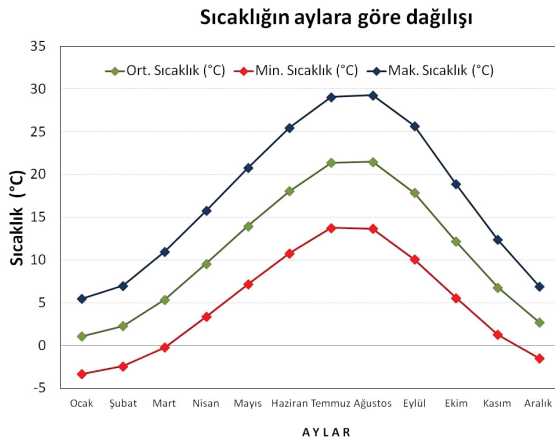
Akdeniz Havzası, güneyindeki subtropikal yüksek basınç ve kuzeyindeki alçak basınç sistemleri arasında bir geçiş özelliği gösterir ve mevsimsel olarak farklı basınç sistemi ve salınımlardan etkilenir. Oldukça geniş bir havza olan Akdeniz havzasında hava koşullarının zamansal değişimi üzerinde dinamik atmosferik süreçler etkili olurken, mekansal dağılışı kontrol eden fiziki ve coğrafi süreçler ise yükseklik, orografi, karadeniz etkileşimleri gibi görece küçük ve yerel ölçekli süreçlerdir (Lolis vd. 1999; Xoplaki vd. 2000, Trigo vd. 2002, Flaounas vd. 2015). Büyük bir havza olan Akdeniz siklon gelişimi için önemli bir enerji ve nem kaynağını temsil eder ve havzadaki kompleks topografik unsurlar hava akımlarının yönlendirilmesinde önemli bir rol oynar (Bartzokas vd. 1994; Trigo vd. 1999; Maheras vd. 2001, Ulbrich vd. 2009, Turoğlu, 2015). Akdeniz ikliminin en önemli özelliği yağışın mevsimselliğinin oldukça belirgin olmasıdır. Bu durum, Yaz-Kış yağış kontrastı ve yıllık toplam yağışın önemli bir bölümünün kışın gerçekleşmesi ile karakterize olur. Yaz döneminde Azor yüksek basıncı etkiliyken, kış döneminde Polar havanın güneye inmesi ve yukarıda ifade edildiği gibi Akdeniz'in siklojeniz için uygun nem ortamını sağlaması Akdeniz depresyonlarının etkili olmasına neden olur (Almazroui ve Awad, 2016).

Doğu Akdeniz'deki önemli bir siklojeniz alanı da Ege Havzası'dır (Trigo vd. 2002, Flocas vd. 2010). Karadağ'ın da içinde yer aldığı Güneybatı Anadolu'da kış döneminde etkili olan bu sistem yağış rejimi üzerinde hakimdir ve bu nedenle bu bölüm Türkiye'nin Güney ve Batı bölgeleri içerisinde en fazla yağış alan bölümdür (Türkeş vd., 2008; Sariş vd., 2010). Güneybatı Anadolu, Türkiye'ye ait iklimsel sınıflandırmalarda Akdeniz İklimi ile karakterize

olur. İklim tipi olarak yarı nemli (Erinç İndisi), step-nemli (De Martonne), yarı-kurak, az nemli, mezotermal (Thornthwaite) olarak tanımlanmıştır (MGM, 2017). Kış mevsiminde yağışın fazla (kıyılarda yağmur, yükseklerde kar) dolayısıyla su fazlasının çok kuvvetli olduğu, yazları ise sıcak ve kuvvetli buharlaşma oranlarının gözlemlendiği bir bölümdür.

Karadağ'ı doğrudan temsil edebilecek bir meteorolojik gözlem istasyonu bulunmadığı için, sıcaklık rejiminin analizi için 1325 m yükseklikte ve Karadağ'ın yaklaşık 20 km kuzeyinde yer alan Çameli meteoroloji istasyonunun ve 30 km güneybatısında yer alan Fethiye istasyonunun (3 m) MGM bültenleri temin edildi. Ancak Çameli istasyonunun bülten verileri eksik olduğundan (1 yıldan az) Climate-data.org adresindeki iklim modeli verilerinden yararlanıldı (CLIMATE-DATA, 2017). CLIMATE-DATA veri kaynağı olarak, dünya genelinde binlerce meteoroloji istasyonunun 1982 ve 2012 yılları arasındaki sıcaklık ve yağış verilerini ve "openstreetmap" üzerinden de konum verilerini kullanarak 220 milyon kaynaktan 30 milisaniyede sorgulanmış veri sunar.

Sıcaklık rejiminin tanımlanmasında yükselti olarak daha yakın olduğu için Çameli istasyonu değerlendirildi. Çameli'nde yıllık ortalama sıcaklık 11°C olup, maksimum sıcaklık 29.3°C ile Ağustos ayı, minimum sıcaklık ise -3.3°C ile Ocak ayında görülür (Şekil 3). Aylara göre sıcaklığın dağılışı incelendiğinde geniş kış dönemi (Aralık-Mart) dönemi boyunca sıcaklıkların 0°C ve altında gerçekleşmesi sıcaklık rejiminde yükselti ve karasallığın etkisini gösterir. Dağlık alanlarda yükselti, bakı, eğim ve karasallık gibi özelliklerle gerçekleşen farklı klimatolojik koşullardan söz edilebilir. Sıcaklık analizi için seçilen Çameli istasyonun konumu ve yükseltisi dikkate alındığında, Karadağ için sıcaklık açısından daha düşük değerlerin olması kuvvetle beklenir.

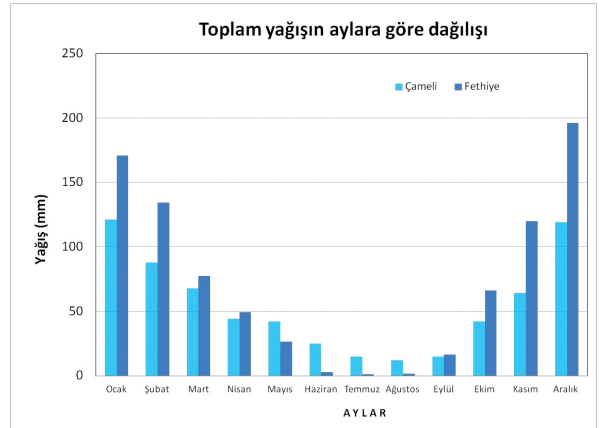


**Şekil 3.** Çameli'de ortalama, maksimum ve minimum sıcaklıkların aylara göre dağılışı

**Figure 3.** Monthly distribution of average, maximum and minimum temperatures in Çameli.

Karadağ'ın yağış özelliklerini yorumlamak için Fethiye ve Çameli istasyonları birlikte değerlendirildi. Akdeniz-Karasal iklim geçişinde yer alan Çameli'nde yağış mevsimsellik olarak Akdeniz'i temsil etse de, tutar açısından daha düşük değerler sergiler. Yıl içerisinde toplam 655 mm yağış alan Çameli'nde, yağışın önemli bir bölümü Akdeniz depresyonlarının etkili olduğu kış döneminde gerçekleşir (%50'si) ki bu durum Akdeniz İklimine özgü yağıştaki mevsimselliğin tipik bir örneğidir (Şekil 4). Fethiye'de yağışın mevsimselliği benzer özellikler gösterir ancak yıllık toplam yağış tutarı 862 mm'dir.

Bu istasyonlardan yola çıkarak Karadağ'ın sıcaklık ve yağış rejimine ilişkin bazı saptamalar yapılabilir. Karadağ'da yükselti etkisiyle daha düşük sıcaklık dönemine bağlı olarak yağışın önemli bir tutarda kar yağışı olarak gerçekleşmesi ve orografik etkiyle cephesel sistemlerin kuvvetlenerek yerel olarak daha yüksek tutarlarda yağışın düşmesi olasıdır. Nitekim, Fethiye ve Çameli istasyonlarının yağış verisine Schreiber formülü (Dönmez, 1990) uygulanarak gerçekleştirilen hesaplamalarda, Karadağ için yükselti farkına bağlı olarak yıllık toplam yağış tutarının 1300 ile 2000 mm arasında değişebileceği belirlendi.



**Şekil 4.** Fethiye ve Çameli'de toplam yağışın aylara göre dağılışı.

**Figure 4.** Monthly distribution of total precipitation in Fethiye and Çameli.

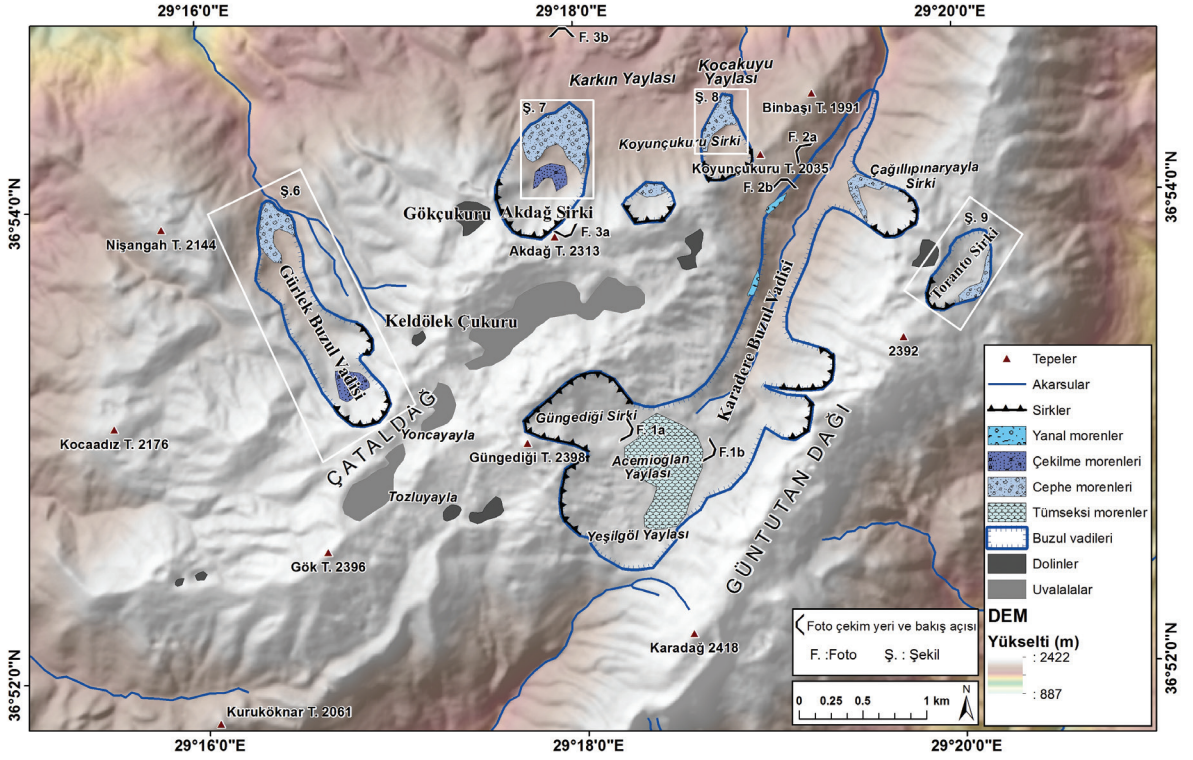
## BUZUL JEOMORFOLOJİSİ

Karadağ; Batı Torosların batısında, Fethiye-Burdur Fay Zonu üzerinde, Fethiye Körfezi ile Çameli-Göhlhisar havzalarının arasında, en yüksek kısmı 2418 m olan ve 2300 m üzerinde birçok zirve (Gök T. 2396 m, Güngediği T. 2398 m, Akdağ T. 2313 m) ve 2100-2300 m seviyelerinde geniş karstik depresyonlar barındıran yüksek bir kütledir.

Karadağ, Türkiye'de daha önce literatürde bahsedilmeyen Pleyistosen buzullaşmalarının izlerinin net ve yaygın bir şekilde görüldüğü bir sahadır. Karadağ'da farklı yönlerde (kuzeye, batıya ve doğuya) bakan sirkler ve bunların önünde tazeliğini koruyan belirgin cephe, tümseksi ve yan morenlerin varlığı, Kuvaterner'in soğuk dönemlerinde büyük çaplı buzullar tarafından işgal edildiğinin göstergesi niteliğindedir.

Karadağ'da farklı büyüklükte iki buzul vadisi ve üç sirk tespit edilmiştir. Bunlar; Karadere buzul vadisi, Gürlek buzul vadisi, Akdağ, Koyunçukuru ve Toranto sirkleridir. Bu sirklerin yönü büyük ölçüde kuzeye doğru gelişmiş olsalar da kuzeydoğuya, doğuya, batıya ve kuzeybatıya gelişen sirkler de mevcuttur. Karadağ'da tespit edilen buzul vadileri kuzeye ve kuzeybatıya gelişmişlerdir (Şekil, 5).





Şekil 5. Karadağ Kütleli'nin Jeomorfoloji Haritası.

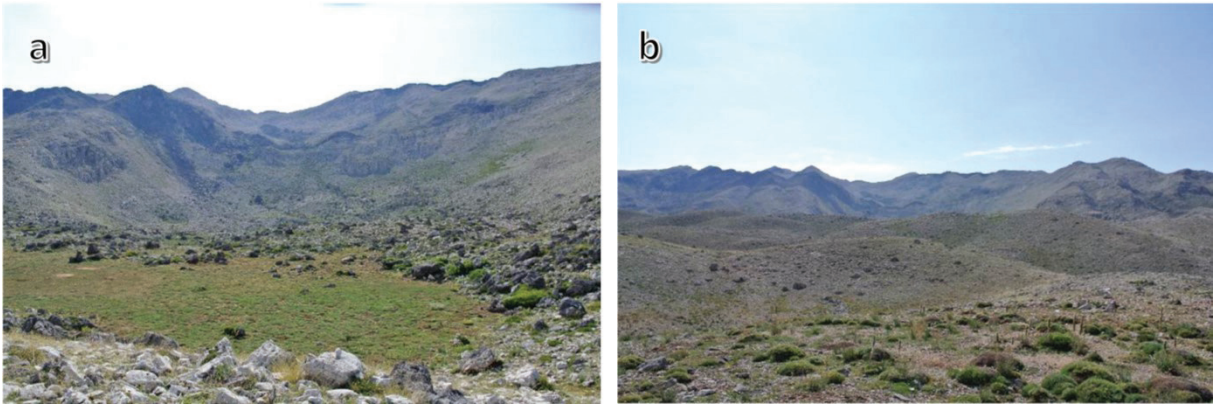
Figure 5. Geomorphological Map of Karadağ.

### Karadere Buzul Vadisi

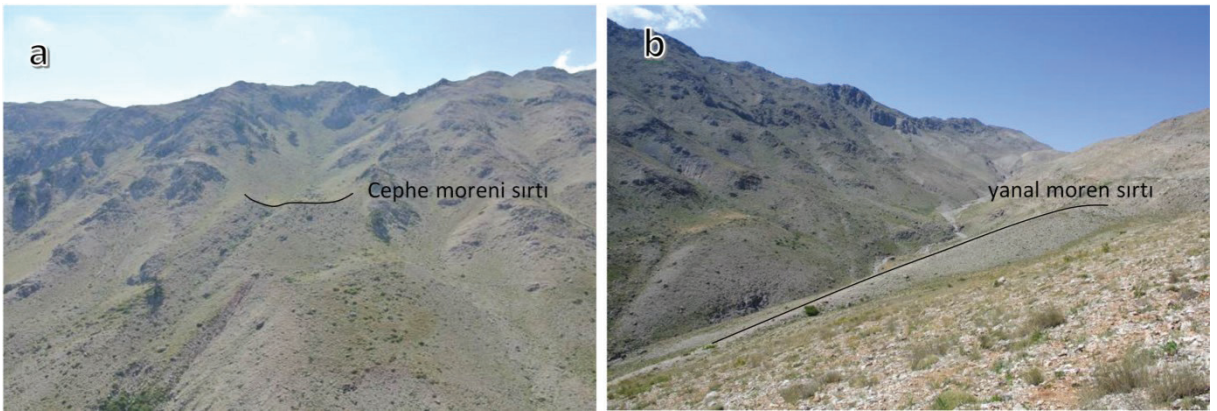
Karadağ'daki en büyük buzullaşma sahası güney-kuzey yönlü 3 km uzunluğundaki Karadere buzul vadisidir. Bu buzul vadisi 2398 m yüksekliğindeki Güngedığı Tepe'nin batısındaki büyük bir sirkle başlar ve önünde önce cephe morenleri sonrasında da geniş bir alanı işgal eden tümseksi morenlerle dikkat çeker (Şekil 6). Bu tümseksi morenler paleo-karstik depresyonu işgal edip büyük ölçüde kuzeye yöneldiler de kısmen güneye doğru yönelmiş ve eşikten cephe morenleri ile sarkmıştır. Karadere

buzul vadisi Acemioğlu yaylası mevkiinden kuzeye yönelerek tipik bir tekne vadisi karakteri ile 3 km kadar kuzeye devam edip 1800 metrelerde son bulmaktadır. Karadere buzul vadisinin doğu yamacında gelişmiş üç sirk de yer alır. Bunlardan en kuzeydeki Çığılıpınaryayla sirkinin önünde ilksel formunu büyük ölçüde korumuş bir cephe moreni tespit edilmiştir (Şekil 7a). Ayrıca bu buzul vadisinin her iki yamacında yanallı morenlerde yer almaktadır. Bu yanallı morenler buzul vadisinin batı yamacında buzulun hareketi yönünde bir sırt şeklinde 100 m kadar uzanış gösterir (Şekil 7b).





**Şekil 6.** Karadağ'da Güngediği Tepenin (2398 m) doğusunda gelişen sirk (a) ve önündeki tümseksi morenler (b).  
**Figure 6.** The cirque developed on the eastern slope of Güngediği Peak (2398 m) in Karadağ (a) and the hummocky moraines in front of the cirque (b).

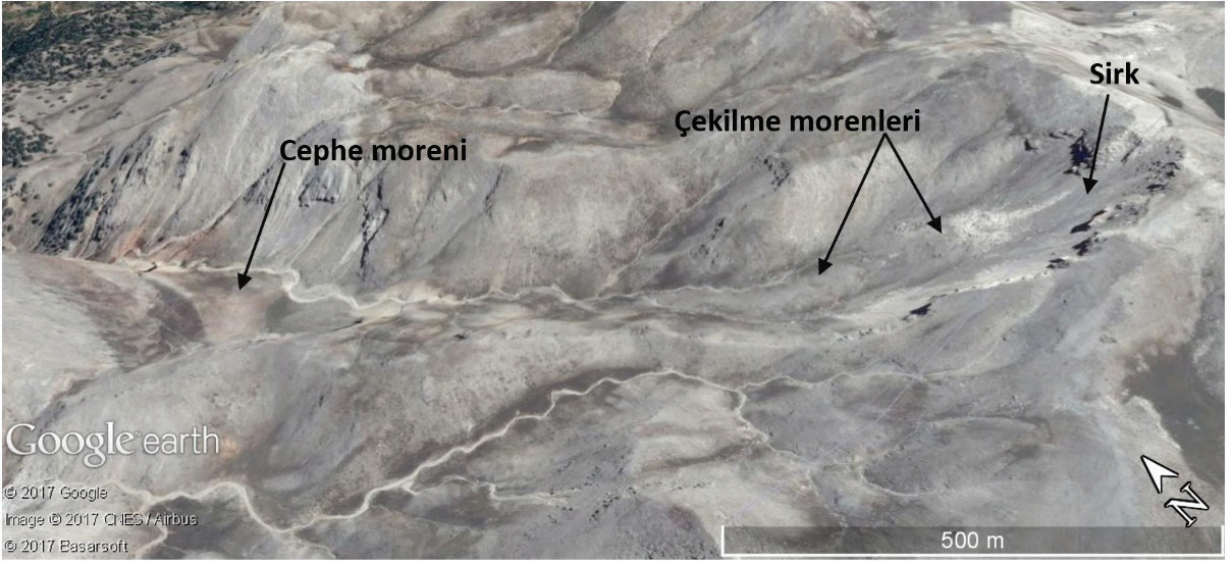


**Şekil 7.** Karadağ'da kuzeye doğru gelişen Karadere buzul vadisi doğu yamacındaki Çığıllıpınar sirki ve önündeki cephe moreni (a) ve vadinin batı yamacında gelişen yanıl moren (b).  
**Figure 7.** North oriented Çığıllıpınar cirque developed on the eastern slope of the Karadere glacier valley in Karadağ and the frontal moraine in front of the cirque (a) and lateral moraines patched on the western slope (b).

### Gürlek Buzul Vadisi

Diğer bir buzul vadisi ise Çataldağ'ın kuzeybatısında olgun bir sirk ile başlayıp 2 km kuzeybatıya yöneldikten sonra cephe morenleri ile sonlanan Gürlek buzul vadisidir. 2345 m

zirvelere sahip Çataldağ kuzeybatısında gelişen sirk in hemen önünden 2080 metrelere kadar genç morenler yer alır. Tipik bir tekne vadi formunda devam eden buzul vadisi 1900 m seviyelerinde cephe moreni ile son bulur (Şekil 8).



**Şekil 8.** Gürlek buzul vadisinin Google Earth üzerinde kuzeydoğuya bakışla oblik görünümü gösteren uydu görüntüsü.

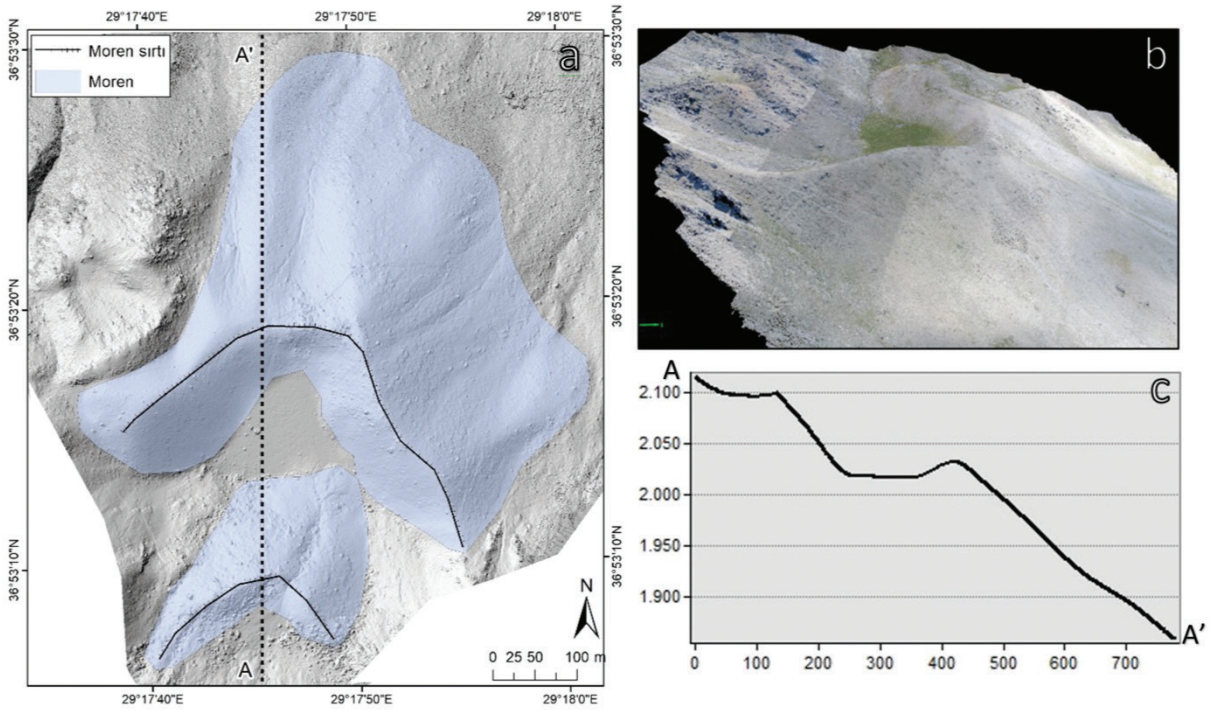
**Figure 8.** NE looking oblique view of Gürlek glacial valley using Google Earth

### Akdağ Sirki

Karadağ'da buzul vadilerinin dışında dağın kuzeye bakan yamaçlarında belirgin sirk ve önündeki gelişmiş cephe morenleri de dikkat çekicidir. Bunlardan en büyüğü Akdağ tepenin kuzeyinde gelişen Akdağ Sirki'dir. 2300 metrelerden başlayan sirk in önünde iki kademe halinde henüz ilksel formları bozulmamış cephe morenleri yer almakta olup bu morenler 1800 m seviyelerine kadar inmiştir (Şekil 9, 10). Akdağ sirki büyük ölçüde yüzeysel sularca deforme edilmiş olsa da "C" formunu korumaktadır. Sirk in önünde bulunan morenler ise yüzeysel aşınım da daha az etkilenmiş olup bu alandaki morenler Karadağ'daki en

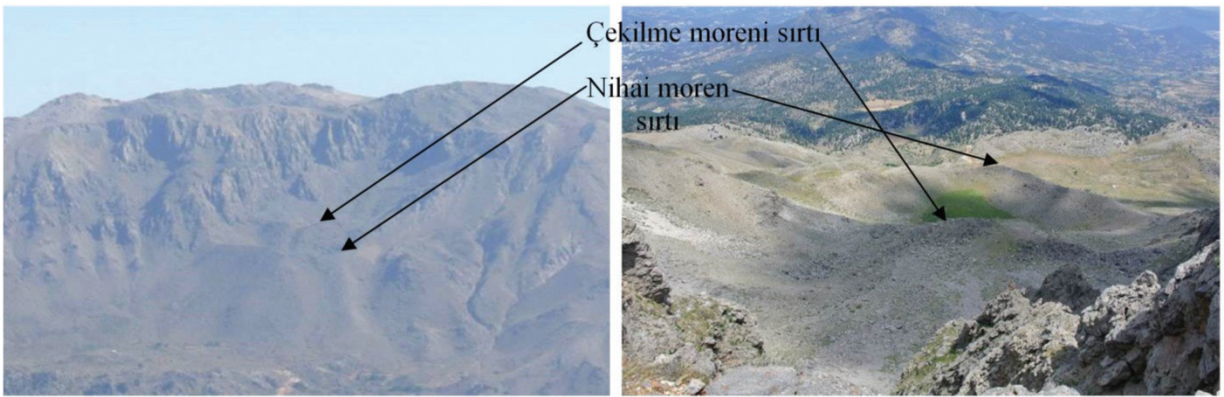
büyük ve en karakteristik morenler olarak dikkat çekmektedir. En dıştaki cephe moreni 2030 m seviyesindeki dil çanağını 20-30 metreyi bulan sırtlarla hilal şeklinde çevirerek düzenli bir eğimle 1800 m seviyelerine kadar inmiştir. Dil çanağını kuşatan morenler henüz yüzeysel sular yarılmamış ve tabanı düz ve ince taneli malzeme ile kaplanmış kapalı bir depresyon görünümündedir. Bu özelliği ile bir dolini andırırsa da tipik bir buzul dil çanağıdır. Bu cephe morenin gerisinde sirke doğru daha üst seviyelerde (2100 m) daha küçük ve daha iri bloklardan oluşan bir çekilme moreni setti yer alır. Bu set yüzeysel sularca yarılmış olmasına rağmen 5-10 m kadar moren sırtları gözlenebilmektedir (Şekil 9).





**Şekil 9.** Akdağ Sirkinin İHA ile elde edilmiş DEM'i (1 m çözünürlükte) (kesikli siyah çizgi profil doğrultusunu göstermektedir) (a), ortomozaik görüntüsü (b) ve güneyden kuzeye profili (c).

**Figure 9.** The DEM (1 m resolution) obtained from UAV (dotted blackline shows the profile direction) (a), orthomosaic image (b) and south to north profile (c) of Akdağ cirque.



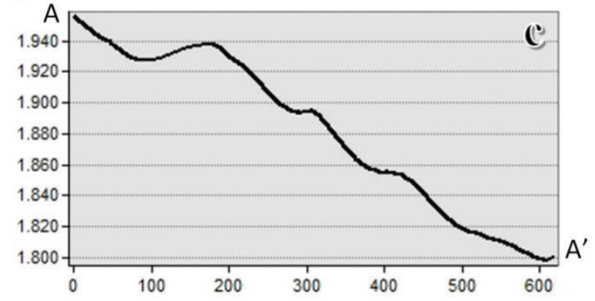
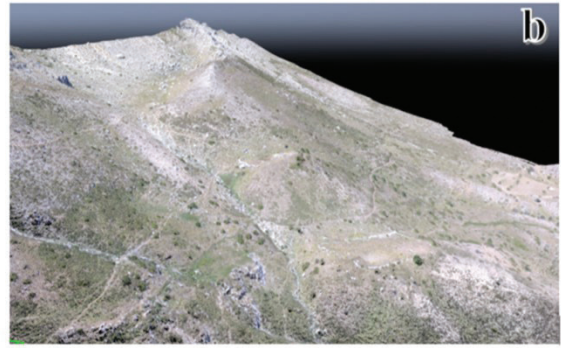
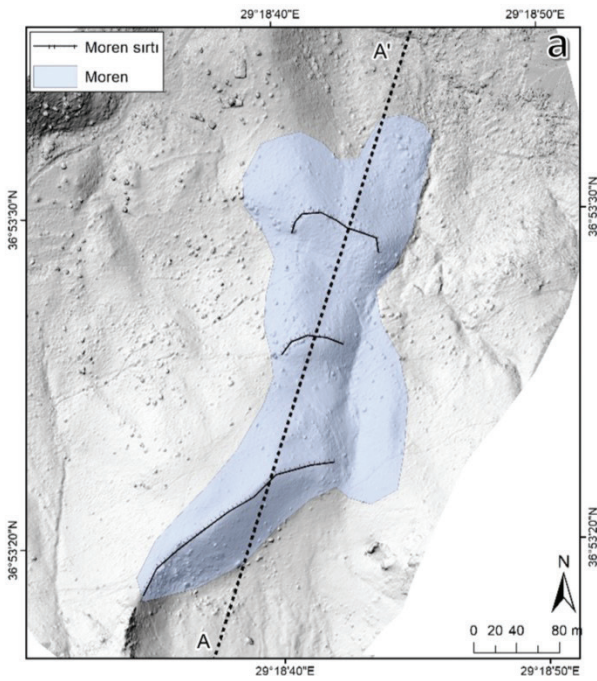
**Şekil 10.** Akdağ Tepenin (2313 m) kuzeyinde gelişen sirk ve önündeki iç içe geçmiş morenlerin cepheden (a) ve üstten (b) görüntüsü.

**Figure 10.** Images of the cirque developed on the north slope of Akdağ Peak (2313 m) and the image of nested moraines in front of the cirque (a) and the top (b).



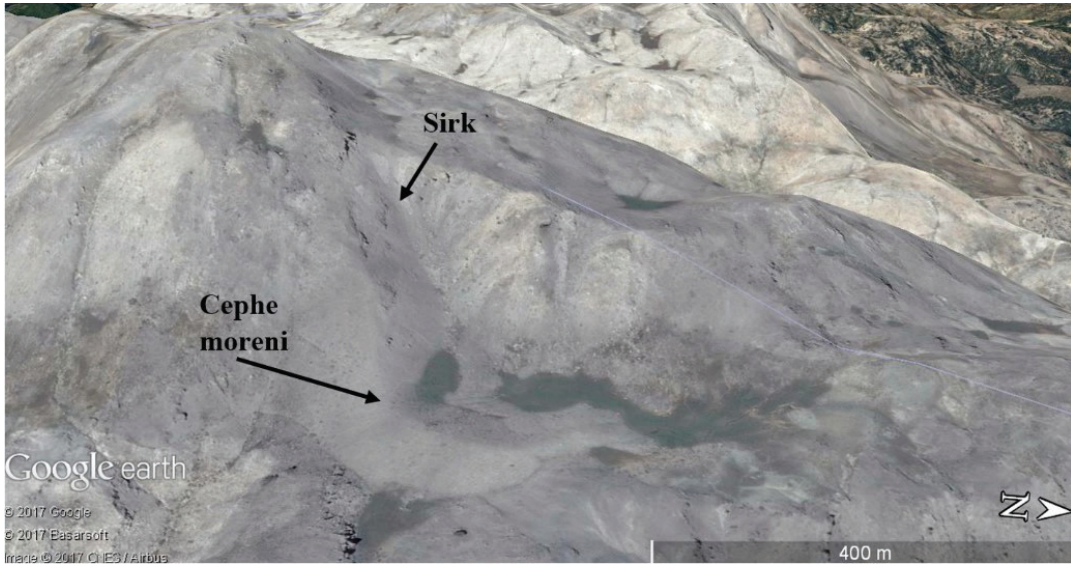
### Koyunçukuru Sirk

Yine Akdağ tepenin doğusunda kuzeye, Karadere buzul vadisinin doğu yamaçlarında batıya gelişmiş küçük ölçekli sirkler mevcuttur. Bunlardan en belirginini Koyunçukuru sirkidir. 2035 m seviyelerinden Koyunçukuru tepenin kuzeyinde gelişen sirk büyük ölçüde yüzeysel sularla deforme edilmesine rağmen önünde gelişen moren üç kademe halinde 1800 m seviyelerine kadar inmiştir (Şekil 11).



**Şekil 11.** Koyunçukuru Sirkinin İHA ile elde edilmiş DEM'i (1 m yersel çözünürlükte) (a), ortomosaik görüntüsü (b) ve topografik profili (c).

**Figure 11.** The DEM (1 m ground resolution) obtained from UAV (a), orthomosaic image (b) and topographic profile (c) of Koyunçukuru cirque.



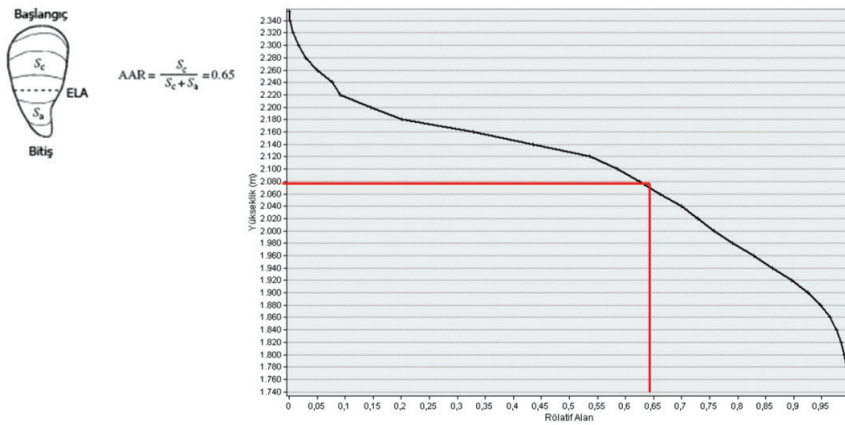
Şekil 12. Toranto Sirkinin Google Earth üzerinde güneybatıya bakışla oblik görünümü.

Figure 12. SW looking oblique view of Toranto cirque using Google Earth.

### Buzul Rekonstrüksiyonu ve Kalıcı Kar sınırı

Pleyistosen'de Karadağ Kütlesi'nde 2000 m ve üzerindeki sahalarda buzullaşma yaşanmıştır. Özellikle kuzeye bakan vadiler içerisinde buzullar çok daha geniş alanları işgal etmiştir. Bu deliller ışığında çalışma sahasında da yersel buzul maksimumuna ait daimi kar sınırı ortaya

konulmuştur. Bu işlem için yüzölçümü metodu uygulanmıştır. Bu metod sonucunda Karadağ için daimi kar sınırı 2080 m olarak tespit edilmiş olup, bu değer Batı Toroslar'daki diğer Pleyistosen'de buzullaşmış dağlara göre (Sandıras Dağı hariç) oldukça alçak bir değerdir (Şekil 13).



Şekil 13. Karadağ Kütlesi'ndeki tüm buzul vadilerinin yüzölçümü metodu ile genelleştirilmiş daimi kar sınırı (2080 m) (Porter, 2001; Hubbard ve Glasser, 2005).

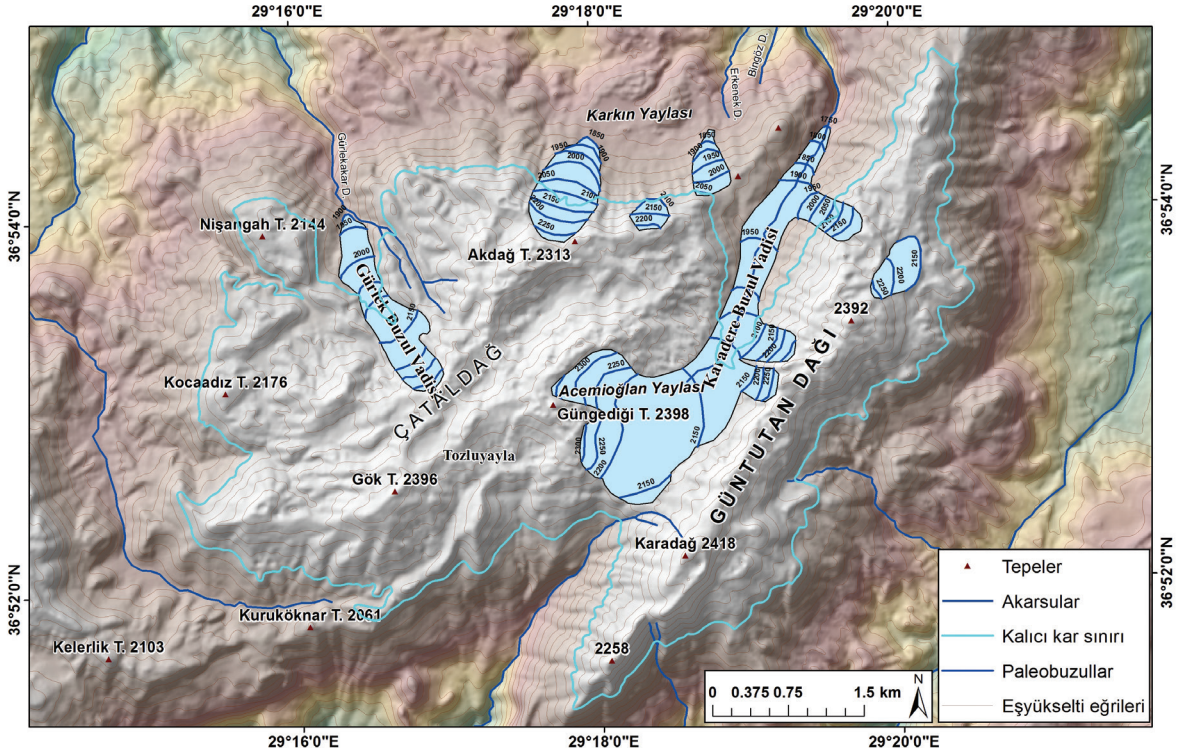
Figure 13. Equilibrium Line Altitude of Karadağ (2080 m) using Accumulation-area ratio (AAR) method (Porter, 2001; Hubbard and Glasser, 2005).



Yine jeomorfolojik veriler ışığında Karadağ Kütlesi'nin son buzul maksimumundaki buzul rekonstrüksiyonu yapılmıştır (Şekil 14). Buzul rekonstrüksiyonunda, morenlerin konumları ve yayılış alanları önemli veriler sağlamıştır. Cephe morenleri buzulların ulaştığı en düşük kotları ve dış uzanımlarının sınırını ortaya koyarken, yan morenleri ise buzul kalınlıkları hakkında fikir vermiştir. Belirtilen jeomorfolojik deliller yardımıyla ortaya çıkarılan buzul rekonstrüksiyonunda, Pleyistosen'de Karadağ'da buzullaşma yaşandığı net bir şekilde görülebilmektedir. Bu veriler ışığında Karadağ'da Karadere buzul vadisi 3 km<sup>2</sup> alan kaplarken maksimum 100 m kalınlığa ulaşmıştır. Gürlek buzul vadisi 0.6 km<sup>2</sup> alana ve en fazla 70 m kalınlığa ulaşmıştır.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Karadağ'ın zirve kısımları büyük ölçüde karbonatlardan oluşmakla birlikte Likya Naplarına bağlı olarak gelişen karmaşık litolojik yapıdan dolayı temelden ve çevreden ofiyolit ve geçirimsiz birimlerce çevrelenmiştir. Bu özelliği nedeniyle Karadağ'ın 2100 m ve üzerindeki sahalarda etkili olan sıg yüzey karstlaşmasına bağlı olarak çok sayıda dolin ve uvalayı görmek mümkündür. Karadağ bu görünümü ile yüksek bir karstik kütle izlenimi vermesinin yanında Pleyistosen'de büyük ölçüde buzullaşmalara maruz kalmıştır. Karadağ, Akdeniz üzerinden gelen GB sektörlü nemli hava kütlelerine doğrudan açık olduğundan orografik karakterli yağışların oluşumuna imkân tanır. Bu durum, Pleyistosen'in soğuk dönemlerinde buzulların beslenmesini ve buna bağlı olarak da buzullaşmaların seyrini etkilemiştir.



Şekil 14. Karadağ Kütlesi'nin buzul rekonstrüksiyonu.

*Figure 14. Glacier reconstruction of Karadağ.*



Karadağ, Türkiye'de daha önce literatürde bahsedilmeyen Pleyistosen buzullaşmalarının izlerinin net ve yaygın bir şekilde görüldüğü bir sahadır. Özellikle Anadolu'nun genelinde periglasiyal şekillerin bile zorlukla görüldüğü bir yükseltide farklı yönler (kuzeye, batıya ve doğuya) gelişmiş sirkler ve bunların önünde tazeliğini koruyan belirgin cephe, tümseksi ve yanıl morenlerin varlığı Karadağ'ın Kuvaterner'in soğuk dönemlerinde büyük çaplı buzullar tarafından işgal edildiğinin göstergesi niteliğindedir. Özellikle 1800 m seviyelerine inen iç içe geçmiş cephe morenleri bize son buzul maksimumundan günümüze buzulların çekilme seyri hakkında bilgi vereceği gibi geç Kuvaterner buzullaşmasının delillerini sunabilir. Ayrıca Güngediği Tepenin doğusunda kuzeye ve güneye yönelmiş 2100 m seviyesindeki tümseksi morenler bu alanda gelişmiş bir plato buzullaşmalarının da göstergesidir. Hem Anadolu'nun genelinde hem de Batı Toroslarda bu seviyelerde bu kadar gelişmiş bir buzullaşmanın varlığı bize Karadağ'daki buzullaşmaların yerel iklim özellikleri ve dağın litostratigrafik özellikleri ile yakın bir ilişkisi olduğunu düşündürmektedir.

Teke Yarımadasında Pleyistosen buzullaşmalarından etkilenen diğer dağlarla kıyaslandığında Karadağ'da yerel iklim ve litostratigrafik özelliklerin etkisi daha da netleşmektedir. Teke Yarımadasında Pleyistosen buzullaşması ve bunun ürünü olan buzul jeomorfolojisine ait şekillerin boyutu ve alansal dağılışı doğudan batıya doğru farklılıklar içermektedir. Bunda yerel iklim özelliklerinin etkisi belirgindir. Teke Yarımadası üç tarafı denizlerle çevrili bir yapısı gereği denizel etkilere son derece açıktır. Dağların denizin hemen sonrasında başlaması ve 2500- 3000 metrelere kadar ulaşması nedeniyle yağışları çoğunlukla dağların denize dönük yamaçları ile bu dağlarla kıyı arasında bulunan geniş veya dar kıyı ovaları alır. Bu nedenle Sandıras, Karadağ ve Akdağ'ın denize dönük yamaçları, diğer yamaçlarına oranla

daha fazla yağış alır. Teke Yarımadası'ndaki en yüksek dağ olan Beydağları (3070 m) ise doğudan Tahtalı Dağları (2366 m) güneybatıdan 2000 m üzerindeki kütlelerle çevrelenmiş olması nedeniyle diğer dağlar kadar denizel etkilere açık değildir. Pleyistosen'deki iklim şartlarının da benzer yerel özelliklerinden etkilendiği göz önüne alınırsa buzul dönemlerinde bu dağların çoğu iyi beslenmiş olmalıdır. Yerel iklim koşulları ile ilişkili olarak Teke Yarımadası'ndaki buzullaşmaya uğramış dağların SBM kalıcı kar sınırları doğudan batıya doğru alçalmaktadır. Batıda iyi beslenen Sandıras ve Karadağ'da kalıcı kar sınırı 2100 m altına düşerken Akdağ'da bu oran 2500 m civarındayken Beydağları'nda 2600 m seviyelerindedir.

Yerel iklim koşullarının yanında litostratigrafik yapı da belirleyici olmuştur. Sandıras dışındaki dağlar büyük ölçüde karbonatlardan oluşmakta olup karstik şekiller yaygın olarak gözlenmektedir. Fakat Karadağ ve Akdağ'da yatay karstlaşmaya bağlı olarak kalıcı kar sınırı üzerinde gelişmiş uvalalar buzulların yerleşmesi ve gelişmesine uygun ortam sağlarken Beydağları'nda dikey karstlaşma daha çok düden konumlu dikey mağara ve dolinlerin gelişmesine imkan tanımış ve soğuk dönemlerde buzulların yerleşip gelişeceği ortamlar diğer dağlardaki kadar uygun olmamıştır.

Tüm bu jeomorfolojik göstergeler nicel tarihlendirme yöntemleri ve bölgenin orografik karakterinin iklim üzerindeki etkisi ortaya konacak meteorolojik ölçümlerle anlam kazanacaktır. Bu bağlamda Türkiye'de yeni bir buzullaşma sahası olan Karadağ buzul depolarında kozmojenik tarihlendirme yöntemi kullanılarak nicel verilerin elde edilmesi ve bu verilerin yerel iklim şartları ile ilişkisi kurularak ülkemizin Kuvaterner iklim koşullarının modellenmesine katkı sunması bu çalışmanın bir sonraki hedefidir. Bu kapsamda Karadağ'da cephe ve yanıl morenlerden kozmojenik <sup>36</sup>Cl yaş tayini yöntemi için 20 adet örnek alınmış ve yaşlandırmalar için gerekli maddi desteğin sağlanması için projelendirilmiştir.

## KATKI BELİRTME

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Biriminin SYD-2016-21383 no'lu projesi ile desteklenmiştir. Bu çalışma esnasında İHA'nın kullanımı konusundaki yardımlarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Tolga Görüm ve arazi çalışmaları sırasında verdikleri desteklerinden ötürü Onur Yasan ve Onur Altınay'a teşekkürü bir borç biliriz.

## EXTENDED SUMMARY

*There are four mountains having glacial evidences of Late Pleistocene in the Teke Peninsula (Western Taurus). These mountains are Sandıras, Karadağ, Akdağ and Beydağları from west to east. While Sandıras (2295 m) and Karadağ (2418 m) are relatively low mountain massif, Akdağ (3014 m) and Beydağları (3070 m) have elevations slightly above 3000 meters and constitute the highest masses of the area.*

*In this study, a new glacial area was identified in Turkey and made a contribution to the glaciation inventory of Turkey. This study aims to reveal the geomorphological and climatological characteristics of this new glaciated area, Karadağ, with regard to tectonic, climatic and karstic characteristics during Pleistocene. Maps and relevant outputs were created and analyzed by geographic information systems using the spatial data obtained from the field studies, unmanned aerial vehicles and meteorological stations.*

*Karadağ, located on the Fethiye-Burdur fault zone between the Fethiye Gulf and the Çameli-Göhlhisar basins in the west of the Western Taurides, has several high peaks (the highest peak is 2418 m and many other peaks over 2300 m such as Gök P. 2396 m, Güngediği P. 2398 m, Akdağ P. 2313 m. The mountain is a high massif containing large karstic depressions at the elevations of 2100-2300 m.*

*Karadağ is one of the mountains subjected to the Pleistocene glaciations in the Teke Peninsula*

*(Teke Region) such as Beydağları, Akdağ, and Sandıras. There are plenty of glacial researches and dating studies aim to reveal Pleistocene glaciation chronology of the mountains in the Teke Peninsula such as Sandıras and Akdağ. On the other hand, glaciations in Beydağları were mentioned superficially and in general terms and lastly it has not been known any glaciation phenomenon in Karadağ, in other words there are not any studies concerning the glaciation on the mountain. However, Karadağ has distinctive cirques and moraines on the slopes of higher elevation near the peaks. In the field studies, we identified glacial valleys, cirques developed in different sizes and aspects and lastly frontal and hummocky moraines in front of these cirques (descending at the altitude of 1800 m).*

*Different glaciation units have been identified in Karadağ. These are Karadere glacial valley, Gürlek glacial valley, Akdağ cirque, Koyunçukuru cirque, and Toranto cirque. Although the aspects of the cirques in these glacial units have developed to the north to a great extent, there are also cirques that develop in the northeast, east, west and northwest. Two glacier valleys have been identified in Karadağ and they have developed north and northwest. The equilibrium line altitude (ELA) for Karadağ was 2080 m, which was quite low compared to other Pleistocene glacial mountains in the Western Taurus except Sandıras. The glacier reconstruction revealed by morphological evidence indicates a severe glaciation in Karadağ. In the light of this data, Karadere glacier valley covers 3 km<sup>2</sup> in Karadağ and the maximum thickness of extant glacier reached 100 m in the valley. The Gürlek glacial valley occupied a total area of 0.6 km<sup>2</sup> and the maximum thickness of the glacier reached 70 m.*

*Karadağ is a glaciated area in Turkey where the traces of the Pleistocene glaciations, which were not mentioned in the literature before, can be seen clearly and widely.*

*Especially, at these elevations (Karadağ summit is 2418 m), even the periglacial landforms are hardly visible throughout Anatolia, the developed cirques looking at different aspects (north, west and east) and the presence of prominent frontal, hummocky and lateral moraines protecting their freshness in front of them, are indicative of occupation by glaciers during cold periods of Quaternary.*

*In the Teke Peninsula, the size and areal distribution of the Pleistocene glaciations and related glacial landforms show differences from east to west. The effect of local climate characteristics is evident on this situation. In the Teke Peninsula, in relation to local climatic conditions, the ELA of glaciated mountains during LGM declined from east to west. While the ELA depressions descended below 2100 m in Sandıras and Karadağ due to receiving more precipitation from the westerly winds resulting in well-fed glaciers, in Akdag the ELA was around 2500 m and in Beydağları it was around 2600 m. In addition to local climatic conditions, the litho-stratigraphic structure was also played a role in the glaciations. Except for Sandıras, all the mountain in Teke Peninsula are largely made up of carbonates and karstic landforms are widely observed. However, due to the epikarst in Karadağ and Akdag, the uvalas developed above the ELA provided a suitable environment for the emplacement and development of the glaciers. On the other hand, endokarst in Beydağları allowed for the development of vertical swallow hole caves and dolines and the environments where the glaciers settled and developed in cold periods were not as suitable as other mountains.*

*All geomorphologic indicators will become meaningful with quantitative dating methods and meteorological measurements that will reveal the effect of the orographic characteristic of the climate on the region. In this context, it is the next objective of this study to obtain quantitative data in Karadağ glacier deposits -a new glaciated area in Turkey- by using cosmogenic dating method*

*and to contribute to the modelling of Quaternary climatic conditions of our country by linking these data with local climatic conditions. Within this context, 20 samples were taken for the cosmogenic <sup>36</sup>Cl dating method from frontal and lateral moraines in Karadağ and a project was designed to provide the necessary financial support for the dating.*

## ORCID

Cihan Bayrakdar  <https://orcid.org/0000-0001-5542-700X>

Zeynel Çılğın  <https://orcid.org/0000-0002-8132-8774>

Faize Sarıç  <https://orcid.org/0000-0002-1721-4959>

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Akçar, N., Yavuz, V., Yeşilyurt, S., Ivy-Ochs, S., Reber, R., Bayrakdar, C., Kubik, P.W., Zahno, C., Schlunegger, F. ve Schlüchter, C. 2017. A synchronous Last Glacial Maximum across the Anatolian peninsula. In: Hughes, P. D. & Woodward, J. C. (eds) Quaternary Glaciation in the Mediterranean Mountains. Geological Society, London, Special Publications, 433. First published online 11 December, 2015.
- Almazroui, M. ve Awad, A. M. 2016. Synoptic regimes associated with the eastern Mediterranean wet season cyclone tracks. Atmospheric Research. 180, 92–118.
- Avşarcan, B. 1999. “Fethiye Körfezi Kuzeyindeki Dağlık Kesimde Jeomorfoloji Araştırmaları”, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Dergisi, ss.325-56.
- Bayrakdar, C. 2012. Akdağ Kütlesi'nde (Batı Toroslar) Karstlaşma-Buzul İlişkisinin Jeomorfolojik Analizi. İstanbul Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Doktora Tezi, p. 201
- Bayrakdar C., Çılğın Z. Doker M.F., Canpolat E. 2015a. “Evidence Of An Active Glacier In The Munzur Mountains, Eastern Turkey”, Turkish Journal of Earth Sciences, vol.24, pp.56-71.



- Bayrakdar C., Akçar N., Görüm T., Ivy-Ochs S., Vockenhuber C.. 2015b. "Glacio-Karstic And Chronological Evolution Of The Akdağ Rockslide (Sw Turkey)", EGU General Assembly 2015, Viyana, AVUSTURYA, 12-17 Nisan 2015, pp.1-1
- Bayrakdar C., Akçar N. , Görüm T., Ivy-Ochs S., Vockenhuber C., 2015c. "Morphology And Chronology of The Akdag Landslide (SW Turkey)", XIX INQUA 2015, Nagoya, JAPONYA, 26 Temmuz - 2 Ağustos 2015, pp.140-140.
- Bartzokas, A., Metaxas, D. A. ve Ganas, I. S. 1994. Spatial and temporal sea-surface temperature covariances in the Mediterranean. *International Journal of Climatology*. 14, 201-213.
- CLIMATE-DATA. 2017. Link: <https://tr.climate-data.org/location/26526/> (Erişim: 06/08/2017).
- Çiner, A. (2003). Türkiye'nin Güncel Buzulları ve Genç Kuvaterner Buzul Çökelleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni Cilt 46, Sayı 1* , 55-78.
- Doğan, M. 2011. "Sandıras Dağı'nda (Muğla) Buzullaşma Ve Buzul Şekilleri", *Ege Coğrafya Dergisi*, 20/1(2011), 29-52.
- Doğu, A. F. 1993. "Sandıras dağındaki buzul şekilleri", *Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, Ankara Üniversitesi, 263-274.
- Doğu, A. F., Çiçek, I., Gürgen, G., Tunçel, H. 1999. "Akdağ'ın jeomorfolojisi ve bunun beşeri faaliyetler üzerindeki etkisi (Fethiye-Muğla)", *Ankara Üniversitesi, Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 7, 95-120.
- Dönmez Y. 1990. Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları, İst. Üniv. Yay No:3648, Ed. Fak. Yay. No: 3248, İstanbul.
- Erinç, S., 1971. Jeomorfoloji II (Genişletilmiş 2. Baskı). İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları, No: 23, İstanbul.
- Flaounas, E., Raveh-Rubin, S., Wernli, H., Drobinski, P. ve Bastin, S. 2015. The dynamical structure of intense Mediterranean cyclones. *Climate Dynamics*. 44,2411-2427.
- Flocas, H.A., Simmonds, I., Kouroutzoglou, J., Kevin, K., Hatzaki, M., Bricolas, V. ve Asimakopoulos, D. 2010. On cyclonic tracks over the eastern Mediterranean. *Journal of Climate*. 23, 5243-5257.
- Hubbard, B. ve Glasser, N. 2005. *Field Techniques in Glaciology and Geomorphology*. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.
- Lolis, C. J., Bartzokas, A. ve Metaxas, D. A. 1999. Spatial covariability of the climatic parameters in the Greek area. *International Journal of Climatology*. 19, 185-196.
- Louis, H.L. 1944. "Evidence for Pleistocene glaciation in Anatolia (in German)", *Geologische Rundschau*, 34 (7-8), 447-481.
- Maheras, P., Flocas, H. A., Patrikas I. ve C. Anagnostopoulou 2001. A 40 year objective climatology of surface cyclones in the Mediterranean region: Spatial and Temporal distribution. *International Journal of Climatology* 21, 109-130.
- Messerli, B. 1967. "Die eiszeitliche und die gegenwärtige Vergletscherung in Mittelmeerraum", *Geographica Helvetica*, 22, 105-228.
- MGM. 2017. Link: [https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim\\_siniflandirmalari.pdf](https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari.pdf) (Erişim: 06/08/2017)
- Onde, H. 1952. Formes Glaciaires dans le Massif Lycien de l'Akdağ. XIXe Congres Geologique International, Alger Fasc. XV, (s. 327-335).
- Philippson, A., 1915. *Reisen und Forschungen im westlichen Kleinasien*, Gotha, Petermanns Geogr. Mitteilungen Heft 1-5, 167-183.
- Planhol, X. 1953. Les Formes Glaciaires du Sandıras Dağ et la Limite Des Neiges Eternelles Quaternaires Dans le so de Anatolie. *Compte Rendu Sommaire de la Societe Geologique de France* , 263- 265.
- Planhol, X. ve İnandık, H. 1958. La Limite de La Glaciation Quaternaire Dans Le Massif du Yeşil Göl Dağ (Anatolie du Sud-Quest). *Review 4* , 33-35.
- Porter, S. C. 2001. Snowline Depression in the Tropics Druing the Last Glaciation. *Quaternary Science Reviews*, 20. , 1067-1091.
- 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., Haybat, H., Zreda, M. 2014. "An early advance of glaciers on Mount Akdağ, S W Turkey, before the global Last Glacial Maximum; insights from cosmogenic nuclides and glacier modeling", *Quaternary Science Reviews*, 88, 96-109.

- Sarıkaya, M.A, Çiner, A. 2015. The Late Quaternary glaciations in the Eastern Mediterranean, In: Quaternary Glaciation in the Mediterranean, Editors: Philip D. Hughes and Jamie C. Woodward, Geological Society of London, Special Publications, 433,
- Sarıkaya, M.A., Çiner, A. 2017. Late Quaternary glaciations in the eastern Mediterranean. In: Hughes, P. D. & Woodward, J. C. (eds) Quaternary Glaciation in the Mediterranean Mountains. Geological Society, London, Special Publications, 433. First published online 11 December, 2015.
- Sarış F., Hannah D.M. ve Eastwood W.J. 2010. Spatial Variability Of Precipitation Regimes Over Turkey. Hydrological Sciences Journal. 55, 234-249.
- Şenel, M. 1997. 1/250.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları no:2 , Fethiye paftası. Ankara: MTA.
- Trigo, I. F., Davies T. D. ve Bigg, G. R. 1999. Objective climatology of cyclones in the Mediterranean Region. Journal of Climate 12, 1685-1696.
- Trigo, I. F., Bigg G. R. ve Davies, T. D. 2002. Climatology of Cyclogenesis Mechanisms in the Mediterranean. Monthly Weather Review 130, 549-569.
- Turoğlu, H. 2015. "Tarihlandırılmış Bazı Jeomorfolojik Verilere Dayandırılan, Anadolu'nun Kuvaterner İklim Özellikleri Rekonstrüksiyonu" Prof. Dr. h.c. İbrahim ATALAY'ın 45. Meslek yılına armağan Kitabı, Recep Efe,(Ed.) pp.75-102, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Türkeş M., Koç T ve Sarış F. 2008. Spatiotemporal Variability Of Precipitation Total Series Over Turkey. International Journal Of Climatology. 29: 1056-1074.
- Ulbrich, U, Leckebusch, G.C. ve Pinto, J.G. 2009. Extratropical cyclones in the present and future climate: a review. Theoretical and Applied Climatology. 96,117–131.
- Xoplaki, E., Luterbacher, J., Burkard, R., Patrikas, I. ve P. Maheras 2000. Connection between the large-scale 500 hPa geopotential height fields and precipitation over Greece during wintertime. Climate Research. 14, 129-146.

