

Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi

Journal of Geomorphological Researches

© Jeomorfoloji Derneği

www.dergipark.gov.tr/jader

E - ISSN: 2667 - 4238



Araştırma Makalesi / Research Article

KOVACIK, EMERDİN VE DUMANLI DAğLARI'INDA (BATI TOROSLAR) GEÇ PLEYİSTOSEN BUZULLAşMALARINI

Late Pleistocene Glaciations in Kovacık, Emerdin And Dumanlı Mountains (Western Taurus)

Zeynel ÇILęİN^a, Cihan BAYRAKDAR^b, Ferhat KESERCİ^c, Ergin CANPOLAT^d

^a Munzur Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Tunceli
zeynelcilgin@munzur.edu.tr [id https://orcid.org/0000-0002-8132-8774](https://orcid.org/0000-0002-8132-8774)

^b İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, İstanbul
cihanbyr@gmail.com [id https://orcid.org/0000-0001-5542-700X](https://orcid.org/0000-0001-5542-700X)

^c Ardahan Üniversitesi, İnsani Bilimler ve Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Ardahan
ferhatkeserci24@gmail.com [id https://orcid.org/0000-0002-8653-6177](https://orcid.org/0000-0002-8653-6177)

^d Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Hatay
ergincanpolat@gmail.com [id https://orcid.org/0000-0003-2123-3551](https://orcid.org/0000-0003-2123-3551)

Makale Tariğçesi

Geliş 22 Ağustos 2023

Kabul 3 Ekim 2023

Article History

Received 23 August 2023

Accepted 3 October 2023

Anahtar Kelimeler

Buzul jeomorfolojisi, glasiyal sirk, kalıcı kar sınırı, Batı Toroslar

Keywords

Glacial geomorphology, glacial cirque, ELA, Western Taurus

Atıf Bilgisi / Citation Info

Çilęin, Z., Bayrakdar, C., Keserci, F. & Canpolat, E. (2023) Kovacık, Emerdin ve Dumanlı Dağları'ında (Batı Toroslar) Geç Pleyistosen Buzullaşmaları / Late Pleistocene Glaciations in Kovacık, Emerdin And Dumanlı Mountains (Western Taurus), Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi / Journal of Geomorphological Researches, 2023 (11): 137-159.

doi: 10.46453/jader.1348290

ÖZET

Anadolu'nun farklı bölgelerindeki yüksek dağ kütleleri Kuvaterner buzullaşmalarının etkisinde kalmış ve gelişen buzulların bazıları günümüze kadar ulaşmış, iklim değişikliği etkisiyle ortadan kalkan buzulların oluşturduğu yer şekilleri ise çoğu sahada korunmuştur. Türkiye'de literatürde henüz yer almamış farklı büyüklükte buzul sahalarının varlığı son yıllarda yapılan çalışmalarla ortaya konmaktadır. Bu çalışma da yeni buzullaşma sahalarının varlığını ortaya koyan bir yaklaşıma sahip olup, Batı Toroslar'da yer alan ve Antalya Körfezi'nin kuzeyinde bulunan Kovacık Dağı (2288 m), Emerdin Dağı (2405 m) ve Dumanlı Dağı (2311 m) üzerinde oluşan buzullaşmaları konu etmektedir. Bu kapsamda, Kovacık, Emerdin ve Dumanlı Dağları'ında Geç Kuvaterner buzullaşmalarının sonucu olarak ortaya çıkan başta sirk ve moren sırtları olmak üzere buzul morfolojisine ait izler topografya haritaları, insansız hava araçları ve detaylı arazi çalışmaları ile haritalanmış, hassas veriler üzerinde geçmişe ait buzul rekonstrüksiyonları ve kalıcı kar sınırı hesaplamaları yapılarak buzulların ulaşmış olduğu seviyeler ve buzullara ait özelliklerin ortaya konması amaçlanmıştır. Buradaki buzullaşmalar sirk buzullaşmaları tarzında olup, daha çok kuzeye bakan ve yarılmanın fazla olduğu yüksek yamaçlarda gelişmiştir. Kovacık Dağında 2, Emerdin Dağı'ında 3 ve Dumanlı Dağı'ında 2 olmak üzere toplam 7 sirk ve bu sirklerin önünde yer alan moren sırtlarından oluşan sınırlı buzullaşma izleri bulunmaktadır. Üç dağın toplam buzullaşma alanı ~ 2,87 km² olarak belirlenmiş, kalıcı kar sınırı Kovacık Dağı'ında ~1825 m; Emerdin Dağı'ında ~2055 ve Dumanlı Dağı'ında ~1840 m hesaplanmıştır. Kalıcı kar sınır değerleri Türkiye'de bilinen en alçak kalıcı kar sınırı seviyelerini oluşturmaktadır. Kovacık Dağı'ında buzul uzunluklarının yaklaşık 1500 m'ye kadar ve ortalama kalınlıklarının ~46 m'ye ulaştığı belirlenmiştir. Kovacık 1 (Çeşgar) Sirk'i'nde bulunan buzul ~1640 m seviyesine kadar inmiştir. Emerdin Dağı ise buzulların ortalama kalınlıklarının ~50 m'ye ulaştığı, Kızılsirt Sirk'i'nden çıkan buzul dilinin ~1760 m seviyesine kadar indiği belirlenmiştir. Dumanlı Dağı'ında ise buzulların, ortalama kalınlıklarının ~35 m'ye ulaştığı ve Dumanlı 1 Sirkinden çıkan buzul dilinin ~1600 m seviyesine kadar indiği anlaşılmıştır.

ABSTRACT

High mountain ranges in various regions of Anatolia were under the influence of Quaternary glaciations, and some of the glaciers that developed have survived to the present day, while the landforms formed by glaciers that disappeared due to climate change have been preserved in most areas. The existence of glacier fields of different sizes in Turkey, which have not yet been reported in the literature, has been revealed by studies carried out in recent years. This study has an approach that reveals the existence of new glaciation areas and focuses on glaciations on Kovacık (2288 m), Emerdin (2405 m) and Dumanlı (2311 m) mountains, which are located in Western Taurus Mountains and north of Antalya Gulf. In this context, the traces of the glacial morphology, especially the cirque and moraine ridges, formed as a result of the Late Quaternary glaciations in Kovacık, Emerdin and Dumanlı Mountains were mapped with detailed field

studies, unmanned aerial vehicles and topographic maps, and it was aimed to reveal the elevations reached by the glaciers and the characteristics of the former glaciers by making glacier reconstructions and equilibrium line altitude (ELA) estimations on sensitive data. The glaciations are in the form of cirque glaciations and glaciers developed mainly on the high north-facing slopes where the cleavage is high. There are a total of 7 cirques, 2 on Kovacık Mountain, 3 on Emerdin Mountain and 2 on Dumanlı Mountain, and limited traces of glaciation consisting of moraine ridges in front of these cirques. The total glacier area of the three mountains was found to be ~2.87 km², and the ELAs was calculated to be ~1825 m on Kovacık, ~2055 m on Emerdin, and ~1840 m on Dumanlı. The ELA values represent the lowest known ELA values in Turkey. In Mt. Kovacık, glacier lengths have been measured up to approximately 1500 m and average thicknesses up to ~46 m. The glacier of Kovacık 1 (Çeşgar) cirque has descended to ~1640 m. On Mt. Emerdin, the average thickness of the glaciers was found to be ~50 m and the tongue of Kızılsirt cirque descended to ~1760 m. On Mt. Dumanlı, the average thickness of the glaciers was found to be ~35 m and the tongue of Dumanlı 1 cirque descended to ~1600 m.

© 2023 Jeomorfoloji Derneği / Turkish Society for Geomorphology
Tüm hakları saklıdır / All rights reserved.

1.GİRİŞ

Türkiye Kuvaterner buzullaşmalarının etkisinde kalmış, Anadolu'nun farklı bölgelerindeki yüksek alanlarda gelişen buzulların bazıları günümüze kadar ulaşmış, iklim değişikliği etkisiyle ortadan kalkan buzulların oluşturduğu yer şekilleri ise çoğu sahada korunmuştur. Türkiye'de buzul jeomorfolojisi çalışmaları, on dokuzuncu yüzyılda buzul gözlemlerine dayalı olarak başlamış ve son yıllarda kozmojenik yüzey tarihlendirmesi gibi niceliksel tarihlendirme yöntemleri, buzul ve paleoiklim çalışmalarını desteklemek için kullanılmıştır (Sarıkaya ve Çiner 2015 ve içindeki referanslar). Türkiye'de buzullaşmaya uğramış farklı bölgelerde yer alan dağlık alanlardan elde edilen kozmogenik yüzey tarihlendirme sonuçlarına göre, Geç Kuvaterner'de bilinen en eski buzul ilerlemesi MIS 4'te (71 bin yıl önce) başlamış ve MIS 3'ün sonuna kadar devam etmiştir (29-35 bin yıl önce) (Sarıkaya ve Çiner 2015). Daha yaygın ve şiddetli buzullaşmalar ise ağırlıklı olarak 21 bin yıl önce Son Buzul Maksimumu (SBM) döneminde gerçekteşmiştir. SBM'den sonra buzullar, Geç Buzul (19-13 bin yıl önce) ve Genç Dryas (13-11.7 bin yıl önce) dönemlerinde de ilerlemeler göstermiştir (Akçar vd., 2017; Sarıkaya ve Çiner 2017). Kuvaterner'de yaşanan iklim değişikliklerinin izlerini Anadolu'nun güneyini, batıdan doğuya kuşatan, yer yer kalın karbonatlı birimler içeren Toros Dağ Kuşağı üzerinde de bulunan glasiyal topografyadan anlamak mümkündür. Batı Toroslar'da Geç Pleyistosen'e ait glasiyal topografya izleri taşıyan 14 adet dağ bulunmaktadır. Bu dağlar batıdan doğuya doğru; Sandıras, Karadağ, Akdağ (Kaş), Beydağları, Davraz Dağı, Barla Dağı, Dedegöl Dağı, Dumanlı Dağı, Emerdin Dağı, Bozburun Dağı, Kovacık Dağı, Geyik Dağları, Kuşak Dağı ve

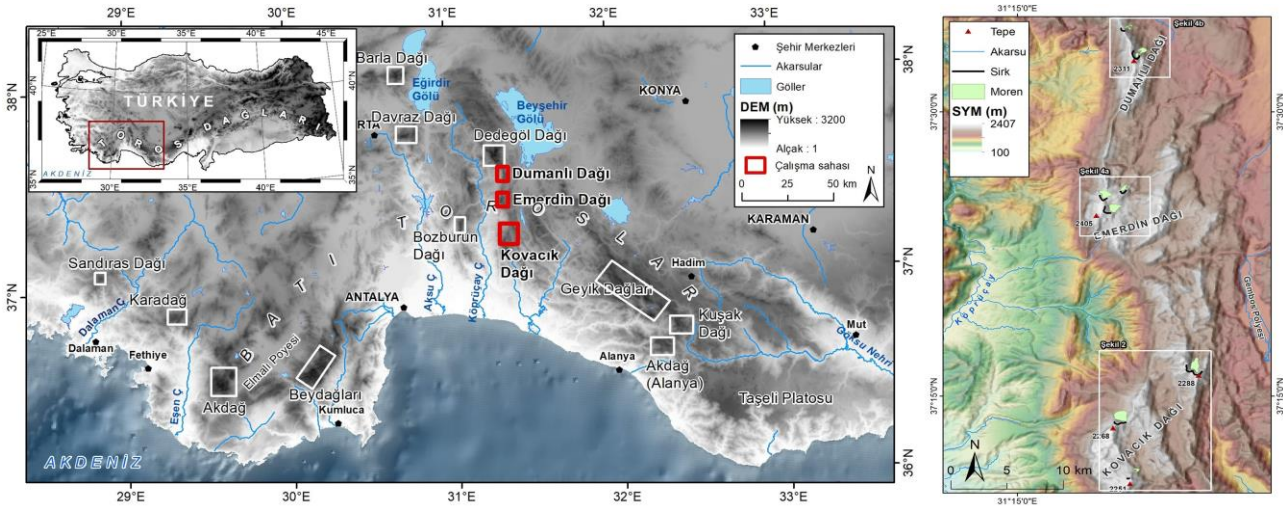
Akdağ (Alanya)'dır (şekil 1). Bu dağlarda, gerek jeomorfolojik çalışma ve gerekse de bu jeomorfolojik çalışmalar içerisinde buzul morfolojisinin detaylı analizleri ve morfometri çalışmaları yapılmıştır. Batı Toroslar'da buzullaşmaya uğramış dağlardan en batıda Sandıras Dağı bulunmaktadır. Akdeniz'e olduğuca yakın mesafede olan Sandıras Dağı'nın kuzeyinde üç vadide buzul jeomorfolojisine ait aşınım ve birikim şekilleri bariz bir şekilde görülebilmektedir (Philipson, 1915; Planhol, 1953; Messerli, 1967; Erinç, 1971; Doğu, 1993; Sarıkaya vd., 2008; Doğan, 2011). Sandıras Dağı'nın 45 km güneydoğusunda Karadağ'da iki gelişmiş buzul vadisi, farklı büyüklükte ve yönlerde gelişmiş altı sirk ve bunların önlerinde 1800 m seviyelerine inen cephe ve tümseksi (hummocky) morenleri gözlenmiştir (Bayrakdar vd., 2017a; Altınay vd. 2019; Çılığın ve Bayrakdar, 2020, Evans vd. 2021). Batı Toroslar'da diğer bir buzullaşma alanı Akdağ'dır. Akdağ ile ilgili Onde (1952), Planhol ve İnadık (1958), Doğu vd. (1999a, b), Bayrakdar (2012), Sarıkaya vd. (2014) ve Bayrakdar vd. (2017b) tarafından buzul araştırmaları ve buzullaşmaların tarihlendirmelerine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Beydağları'nda gerçekteşen buzullaşmalar Louis (1944), Messerli (1967), Çılığın ve Bayrakdar (2020), Evans vd. (2021) çalışmalarında konu edilmiştir. Eğirdir Gölü'nün batı ve güneybatısında Kuvaterner'de buzullaşmaya maruz kalmış iki dağ (Barla ve Davraz Dağı) Ardos (1977) ve Ardos (1974-1977) tarafından incelenmiştir. Dedegöl Dağı buzullaşmaları ile ilgili olarak Zahno vd. (2009), Çılığın (2012, 2015), Köse vd. (2019), Candaş vd. (2020), Çılığın ve Bayrakdar (2018), Evans vd. (2021) tarafından buzul

tarihlendirmesi, buzul jeomorfolojisi ve sirk morfometrisi çalışmaları yapılmıştır. Türkiye'nin en yaygın tmseksi morenlerinin (hummocky moraines) bulunduğu Geyik Dağları'nda Arpat ve özgül (1972), iner vd. (1999, 2015), Sarıkaya vd. (2017) tarafından dağdaki buzullaşmaları konu edinen çalışmalar yapılmıştır. Geyik dağlarının güneydoğusunda ve Alanya ilçesinin kuzeybatısında yer alan Akdağ da ise Bayrakdar vd. (2020) tarafından çok sayıda sirk, moren ve kaya buzulu keşfi yapılmıştır.

Türkiye'nin buzul ve buzullaşmaya uğramış sahaların envanteri büyük ölçüde tamamlanmış olarak düşünülse de literatürde henüz bahsi geçmeyen farklı büyüklükte buzul sahalarının varlığı son yıllarda yapılan çalışmalarla ortaya konmaya devam etmektedir (Bayrakdar vd., 2015, Bayrakdar vd., 2017a, Bayrakdar vd., 2020).

Batı Toroslar'da glasiyal izlerin bulunduğu 14 dağ ve/veya dağ sırası üzerinde çok çeşitli jeomorfolojik çalışma ve bu jeomorfolojik çalışmalara kapsamında buzul morfolojisinin detaylı analizleri ve morfometri çalışmaları yapılmıştır (rn. Evans vd., 2021). Morfometrik çalışmaların yanında belli bazı çalışmalarda ise konunun iklim boyutunun ayrıntıdan uzak ve

olduğa genel bir yaklaşım içinde değerlendirilmiştir (rn. Louis, 1944; Messerli, 1967). Bunlardan, Pleyistosen buzullaşmalarının izlerinin net ve yaygın bir şekilde grldğu ve birbirlerine yakın konumlanmış dağlık alanların varlığı yeni yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Bunlardan, Bozburun Dağı Canpolat (2022) tarafından jeomorfolojik, morfometrik ve klimatik yönlerden incelenmiş; Kovacık Dağı, Emerdin Dağı, Dumanlı Dağı ise Evans vd. (2021) tarafından sirk morfolojisi açısından ele alınmıştır. Bu alışma, Batı Toroslar'da yer alan birbirlerine yakın konumlanmış Kovacık Dağı, Emerdin Dağı ve Dumanlı Dağı'nda Geç Pleyistosen buzullaşmalarının buzul jeomorfolojisi, klimatoljik özellikler, buzul rekonstrüksiyonu ve kalıcı kar sınırı tespiti gibi hususlarını ortaya koymayı amaçlayan bir yaklaşıma sahiptir. Bu kapsamda adı geçen dağlarda buzul morfolojisine ait izlerin topografya haritaları, insansız hava araçları (İHA'lar) ve detaylı arazi çalışmaları ile haritalanması, hassas veriler üzerinde geçmişe ait buzul rekonstrüksiyonları yapılarak buzulların ulaşmış olduğu seviyeler ve buzullara ait özelliklerin belirlenmesi hedeflemiştir.



şekil 1: Batı Toroslar'da Kuvaterner buzullaşmalarının grldğu alanlar ile Dumanlı, Emedin ve Kovacık Dağlarının konumu / **Figure 1:** Quaternary glaciated areas in the West Taurus and the location of Dumanlı, Emedin and Kovacık Mountains.

1.1. Çalışma Sahasının Lokasyon zellikleri

Çalışma sahası Türkiye'nin güneybatısında Antalya Körfezi ile Beyşehir Gölü arasında, Konya, Antalya ve Isparta il sınırlarının keşiştiği bölgede ve Batı Toroslar dağ kuşağı içinde birbirine yakın konumda olan ve Antalya

Körfezi'nin kuzeyinde yer alan Dumanlı, Emerdin ve Kovacık Dağları'nı kapsamaktadır.

Dumanlı Dağı (37.5462° K - 31.3437° D), Dedegöl Dağı'nın güneyi boyunca bir bel kemiği gibi uzanır. Ayrı bir dağ olmaktan ziyade, Dedegöl Dağı'nın bir uzantısı olarak devam eder. Dumanlı Dağı litolojik olarak karbonatlı

birimlerden oluşmuştur. Dumanlı Dağı doğuda (~1300 m.s.l.) ve batıda (~ 1100 m.s.l.) ovalar arasında uzanır ve genişliği yaklaşık 3 km'dir. En yüksek noktası 2311 m ykseklige ulaşır.

Emerdin Dağı (37.4098° K - 31.3136° D) yine Dedegöl Sıradağları'nın uzantısı durumunda olup, Dumanlı 10 km güneyinde yer alır. Emerdin Dağı da karbonat kayalardan oluşmuştur. En yüksek noktası batıda ~1100 m doğuda ~1600 m ykseklige sahip ovalar arasında 2405 m yükselir.

Kovacık (Melik) Dağı (37.2693° K - 31.3956° D), Büyük Dedegöl Dağları'nın daha güneydeki parçası olarak Emerdin Dağı'nın güneyinde yer alır. Sıradağlar esas olarak karbonat kayalardan oluşan iki bölüme sahiptir. Kuzeydeki Melik Dağı olarak da adlandırılır ve 2288 m ykseklige ulaşır. Sıradağların doğusunda nispeten alçak iki polye bulunmaktadır. Kuzeyde Melik Dağı'nın doğusunda yer alan ve Gembos Polye olarak adlandırılan polye ~1200 a.s.l. yksekliginde, Kovacık Dağı'nın doğusunda yer alan ve Eynif Polye olarak adlandırılan polye ise ~950 a.s.l. yksekliginde yer alır.

Çalışma alanında bulunan Dumanlı, Emerdin ve Kovacık Dağları Toros karstına karakteristiğini veren, çok dönemli-çok kökenli, yoğun karsta ait tüm Őekillerin, yanal ve düşey doğrultuda kesintisiz büyük boyutlara ulaştığı Orta Toroslar karst alanında yer almaktadır (Nazik ve Poyraz 2017). Bahsi geçen dağlar 2300 metre ve üzerinde çok sayıda zirve barındıran yüksek karstik bir kütlelerdir. Litolojik olarak dağların çok büyük bir bölümü karstlaşmaya uygun Mesozoyik neritik kireçtaşlarından oluşur. Bundan dolayı çalışma sahasında yoğun bir Őekilde karstik Őekilleri görmek mümkündür (Şekil 2, 4). Sahada en fazla görülen karstik Şekil dolinler olarak göze çarpar. Dağların yüksek kesimleri büyük oranda dolinlerden oluşur ve bu dolinlerin uzun eksenleri zaman zaman 2-3 km'yi geçer. Yine dolinlerin derinleri çoğunlukla 10-30 metre dolaylarında olsa da 60 m derinlige ulaşan dolinleri çalışma sahasındaki dağlarda görmek mümkündür (Şekil 2, 4). Yine, Kovacık Dağı'nda Oyluk Tepe ve Çeşgar Tepe arasında KKB-GGD doğrultuda 10 km uzunluğa ulaşan ve yer yer 100 m derinlige ulaşan dolinlerin olduğu bir karst platosu da yer alır.

Tablo 1: Çalışma alanında bulunan dağların zellikleri / **Table 1:** Characteristics of the mountains in the study area.

Dağ	Sirk Sayısı	Konum	Zirve (m)	Litoloji	Kıyıda Uzaklık	LGM ELA (m)
Dumanlı	2	37.5462° N 31.3437° E	2273	Karbonatlar	82	1925*
Emerdin	3	37.4098° N 31.3136° E	2405	Karbonatlar	66	2057*
Kovacık (Melik Dağı)	2	37.2693° N 31.3956° E	2288	Karbonatlar	46	1925*

*Mevcut çalışmamıza göre.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Arazi Çalışmaları: Bu çalışma kapsamında ilk olarak 2020-2021 yılları yaz döneminde Antalya ve Konya il sınırlarını kapsayan bir arazi çalışması yapılmıştır. Bu kapsamda daha önce buzullaşma olgusuna dair çalışma yapılmamış Kovacık Dağı, Emerdin Dağı, Dumanlı Dağı'nda jeomorfolojik haritalamalar için gözlemler yapılmıştır.

Jeomorfolojik Haritalamalar: Jeomorfolojik haritalama çalışmalarında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) yöntemlerinden faydalanılmıştır. Bu kapsamda, CBS ve UA için veri kaynaklarını 1:25,000 çekli topografya ve jeoloji haritaları, Sayısal Yükselti

Modeli (SYM / DEM), Harita Genel Müdürlüğü'nden temin edilen 5 m çznrlkkl Sayısal Yüzey Modelleri (DSM) ile arazi çalışmaları sonucunda toplanılmış meknsal veriler oluşturulmuştur. Jeomorfolojik haritalamalarda günümüzde araştırmacılar için kolay erişilebilir hale gelen İnsansız Hava Araçlarından (İHA) faydalanılmıştır. İHA'lar saha çalışmalarında araziye farklı açılardan görmek ve erişmesi zor olan sahalarda hakkında bilgi toplamak için kullanıldığı gibi önceden belirlenmiş rotalarda doksan derecelik açıyla ve bindirmeli Őekilde görüntü alımı gerçekleştirilmekte ve bu verilerden detaylı ortofotolar ve sayısal yükselik modelleri üretilmesinde kullanılmıştır. İHA aracılığıyla

Üretilen verilerin hassasiyetleri birkaç santimetreye kadar dşebilmesinden ötürü çalışmalar sonucunda elde edilen veriler ve haritalar, uydu görüntülerinin ve topografik haritaların erişemediği çözünürlükte ve yüksek doğrulukta olmuştur.

Klimatolojik Analizler: Çalışma sahası ve çevresinin iklimsel özelliklerini ortaya koymak için Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'den yakında bulunan meteoroloji istasyonlarına ait veriler edinilmiştir. Elde edilen bu meteorolojik veriler ile tüm istasyonlara ait sıcaklık ve yağış grafikleri oluşturulmuştur. Yine evre il ve ilçelere ait meteoroloji istasyon verilerine ek olarak elde edilen meteoroloji istasyon verileri ile Batı Toroslar Bölümü için yağış ve sıcaklık dağılış haritası oluşturulmuştur. Bu analizler ve oluşturulan grafikler neticesinde çalışma sahası ve çevresinin klimatolojik özelliklerinin ortaya çıkarılmış ve yorumlanmıştır.

Morfometrik Analizler: Çalışma kapsamında sirk morfometrisi, paleo-buzul rekonstrüksiyonu ve peleo-ELA hesaplamaları gerçekleştirilmiştir.

Sirk Morfometrisi: Sirklerin sınırlarının belirlenmesi ve morfometrik özelliklerinin incelenmesinde Evans ve Cox (1974, 1995), Evans (2006), Mndrescu vd. 2010, Barr ve Spagnolo (2015) tarafından belirlenen sirk parametrelerinin ölçülmesi ve hesaplanmasını içeren bir yöntem izlenmiştir.

Çalışma alanındaki sirklerin sınırları aşağıdaki belirtilen aşamalar takip edilerek belirlenmiştir:

1. CBS yazılımlarından ArcGIS 10.8 programı kullanılarak, 1/25000 ölçekli topografya haritalarına ait sayısal izohipler (10 m aralıklı) ile sayısal yükselti modeli (SYM) oluşturulmuştur.
2. Oluşturulan sayısal yükselti modeli kullanılarak gölgelendirme (hillshade) ve eğim (slope) haritası elde edilmiştir.
3. Raster formatında oluşturulan eğim haritasından, ayrıca "kontur" ve "classified" olarak eğim değerleri elde edilmiştir.
4. ArcGIS 10.8 programında SYM, hillshade, izohips ve slope aktif durumdayken sirklerin sınırları, literatürde ifade edilen kriterler doğrultusunda çizilmiştir.
5. Sirk duvarları, sırtlar üstünde dış bükey gidişli izohipler ile sirklerin içine doğru uzanan

içbükey izohiplerin oluşturduğu sınır üzerinde eğimin 27° olduğu kesimler takip edilerek geçirilmiştir (Evans ve Cox, 1995).

6. Sirk eşiğinin belirgin olmadığı yerlerde, sirk kavisli duvarlarının sonlandığı kesimden geçirmek üzere sınır çizilmiştir.

7. Taban ve duvarlar arasında sınırın belirgin olmadığı yerlerde, sınır 27° eğim değerine sahip noktalar dikkate alınarak çizilmiştir (Evans ve Cox, 1995).

Buzul Rekonstrüksiyonu: Trpleme sınırları, yan ve cephe morenleri gibi mevcut buzul geometrisini yansıtan morfolojik kanıtlar Paleo-buzul rekonstrüksiyonu uygulamalarında gerekli unsurlardır (Federici vd., 2008; Lukas, 2006; Pellitero vd., 2016; Rea ve Evans, 2007). Bununla birlikte çoğu buzul sahasında paraglasyal ve postglasyal süreçlerden dolayı buzul şekilleri bozulmuştur. Bunun sonucu olarak buzul şekilleri genellikle ortadan kaldırılmış veya buzul birikim sahasında sıklıkla grldğ gibi tahrip edilmiş halde bulunur (Dawson, 1979; Pellitero vd., 2016). Bu nedenle, paleo-buzul rekonstrüksiyonu için uygun yaklaşım, mevcut morfolojik kanıtlardan yararlanarak sayısal olarak oluşturulan rekonstrüksiyon yöntemlerini kullanmaktır. Bu sayısal yaklaşımlar, Nye'nın (1952a, 1952b) buzul akışı için formüle ettiği denklemlere dayanır ve eski buzul yatağı üzerinde buzul denge profili oluşturulması ile gerçekleştirilir.

Bu yöntem  varsayıma dayanmaktadır (Pellitero vd., 2016):

- i. Mevcut topografyanın paleobuzul dönemindeki ile aynı olması
- ii. Rekonstrüksiyonu yapılan buzulun iklimik olarak denge profilinde olması
- iii. Paleobuzulun kara üzerinde son bulması.

Bu alışmada Pellitero vd. (2016) tarafından mevcut koşulları taşıyan sahalarda buzul rekonstrüksiyonu için geliştirilen modelleme kullanılmıştır. Bu modelleme glasiyer rekonstrüksiyonu aracı (GlaRe) olarak tanımlanmıştır. Bu yarı otomatik yeni yöntem ArgGIS'te alışan Python kodlu bir araç kutusudur (toolbox) ve buzul rekonstrüksiyonunu oluşturmak için DEM kullanır. GlaRe araç kutusu, cephe morenleri veya buzul sınırları bilindiği sürece buzulların

geometrisini yeniden yapılandırmak için sayısal bir yaklaşımla çalışır (Pellitero vd., 2016). Bu yaklaşım, Benn ve Hulton (2010) tarafından ifade edilen buz reolojisi için mükemmel plastisite varsayımına göre tekrarlı çözüme dayanmaktadır ve minimum morfolojik kanıtlarla bile çalışabilmektedir (örn, paleobuzulun frontal pozisyonu, lateral moren veya trimline).). GlaRe, buzul kalınlığını kullanıcılara üç parametreyi belirleme imkânı tanımaktadır: bazal makaslama kuvveti, şekil faktörü (F factor) ve enterpolasyon yöntemi. Bu çerçevede paleoglasyer akış hattı boyunca standart buzul akış yasası uygulanarak ve enterpolasyon metotları kullanılarak 3 boyutlu paleoglasyer yüzeyi ve buzul kalınlığı elde edilebilir.

Buzul rekonstrüksiyonu ilk olarak moren, törpüleme sınırı gibi glasyal delillere dayanan buzulların aşağı sınırlarında başlatılmış ve sonrasında sirk, buzul vadisi, törpüleme sınırı ve moren gibi dağın üst bölümlerinde bulunan morfolojik birimlere uyumluluğu teyit edilmiştir.

Peleo-Ela Hesaplamaları: ELA (Equilibrium Line Altitude), yıllık buzul kütle dengesinin sıfır olduğu noktaların ortalama yükseklik değeridir (Porter, 2001). ELA, bir buzulun akümülyasyon ve ablyasyon bölgesini ayırır ve yaklaşık olarak kar çizgisi ile aynıdır ve yıllık kar birikiminin alt sınırını temsil eder (Cogley vd., 2011).

ELA hesaplamaları ArcGIS'e entegre edilen "ELA calculation" adlı araç kutusu bünyesinde yapılmıştır. Rekonstrüksiyon ile elde edilen paleoglasyer yüzeyini girdi olarak kullanarak "birikim alanı oranı" (accumulation area ratio=AAR), medyan buzul yüksekliği (median glacier elevation=MGE) ve alan-irtifa dengesi oranı (area-altitude balance ratio=AABR) yöntemleri ile ELA otomatik olarak hesaplanabilmektedir (Pellitero vd., 2015).

AAR yöntemi, paleo ELA hesaplamalarında en yaygın kullanılan ve gerçekçi sonuçlar veren yöntemlerden biridir (Pellitero vd., 2015). AAR yöntemi, denge profilindeki bir buzulun birikme alanının, buzulun toplam alanının belirli bir oranını temsil ettiğini (örneğin 0.65) ve bu birikim alanını büyük ölçüde iklim koşullarına ve buzulun kütle denge gradyanına bağlı olduğunu varsaymaktadır (Pellitero vd., 2015).

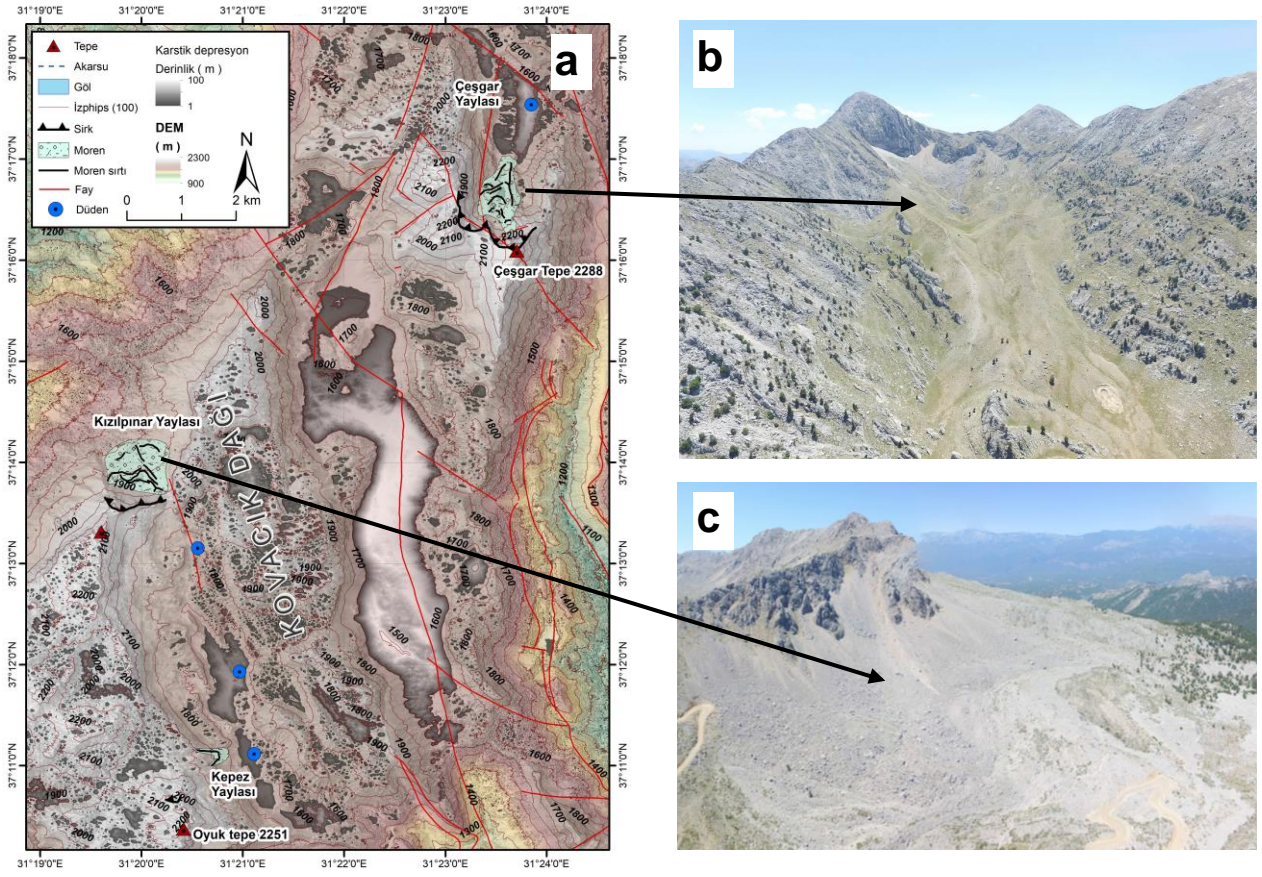
Denge profilindeki buzullar tipik olarak 0.5 ve 0.8 oranları arasında yer almaktadır (González-Trueba ve Serrano, 2008). Bununla birlikte, 0,67 oranı dağ buzulları için gerçeği daha iyi yansıtan bir değerdir (Kern ve Laszlo, 2010). AABR yönteminin bazen AAR yönteminden daha doğru olduğu düşünülmektedir. Çünkü eski buzulların hipsometrisi ile birikim ve ablyasyon gradyanları arasındaki orana dayanmaktadır (Rea, 2009; Pellitero vd., 2015). 1.67-2.2 aralığında AABR oranları, paleo ELA hesaplamaları için yaygın olarak kullanılmaktadır (Benn ve Lehmkühl, 2000; Benn ve Ballantyne, 2005; Ballantyne, 2007). Rea (2009) ampirik olarak tüm buzullar için en az hata oluşturması nedeniyle 1.69 AABR oranını önermiştir. Bu nedenle, bu çalışmada, yukarıdaki açıklamalar çerçevesinde ve Avrupa Alplerindeki güncel buzulları için hesaplanan 1.6 oranına (Rea, 2009) yakın olması nedeniyle çalışma sahasındaki dağlar için 1,69 oranı esas alınmış ve ayrıca AAR 0,67 ile AABR 2.2 oranı da karşılaştırmak için kullanılmıştır.

3. BULGULAR

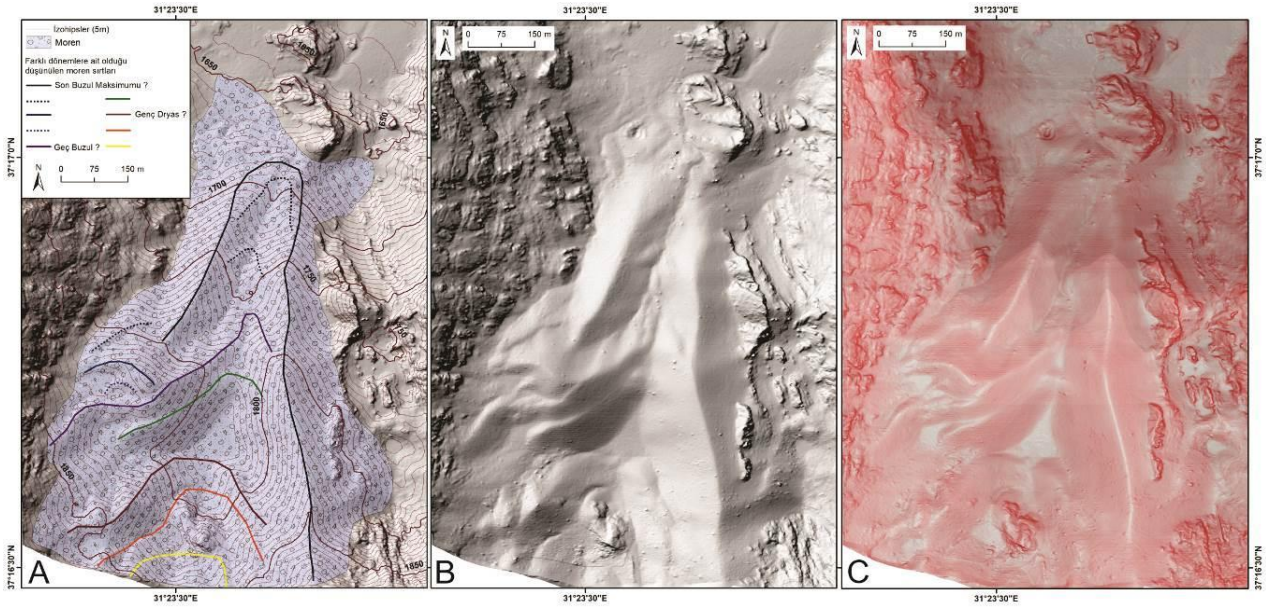
3.1. Buzul Jeomorfolojisi

Çalışma sahasında yer alan Kovacık, Emerdin ve Dumanlı Dağları'nda Geç Pleyistosen dönemi ile ilişkilendirebileceğimiz buzullaşmalara maruz kalmıştır. Buzullaşma olgusu sirk buzullarının yapmış olduğu aşındırma faaliyetlerine bağlı olarak gerçekleşmiş ve bunun sonucunda sirk çanağı, sirk duvarında törpülenme-aşınma izleri ve moren sırtlarından oluşan bir morfoloji ile buzul faaliyeti sonucu oluşan izler günümüze ulaşmıştır.

Çalışma kapsamında ele alınan buzullaşmaya uğrayan dağlardan ilki, Bozburun Dağı'nın 30 km kadar doğusunda kuzey-güney 20 km kadar uzanış gösteren Kovacık Dağı'dır (Şekil 2). Karbonatlardan oluşan ve 2268 m zirveye sahip dağda 2 sirk yer alır. Kovacık Dağı'nın kuzeyinde Çeşkar Tepe (2288m) (Şekil 2, 3) kuzeyinde gelişen sirk bu alandaki en çarpıcı sirklerden biridir. Bu sirk ve 1600 m tabana sahip ve çevresi en alçak 1700 m yükseltilerle çevrelenmiş karstik bir depresyon içerisinde gelişmiştir. Bu sirk önünde 1650 m seviyelerine kadar inen çok sayıda çekilme moreni (9) tespit edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 2: Kovacık Dağı'nın buzul jeomorfoloji haritası (a), Çeşkar yaylasındaki (b) ve batı yamaçtaki Kızılpinar yaylasındaki buzullaşmış sahalara (c) İHA ile bakış / **Figure 2:** Glacial geomorphology map of Kovacik Mountain (a), UAV view of glaciated areas in Ceskar plateau (b) and Kizilpinar plateau on the western slope (c).



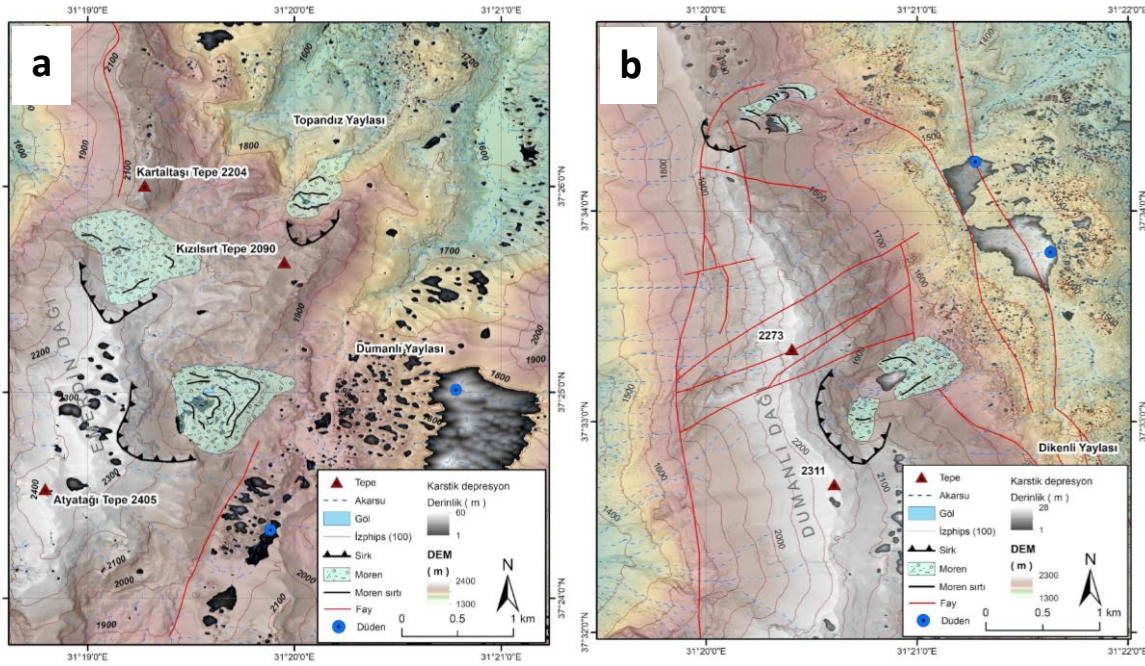
Şekil 3: Çeşkar Tepe kuzeyindeki sirk içerisinde gelişen morenlerin İHA verileri kullanılarak hazırlanan jeomorfoloji (A), gölgelendirme (B) ve kırmızı rölief (C) haritaları / **Figure 3:** Geomorphology (A), shading (B) and red relief (C) maps of the moraines in the cirque north of Ceskar peak developed from UAV data.

Buzullaşmaya uğrayan ikinci dağ, Kovacık Dağı'nın kuzeyinde yer alan ve kireçtaşlarından oluşan Emerdin Dağı'dır. Karbonatlardan oluşan ve 2405 m zirveye sahip Emerdin Dağı'nda kuzeye bakan yamaçlarda 2 ve doğuya bakan

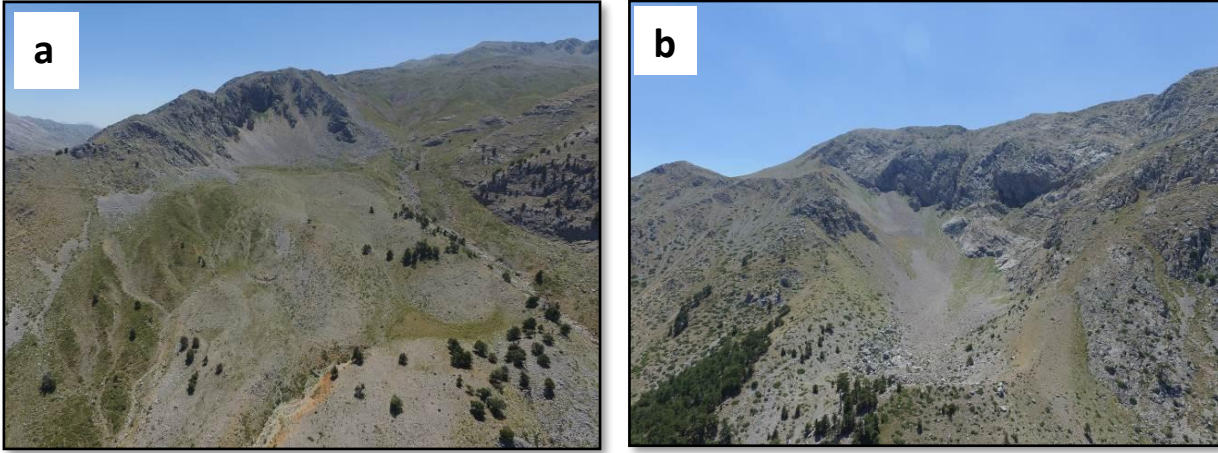
yamaçta 1 olmak üzere 3 adet sirk oluşumu gözlenmekte ve bu sirklerin önünde 1700 m seviyelerine inen morenler yer almaktadır (Şekil 4, 5) En kuzeyde, Beyşehir Gölü'nün güney-güneybatısında yer alan ve kireçtaşlarından

oluşan ve en yüksek noktası 2311m olan Dumanlı Dağı'nda ise (37°33' K, 31°20' D) 2 tane sirk bulunmaktadır (Şekil 4, 5). Bu sirklerin

nnde ise 1650 m seviyelerine inen morenler bulunur (Şekil 4).



Şekil 4: Emerdin (a) ve Dumanlı (b) Dağları'nın buzul jeomorfoloji haritaları / **Figure 4:** Glacial geomorphology maps of the Emerdin (a) and Dumanlı (b) mountains.



Şekil 5: Emerdin Dağı'ndaki Kızılsirt Tepe'nin kuzeyinde (a) ve Dumanlı Dağı'nda 2311m rakımlı tepenin doğu yamacındaki (b) sirkler ve önündeki gelişmiş morenler / **Figure 5:** Cirques and moraines to the north of the Kızılsirt peak in Mt. Emerdin (a) and on the eastern slope of the 2311 m high peak in Mt. Dumanlı (b).

3.2. Klimatolojik Analizler

Batı Toroslar'ın orta ve doğu bölümünü oluşturana ve Kuvaterner buzullaşmalarına maruz kalmış olan dağların iklim özelliklerinin günümüz perspektifinden irdelenebilmesi için öncelikli olarak dağların yakın çevresinde yer alan meteoroloji istasyon verileri değerlendirilmiştir. Bu bağlamda MGM'den elde edilen verilerden üretilen grafikler aracılığıyla, çalışma sahasının güncel iklim karakteriştiği yorumlanmıştır.

Batı Toroslar konumu gereği Akdeniz İklim Bölgesi içerisinde yer almakta ve meteorolojik parametrelerin yıl içindeki değişkenliği tipik olarak bu iklim bölgesinin özelliğini yansıtılmaktadır. Çalışma sahası içerisinde kalan Dumanlı, Emerdin ve Kovacık Dağları'na en yakın ve uzun dönemli ölçüm yapmış istasyonların rasat değerlerine bakıldığında en sıcak ay ortalaması Antalya'da 28.4 °C, Manavgat'da 28,1 °C ile Ağustos, Serik'te 28.5 °C, İbradi'de 25.7 °C, Sütçüler'de 24.3 °C ile Temmuz, en soğuk ay ise ortalama ise

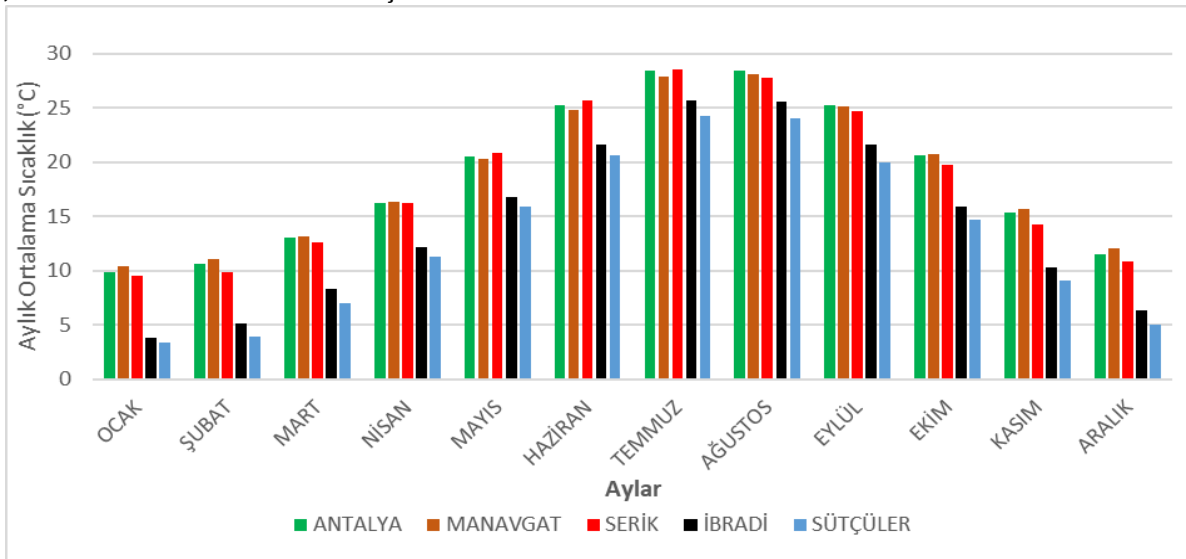
Antalya'da 9.9 °C, Manavgat'da 10.4 °C, Serik'te 9.5 °C, İbradi'de 3.8 °C ve Sütçüler'de 3.4 °C ile Ocak'tır (Şekil 6).

Antalya, Manavgat, Serik, İbradi ve Sütçüler istasyonları çalışma sahasına yakın ve uzun dönemli (30 yıl) rasat yapmış olmalarına rağmen sıcaklık özellikleri anlamında Dumanlı, Emerdin ve Kovacık Dağı'nın özelliklerini yansıtmaması açısından oldukça yetersiz kalmaktadır.

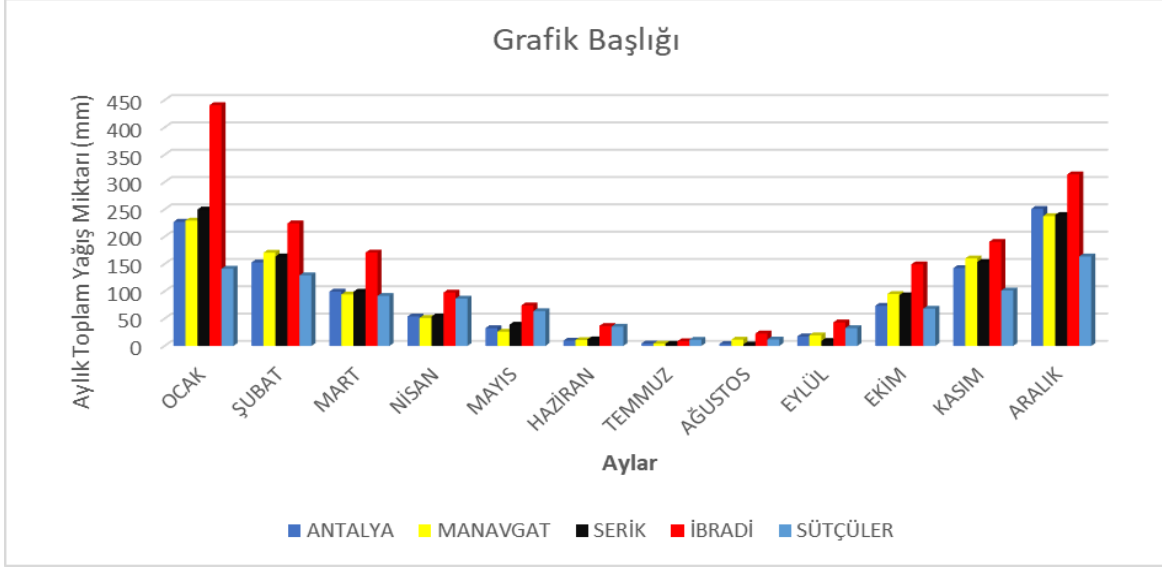
Bu istasyonların genel yağış klimatolojisine bakıldığında ise ortak yönlerinin yıllık yağış dağılımlarının belli bir mevsime ve/veya döneme sıkışmış olmasıdır. Bu istasyonlar için oluşturulmuş olan yağış grafiklerinde de görmek mümkündür. Antalya, Manavgat, Serik, İbradi ve Sütçüler istasyonlarında yıllık yağışın yarısından daha fazlası sonbahar sonları ve kış ayları içerisinde gerçekleşmektedir (Şekil 7). Yine mart ayından yani bahar aylarından itibaren yağışların frekanslarında ve yoğunluklarında önemli miktarlarda azalmalar meydana gelmektedir. İlkbahar sonları ve yaz aylarından itibaren ise yağışlarda önemli oranlarda azalmalar meydana gelmektedir. Örneğin Antalya'da yaz ayları içerisinde (haziran, temmuz ve ağustos) gerçekleşen yağışın toplamı 17.8 mm, Manavgat'da 26.4, Serik'de ise 18.4 mm, İbradi'de 68 mm ve Sütçüler'de 58.4 mm'dir. Buna karşılık kış ayları döneminde (Aralık, Ocak ve Şubat) Antalya'da da 631 mm, Manavgat'da 638 mm, Serik'de 653 mm, İbradi'de 980 mm ve Sütçüler'de 434

mm'dir. Bu değerler yıllık toplam yağışı 1068 mm olan Antalya'da, yıllık toplam yağışı 1110 mm olan Manavgat'da, yıllık toplam yağışı 1120 mm olan Serik'de, yıllık toplam yağışı 1842 mm olan İbradi ve yıllık yağış toplamı 937 mm olan Sütçüler'de yıllık yağışın önemli bölümü teşkil etmektedir (Şekil 7). Bu noktada ifade edilmesi gereken önemli husus ise bu istasyonları ve diğer çevre istasyonlarda da yağış klimatolojisi anlamında yağışın mevsimsel ve yersel değişkenliğinin oldukça kuvvetli olmasıdır.

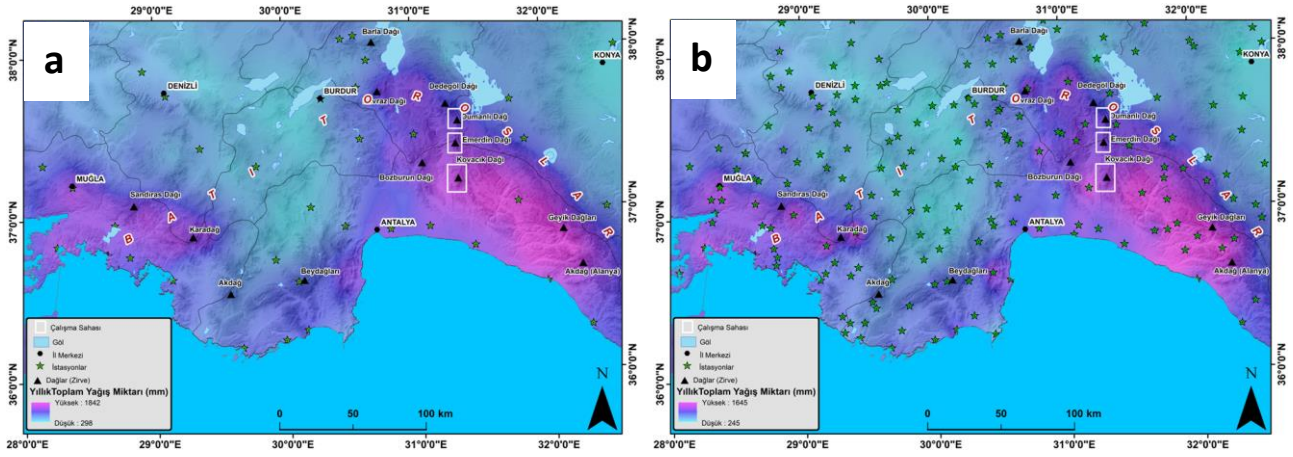
Bunun yanı sıra, MGM (Meteoroloji Genel Müdürlüğü)'den elde edilen, Türkiye'nin güneybatında yer alan ve Batı Toroslar Bölümü'nü de içine alan 30 yıldan daha uzun süreli rasat verisine sahip 60 adet meteoroloji istasyonu (Şekil 8a) ve son 10 yıllık rasat verisine sahip 210 meteoroloji istasyonu (Şekil 8b) (bunlardan bir kısmı Batı Toroslar'da dağlık kesimde bulunan köy ve beldelerde kurulu bulunmaktadır) verisinden yapılan yağış dağılım haritası üretilmiştir. Bizzat direkt ölçüm yöntemi ile ve çok daha fazla veri seti ile oluşturulmuş Şekil 8b'deki yağış dağılım haritasında, Şekil 8a'daki yağış dağılım özelliklerinin büyük ölçüde korunduğu ve yağışların özellikle dağların Akdeniz'e bakan güneybatı yamaçlar boyunca yoğunlaştığı görülmüştür. Yağışın yersel değişkenliğinin Toros Dağları'nın Akdeniz bölümünde yer alan kesimlerinde çok daha kuvvetli olmak üzere diğer kesimlerde de belirgin olduğunu söylemek mümkündür (Şekil 8).



Şekil 6: Antalya, Manvgat, Serik, İbradi ve Sütçüler istasyonları aylık sıcaklık ortalamaları / Figure 6: Monthly mean temperature of Antalya, Manvgat, Serik, Ibradi and Sütçüler stations.



Şekil 7: Antalya, Manavgat, Serik, İbradı ve Sütçüler istasyonları aylık toplam yağış ortalamaları / **Figure 7:** Monthly mean values of total precipitation for Antalya, Manavgat, Serik, İbradı and Sütçüler stations.



Şekil 8: Türkiye'nin güneybatısını kapsayan ve Batı Toroslar Bölümü'nü de içine alan uzun süreli (30 yıldan fazla) rasata sahip 60 meteoroloji istasyonunun (a) ve son 10 yıllık döneme ait rasat verisine sahip 210 meteoroloji istasyonu (b) verilerinden enterpole edilmiş yıllık toplam yağış dağılış haritaları / **Figure 8:** Distribution maps of total annual precipitation interpolated from data of 60 meteorological stations with long-term observations (more than 30 years) (a) and 210 meteorological stations with observations for the last 10 years (b) over southwestern Turkey, including the Western Taurus Mountains.

Yağış sürekli bir meteorolojik eleman olmadığı için değişkenliği oldukça yüksektir. Hem yağışın dönemi ve süresi açısından, hem de yağış miktarı olarak yıl içerisinde büyük farklılıklar gösteren yağış karakterini tanımlayabilmek için yaygın olarak kullanılan ve Dünya Meteoroloji Örgütü tarafından da iklim indisleri çerçevesinde önerilen bazı klimatolojik hesaplamalar yapılmıştır. Hesaplanan parametreler arasında yağışın yıl içerisinde hafif, orta ve kuvvetli gerçekleştiği günler ve bu günlerin yıl içerisindeki dağılımları oldukça önemlidir. Yukarıda ifade edildiği üzere çalışma sahasına oldukça yakın ve uzun dönemli meteorolojik rasat'a sahip 5 istasyonun verilerinde 10 mm üzerinde gerçekleşen orta

kuvvet olarak nitelendirilebilecek yağışların yine ifade edildiği üzere sonbahar sonları ve kış başlarında meydana geldiği yaz aylarında frekanslarının oldukça düştüğü görülmektedir. Antalya meteoroloji istasyonu verilerine bakıldığında 0,1- 10 mm kadar gerçekleşen yağış aralığında gerçekleşen hafif yağışların kış aylarında gün bazında 11.2 gün ile en yüksek seviyeye ulaşırken 0.52 gün ile Ağustos ayında en düşük seviyede gerçekleşmiştir (Tablo 2). Yine 10 mm üzerinde gerçekleşen orta kuvvetteki yağış aralığında sonbahar sonlarından itibaren artarak kış aylarında ve özellikle 5.07 gün ile aralık ayında zirveye ulaştığını ve aydan itibaren giderek bir azalma trendi ile 0,03 gün ile ağustos ayında en düşük

gün sayısına ulaşmıştır (Tablo 2). 50 mm üzerinde kuvvetli ve çok kuvvetli yağış skalasında ise benzer ve trende sahip olup 1.51 gün ile aralık ayında en yüksek gün sayısına ulaşmaktadır. Haziran ve eylül aylarında ise bu

istasyonda kuvvetli ve çok kuvvetli bir yağışın gerçekleşmediğini görebilmekteyiz. Bu şekilde ölçüm yapan Manavgat, Serik ve Sütçüler istasyonlarında da yapının oldukça benzer olduğu görölmektedir (Tablo 2).

Table 2: Antalya, Manavgat, Serik ve Sütçüler yıllık ortalama yağışlı gün sayısı grafiği / Table 2: Annual average number of rainy days in Antalya, Manavgat, Serik and Sütçüler.

ANTALYA												
	Ocak	şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
0,1 mm>	11,87	10,54	8,66	6,79	5,2	2,38	0,56	0,52	1,9	5,28	7,26	11,26
10 mm>	5,05	3,8	2,61	1,64	0,84	0,16	0,07	0,03	0,43	1,85	2,84	5,07
50 mm>	1,2	0,84	0,36	0,15	0,08	0,02			0,02	0,26	0,8	1,51
MANAVGAT												
	Ocak	şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
0,1 mm>	11,46	10,11	7,67	6,18	3,69	1,3	0,34	0,43	1,56	5	7,25	11,43
10 mm>	5,52	4,28	2,62	1,52	0,67	0,26	0,02	0,08	0,41	2,15	3,54	5,77
50 mm>	1,05	0,51	0,23	0,03	0,02			0,03	0,02	0,3	0,72	1,23
SERİK												
	Ocak	şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
0,1 mm>	11,17	9,75	7	5,71	3,38	1,42	0,33	0,29	1,17	5	6,83	10,71
10 mm>	5,88	4,5	2,83	1,38	1	0,25	0,04		0,25	2,46	3,54	5,75
50 mm>	1,17	0,75	0,38	0,17	0,08					0,46	0,92	1,33
SÜTÇÜLER												
	Ocak	şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
0,1 mm>	10,72	10,78	8,75	9	7,44	3,97	1,41	1,38	2,38	5,31	7	10,84
10 mm>	4,03	4,13	3,25	3	1,84	1,13	0,41	0,31	0,81	2,16	2,94	5,03
50 mm>	0,31	0,34	0,06	0,16	0,06	0,06		0,03	0,06	0,06	0,28	0,56

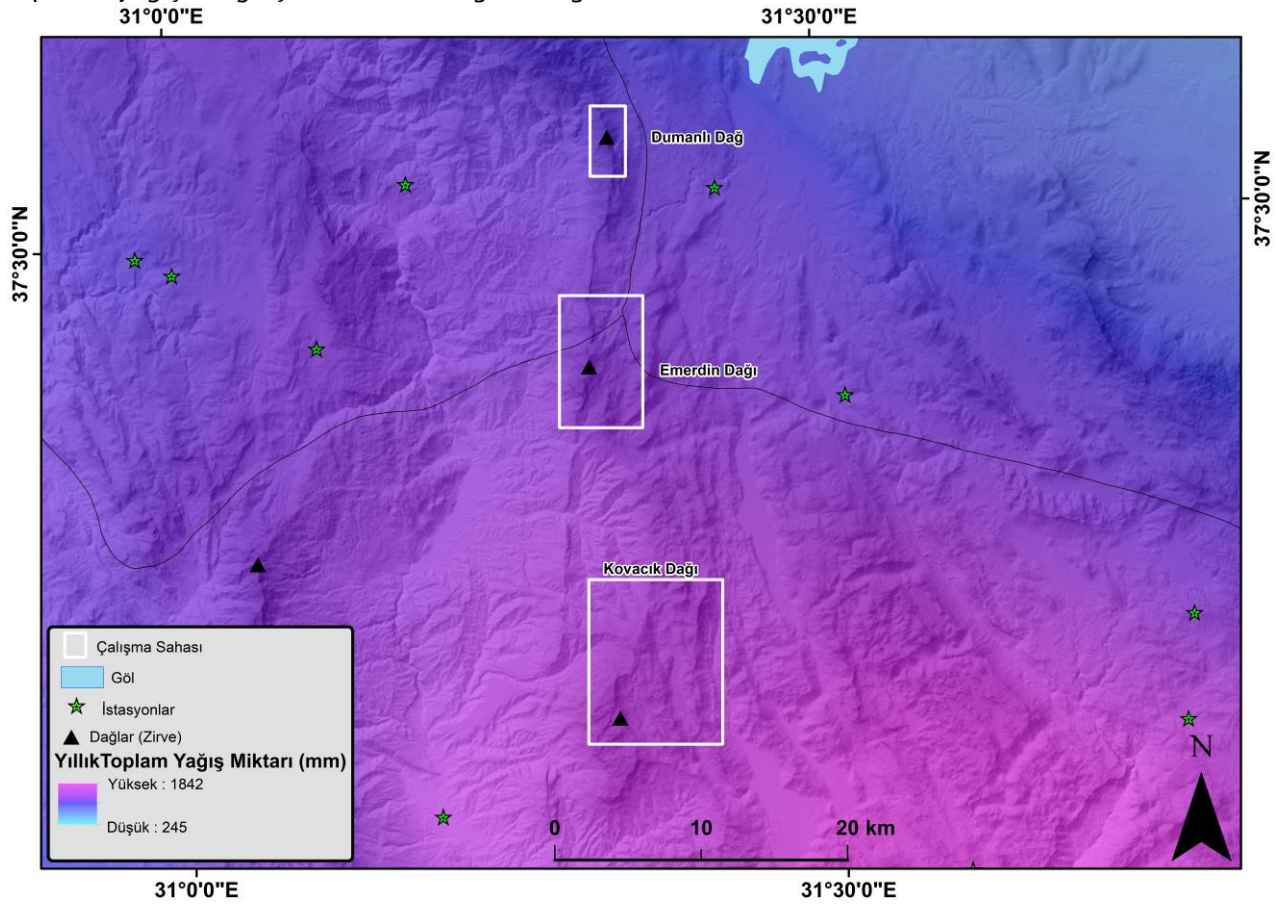
Belirtildiği üzere 5 istasyonun hemen tümünün yıllık yağış toplam miktarının 1000 mm üzerinde olduğu ve yağışın kuvvetli olarak mevsimsellik göstererek sonbahar sonu ve kış aylarına sıkıştığı görölmektedir. Bu yapı temel olarak Akdeniz Havzası ve Avrupa'daki sinoptik klimatolojinin mevsimsel değişimlerine göre şekillenmektedir. Özellikle kış dönemlerinde Akdeniz'deki alçak basınç sistemleri genel olarak Anadolu'nun güneybatı bölümünde etkili olmakta ve bu cephesel sistemlerin hareket rotaları ve rüzgâr yönleri bölge topoğrafyasının özelliklerine bağlı olarak lokal ve bölgesel olarak şekillenmektedir (Türkeş vd., 2008; Sarış vd., 2010; Sarış vd., 2021). Özellikle Anadolu'nun güneybatı bölümünü temsil eden çalışma sahası kış döneminde cephe sistemlerine maruz kalmasına bağlı olarak şekil 2 ve Tablo 1'de gösterildiği üzere yıllık bazda yüksek yağış miktarlarına ve kuvvetli kararsızlık koşullarına bağlı olarak da kuvvetli yağışların kış dönemlerine sıkışmasına neden olmuştur (Lolis & Türkeş, 2016; Sarış, 2020; Sarış vd., 2021). Bu yağış karakteristiği sinoptik koşullara ek olarak bölgenin topoğrafik yapısına (Yükselti, eğim, bakı, denizel ve karasallık) göre de çeşitlenmektedir (Maheras vd., 2001; Ulbrich

vd., 2009). Almazroui vd. (2015)'ne göre Orta Atlantik'den Akdeniz Havzası'na ilerleyen veya Akdeniz havzası'ndaki siklojeniz (siklon gelişim bölgeleri) bölgelerinde gelişen siklonların genel hareket rotalarının güneybatı-kuzeydoğu istikametinde olduğunu ifade etmişlerdir. Bu genel mekanizma neticesinde ise siklonlar ve beraberindeki rüzgarlar genel olarak bu hareket rotasını takip ederek beraberinde getirdiği nemli hava kütlelerini Batı Akdeniz Bölümü'ne sürüklemektedir. Bu yapı özellikle çalışma sahası ve yakın çevresindeki topoğrafik yapı ile etkileşime girerek bu yöndeki rüzgarlara dik uzanan dağlık sahaların güney bölümlerinde cephe kapanmalarına neden olmaktadır (Keserci vd., 2023). Çalışma sahası içerisinde kalan Dumanlı, Emerdin ve Kovacık Dağı Antalya Körfezinin kuzey ve kuzeydoğusunda yer almaktadır. Güneybatı-Kuzeydoğu yönlü hareket eden rüzgâr Antalya Körfezi'nin fiziki coğrafya yapısı gereği bu kesimde konverjansa uğrayarak yağışın şiddetini arttırmaktadır. Buna ek olarak Antalya Körfezi'nden kuzeye doğru hareket eden yağışlı sistemler topoğrafik olarak ilk önemli yükseltiiler olarak Kovacık ve Emerdin Dağı ile karşılaşmaktadır. Buna bağlı olarak gelişen cephe sistemleri, Antalya

Körfezi'nde gerçekleşen konverjans alanları ve bu dağlık sahalara ile karşılaşmaları neticesinde orografik zorlamaya uğrayarak yağışların çalışma sahası ve yakın çevresinde kuvvetli olmasına ve süresinin uzamasına neden olmaktadır. İfade edilen mekanizma ve sonucunu 5 adet meteoroloji istasyon verilerinde görmek mümkündür. Yine orografik zorlama etkisinin en güzel örneğini ise İbradı istasyonunda verilmiştir. Bu istasyon Kovacık Dağı'nın kuş uçuşu 25 km batısında 1000 m rakım seviyesinde yer almaktadır. 1842 mm yağış alan bu istasyon kıyıda yer alan ve 1000 mm dolaylarında yağış alan istasyonlardan orografik zorlama etkisi ile daha fazla yağış almaktadır. Bu istasyon verisi çalışma sahası üzerindeki yağışların orografik etki ile bu değerler çevresinde ve daha üzerinde olacağı ifade edilmelidir. Bu yağış dağılım özelliklerini ve çalışma sahasının Batı Akdeniz Bölgesi'ndeki yapısını Şekil 8'de açıkça görölmektedir.

Şekil 8 ve 9'da MGM'den elde edilen meteoroloji istasyon verilerine IDW enterpolasyon yönteminin uygulanması ile ortaya çıkan yıllık toplam yağış dağılım haritasında göröldüğü

üzere çalışma sahası içerisinde kalan özellikle Kovacık daha sonra Emerdin ve Dumanlı Dağ'ın bölge içerisinde en yüksek yağış değerlerine sahip alanlar içerisinde kaldığı belirtilmelidir. Kıyı şeridinin hemen gerisinde yükselmeye başlayan Kovacık, Emerdin, Geyik Dağları, Akdağ (Alanya)'ın nispeten kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzanmaları neticesinde özellikle sonbahar ve kış aylarında alçak basınçların güneybatı-kuzeydoğu hareket rotalarına dik yapı sergilemektedirler. Bu sayede deniz üzerinden gelen nemli hava kütleleri bu dağ ve dağlık sahalara üzerinde yükselmeye zorlanarak orografik etki yaratmaktadır. Bu etki de yağışın şiddetini arttırmaktadır. Bunların yanında nemli hava kütleleri kıyı ile nispeten yüksek bu dağlık sahalara arasında sıkışarak cephe kapanmalarına sebebiyet vermekte ve yağışın özellikle Kovacık, Geyik ve Akdağ (Alanya)'ın güney eteklerinde çok daha uzun süre etkili olmasına neden olmaktadır. Bu etken ve süreçler nedeniyle bu dağlık sahalara ve çevresinde yağışın hem daha uzun süreli olmasına hem de şiddetinin artmasına sebebiyet vermektedir.



Şekil 9: Batı Toroslar Bölümü'nde yer alan Dumanlı, Emerdin ve Kovacık Dağları ve yakın çevresinin yıllık toplam yağış dağılım haritası / **Figure 9:** Map of total annual precipitation distribution of Dumanli, Emerdin and Kovacik ranges and their immediate surroundings in the Western Taurus Mountains.

Günümüz iklim yapısını genel özelliklerini anlamak SBM dönemindeki iklim özelliklerini yorumlayabilmek anlamında oldukça değerlidir. Çünkü Ünal-İmer vd., (2015) çalışma sahasına oldukça yakın bir konumda yer alan Alanya Dim Mağarası'nda yaptıkları speleotem çalışmasında SBM döneminde Dim Mağarası ve çevresindeki yağış klimatolojisinin günümüz ile oldukça benzer olduğunu ve yağışların büyük bölümünün günümüzde olduğu gibi kış döneminde meydana geldiğini belirtmişlerdir. Aynı çalışmaya göre SBM döneminin sıcaklıkların günümüzden 8 °C daha düşük ve daha nemli bir dönemi temsil ettiği belirtilmiştir. Keserci vd. (2023) ise Batı Toroslar'ın batı bölümünü temsil eden Teke Yarımadası'nda yer alan ve Kuvaterner buzullaşmalarına uğramış 4 dağ için buzul ve pELA hesaplamalarına göre paleo sıcaklık ve yağış rekonstrüksiyonları gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmaya göre de Teke Yarımadası ve yakın çevresinde SBM'de sıcaklıkların 8 °C düştüğü durumda yağışların %35-50 arasında artması gerektiği belirtilmiştir. Bu bağlamda günümüz iklim koşulları altında çalışma sahası ve yakın çevresinde yıllık toplam yağışların SBM döneminde bu çalışmalara göre %35-50 arasında daha fazla yağış, 8 °C daha düşük sıcaklıklar ve yağışların önemli bölümünün kış aylarında meydana gelmesi çalışma sahası

içerisinde kalan dağlar üzerinde önemli oranlarda kar birikimlerine ve diğer kesimlere nazaran daha düşük rakım seviyelerinde buzullaşma koşullarının var olmasını sağladığını da ifade etmek gerekmektedir.

3.3. Buzul Rekonstrüksiyonu

Dumanlı Dağı: Dumanlı Dağı için yapılan buzul rekonstrüksiyonunda buzulların 2203-1602 m yükselteleri arasında yayılış gösterdiği, ortalama kalınlık değerinin ise 36 m'ye ulaştığı belirlenmiştir (Tablo 3; Şekil 9, 10). Dumanlı 1 Sirki'nden çıkan buzul dili 1602 m seviyesine kadar inmiştir. Dumanlı 1 Sirki 0.31 km² ve Dumanlı 2 Sirki 0.29 km² olmak üzere dağda yer alan buzullar 0,6 km² yüz ölçüme sahiptir.

Kalıcı kar sınırı ise AABR 1.69 oranına göre Dumanlı 1 Sirki 1768 m, Dumanlı 2 Sirki ise 1910 m olarak tespit edilmiştir. Ortalama pELA seviyesi ise 1839 m olarak bulunmuştur (Tablo 4).

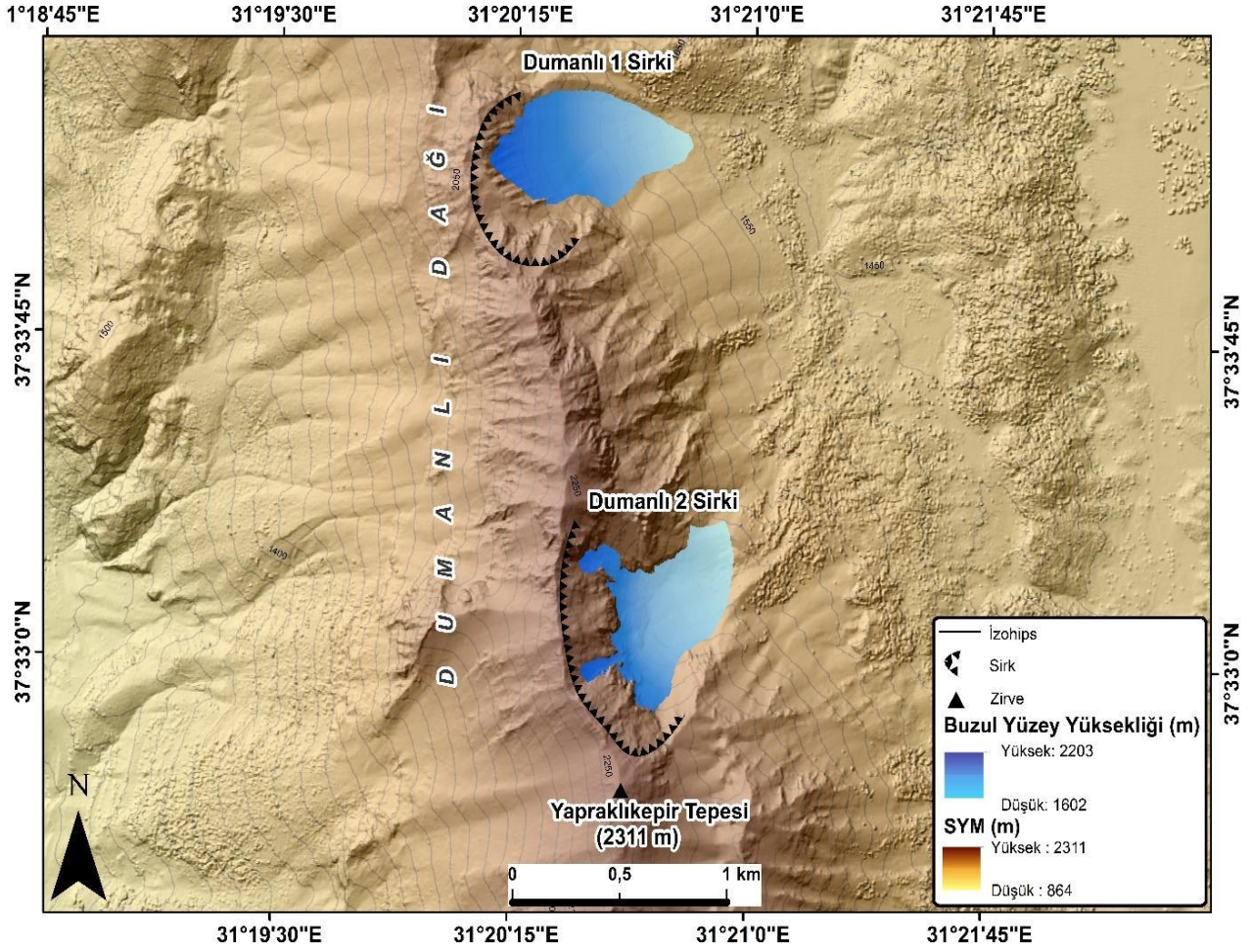
Emerdin Dağı: Emerdin Dağı buzul rekonstrüksiyondan elde edilen bulgulara göre, buzulların 2297-1758 m yükselteleri arasında yayılış gösterdiği, ortalama kalınlıklarının 50 m'ye ulaştığı belirlenmiştir (Şekil 11, 12). Atyatağı Sirki'nden çıkan buzul dili 1943 m seviyesine kadar inmiştir. Dağda bulunan buzullar 0,97 km²'lik bir alanda yayılış göstermişlerdir (Tablo 5).

Tablo 3: Dumanlı Dağ paleobuzul rekonstrüksiyonu ile elde edilen sayısal veriler / **Table 3:** Numerical data obtained from the reconstruction of the paleoglacier on Mt. Dumanlı.

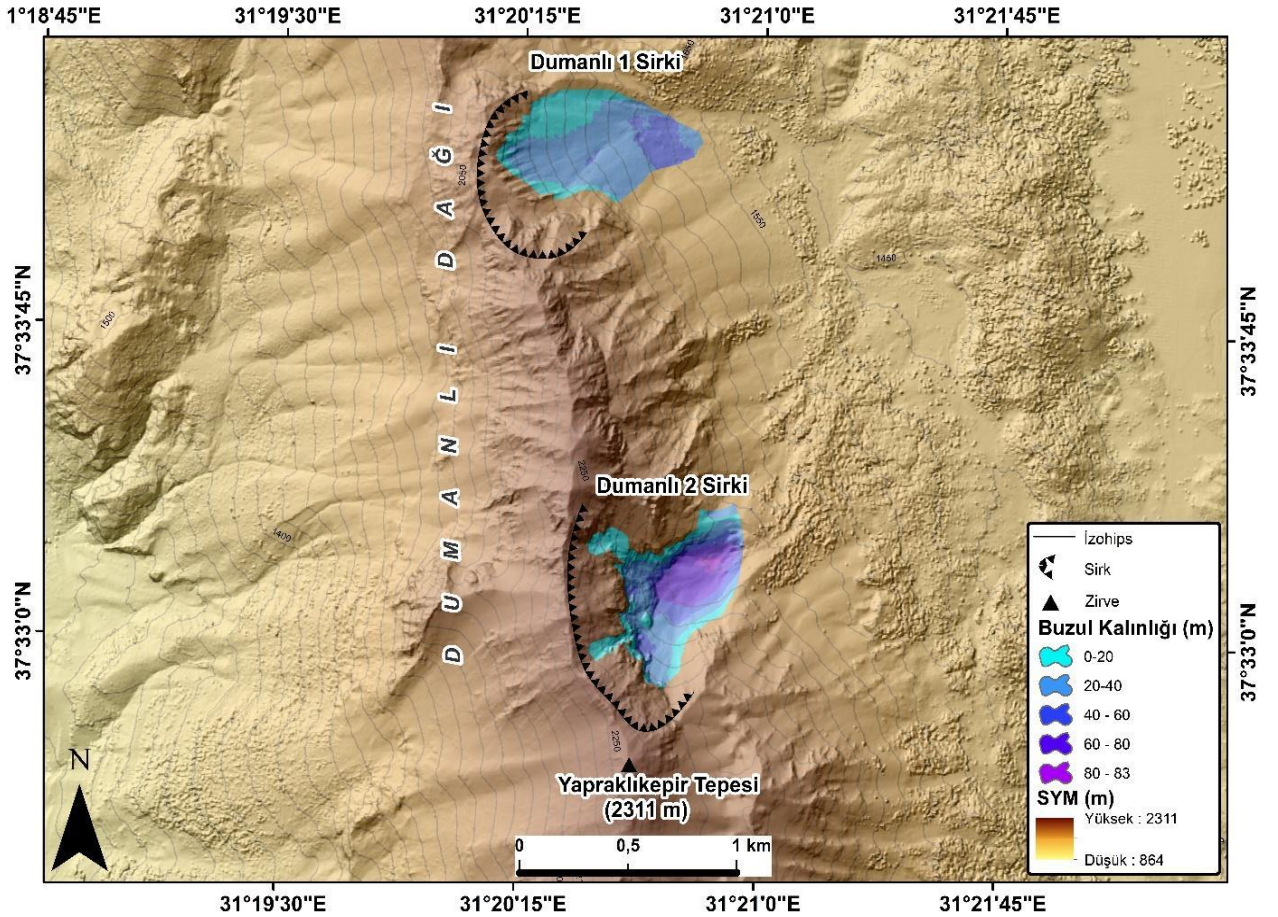
Paleobuzul	Buzul Uzunluğu (m)	Buzul Terminal Yüksekliği	Buzul Başlangıç Yüksekliği	Ortalama Kalınlık (m)	Maksimum Kalınlık (m)	Alan (km ²)
Dumanlı 1 Sirki	919	1602	2023	29	48	0,31
Dumanlı 2 Sirki	881	1785	2203	36	83	0,29
Dumanlı Ortalama	900	1694	2113	32,5	65,5	0,6

Tablo 4: Dumanlı, Emerdin ve Kovacık Dağı pELA değerleri / **Table 4:** pELA values for the Dumanlı, Emerdin, and Kovacık Mountains.

	Alan(km ²)	MGE	AAR (0.65)	AAR (0.67)	AABR (1.69)	AABR (2.2)
Dumanlı Dağ	0.6	1889	1839	1864	1839	1839
Emerdin Dağı	0.97	2123	2089	2073	2056	2039
Kovacık Dağı	1,3	1896	1848	1848	1823	1823



Şekil 9: Dumanlı Dağı paleobuzul rekonstrüksiyonu / Figure 9: Palaeo-glacier reconstruction of Mt. Dumanlı.



Şekil 10: Dumanlı Dağı paleobuzul kalınlığı / Figure 10: Thickness of the Mt. Dumanlı paleoglacier.

Tablo 5: Emerdin Dağı paleobuzul rekonstrüksiyonu ile elde edilen sayısal veriler / **Table 5:** Numerical data obtained from the reconstruction of the paleoglacier on Mt. Emerdin.

Paleobuzul	Buzul Uzunluğu (m)	Buzul Terminal Yüksekliği	Buzul Başlangıç Yüksekliği	Ortalama Kalınlık (m)	Maksimum Kalınlık (m)	Alan (km ²)
Atyatağı Sirki	1070	2024	2297	68	117	0,53
Kartaltaşı Sirki	796	2048	2295	39	53	0,25
Kızılsırt Sirki	762	1758	1972	43	69	0,19
Emerdin Ortalama	876	1943	2188	50	80	0,97

Emerdin Dağı kalıcı kar sınırı ise AABR 1.69 oranına göre ortalama 2056 m olarak bulunmuştur (Tablo 4). Kızılsırt Sirkinde 1846 m ile bu dağdaki sirkler içinde en düşük kalıcı kar sınırı yükseltisine sahip olmuştur. Bu dağda yer alan iki sirk için kalıcı kar sınır seviyelerindeki farklılık, temelde, Atyatağı Sirkinin nispeten daha iyi gelişmiş olması ile ilgili olduğu değerlendirilmiştir.

Kovacık Dağı: Kovacık Dağı için yapılan buzul rekonstrüksiyonunda, buzulların 2095-1638 m yükseltileri arasında yayılış gösterdiği ve uzunluklarının 1000-1500 m'ye ulaştığı saptanmıştır. Buzulların ortalama kalınlıklarının 46 m'ye ulaştığı belirlenmiştir (Tablo 6; Şekil 13, 14). Çeşkar Sirkinde bulunan buzul 1638 m seviyesine kadar inmiştir. Dağda bulunan buzullar 1,3 km²'lik bir alanda yayılış göstermişlerdir (Tablo 6).

Kovacık Dağı kalıcı kar sınırı ise AABR 1.69 oranına göre ortalama 1823 m olarak bulunmuştur (Tablo 4). Kovacık Dağı 1823 m ile çalışma sahası içindeki en düşük pELA yükseltisine sahip olmuştur. Bu dağda yer alan

iki sirk için kalıcı kar sınırı yükseltileri birbirine oldukça yakın bulunmuştur (1813 ve 1833 m).

3.4. Morfometrik Analizler:

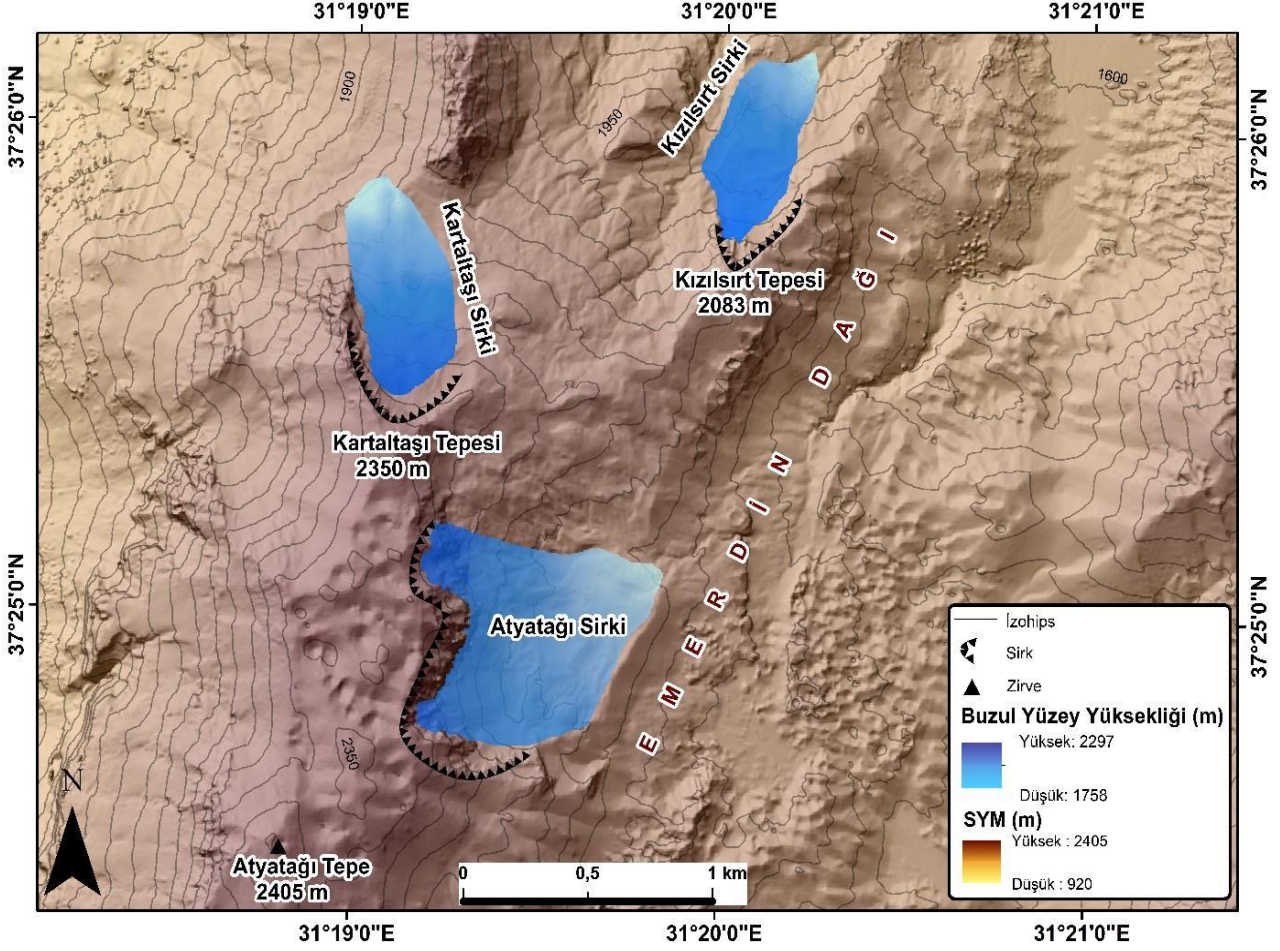
Sirk Morfometrisi

Dumanlı, Emerdin ve Kovacık Dağları'nda yer alan sirkler ilk olarak Evans vd. (2021) tarafından Batı Toroslar'da yer alan 85 glasiyal sirk kapsayan çalışmada ele alınmıştır. İlgili çalışmada, çalışma sahasında bulunan sirklerin de yer aldığı 85 sirke ait morfometrik özellikler belirli parametreler çerçevesinde bütünsel bir yaklaşımla incelenmiştir. Bu çalışmada ise Dumanlı, Emerdin ve Kovacık Dağları'ndaki sirklerin morfometrik özellikleri ayrı ayrı ele alınıp incelenmiştir.

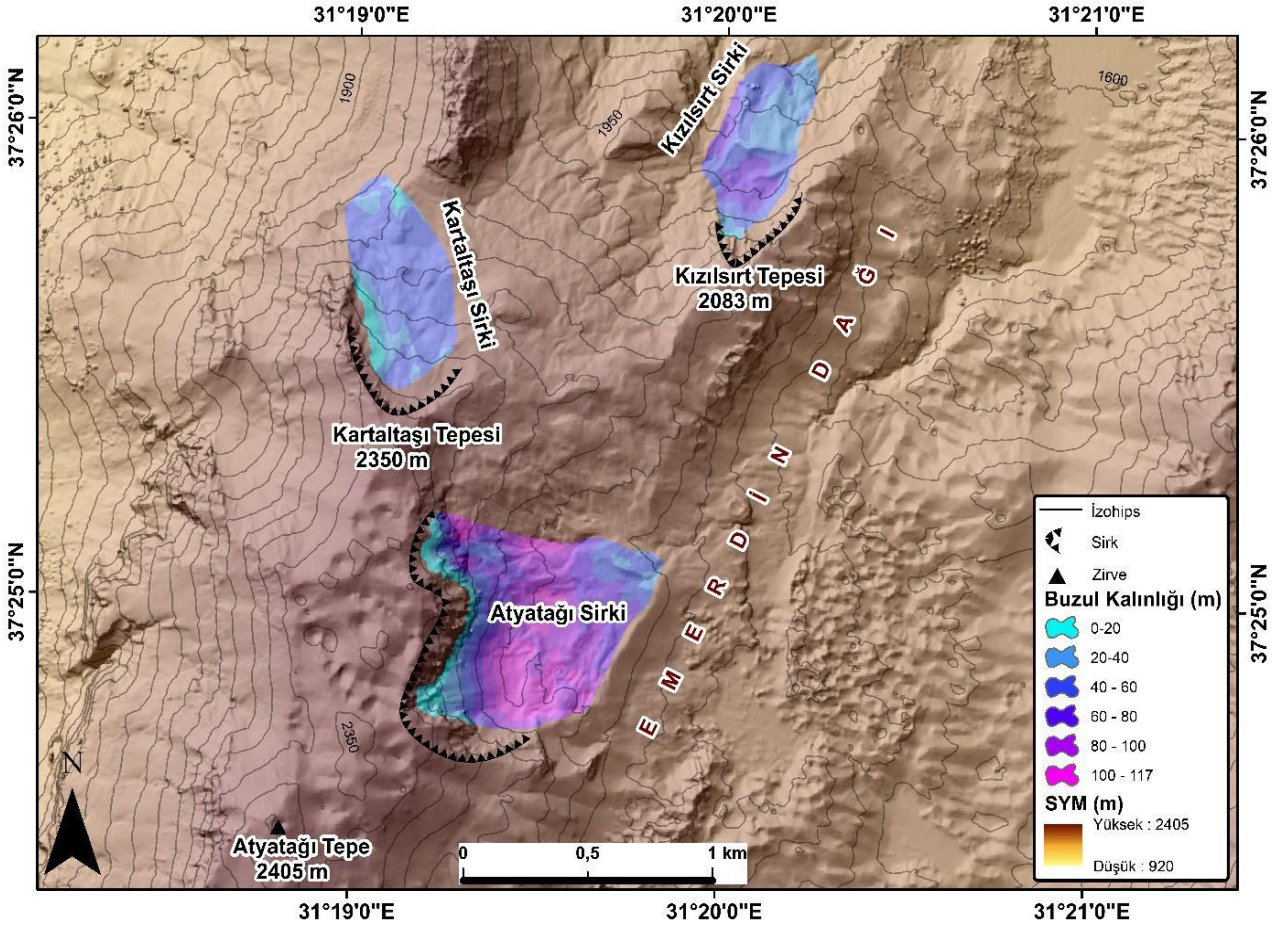
Dumanlı Dağı (2311 m) Dedegöl Dağı'ndan güneye doğru uzanan ve karbonat kayalardan oluşan uzun ve dar sırt görünümündedir. Dumanlı Dağı'nda 2 sirk tespit edilmiş olup bu sirkler kuzeydoğu yönünde gelişmişlerdir. Bu sirklerin ortalama taban yükseltileri 1750-1850 m aralığında yer almakta olup, oldukça düşük kalıcı kar sınırı yükseltisine sahiplerdir. Her iki sirk de alansal olarak küçüktür ve sırasıyla 0,55 ve 0,58 km² yüzölçümüne sahiptirler. Sirklerin uzunlukları genişliklerinden fazladır. Sirklerin

Tablo 6: Kovacık Dağı paleobuzul rekonstrüksiyonu ile elde edilen sayısal veriler / **Table 6:** Numerical data obtained from the reconstruction of the paleoglacier on Mt. Kovacık.

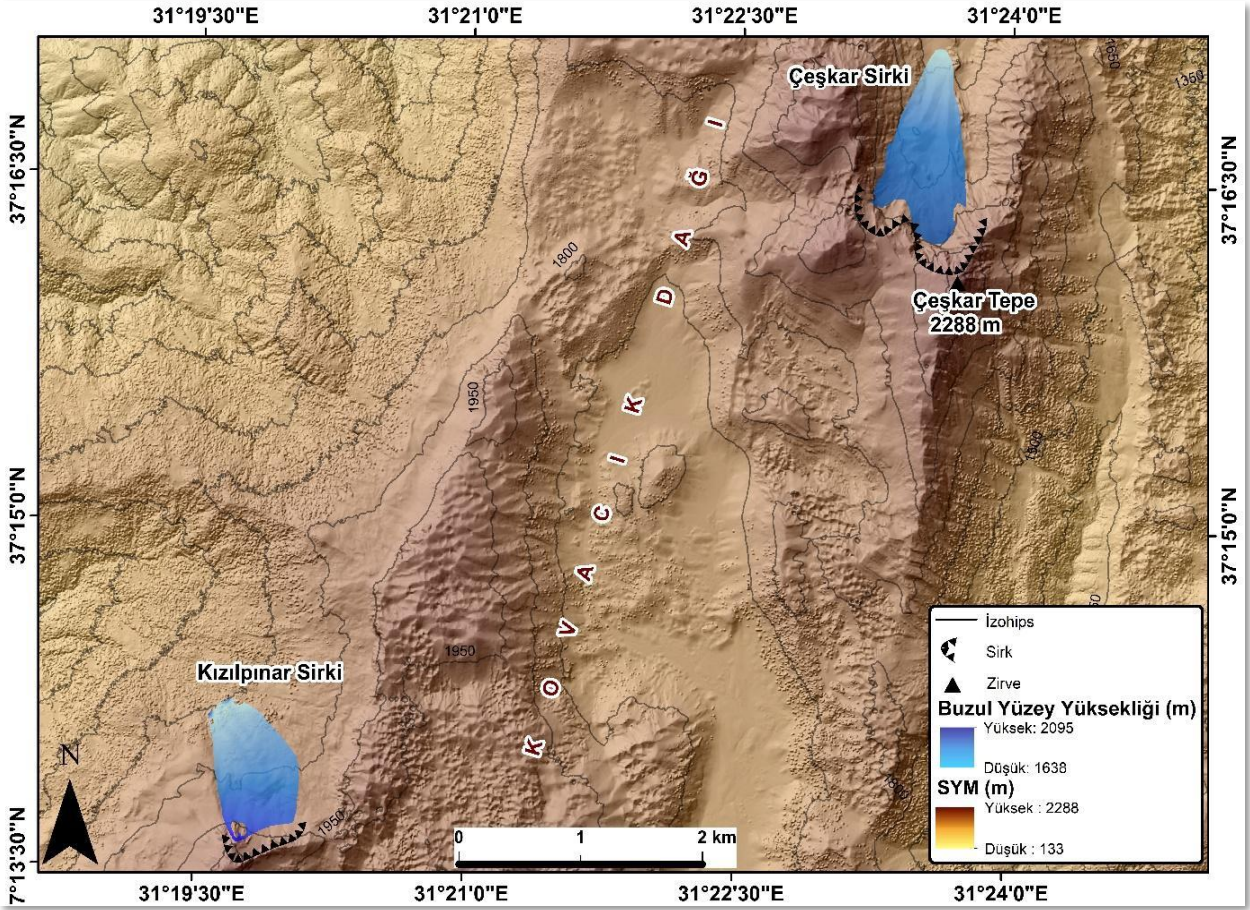
Paleobuzul	Buzul Uzunluğu (m)	Buzul Terminal Yüksekliği	Buzul Başlangıç Yüksekliği	Ortalama Kalınlık (m)	Maksimum Kalınlık (m)	Alan (km ²)
Çeşkar Sirki	1492	1638	1998	54	96	0,7
Kızılkaya Sirki	1037	1658	2095	39	72	0,6
Kovacık Ortalama	1265	1648	2047	46,5	84	1,3



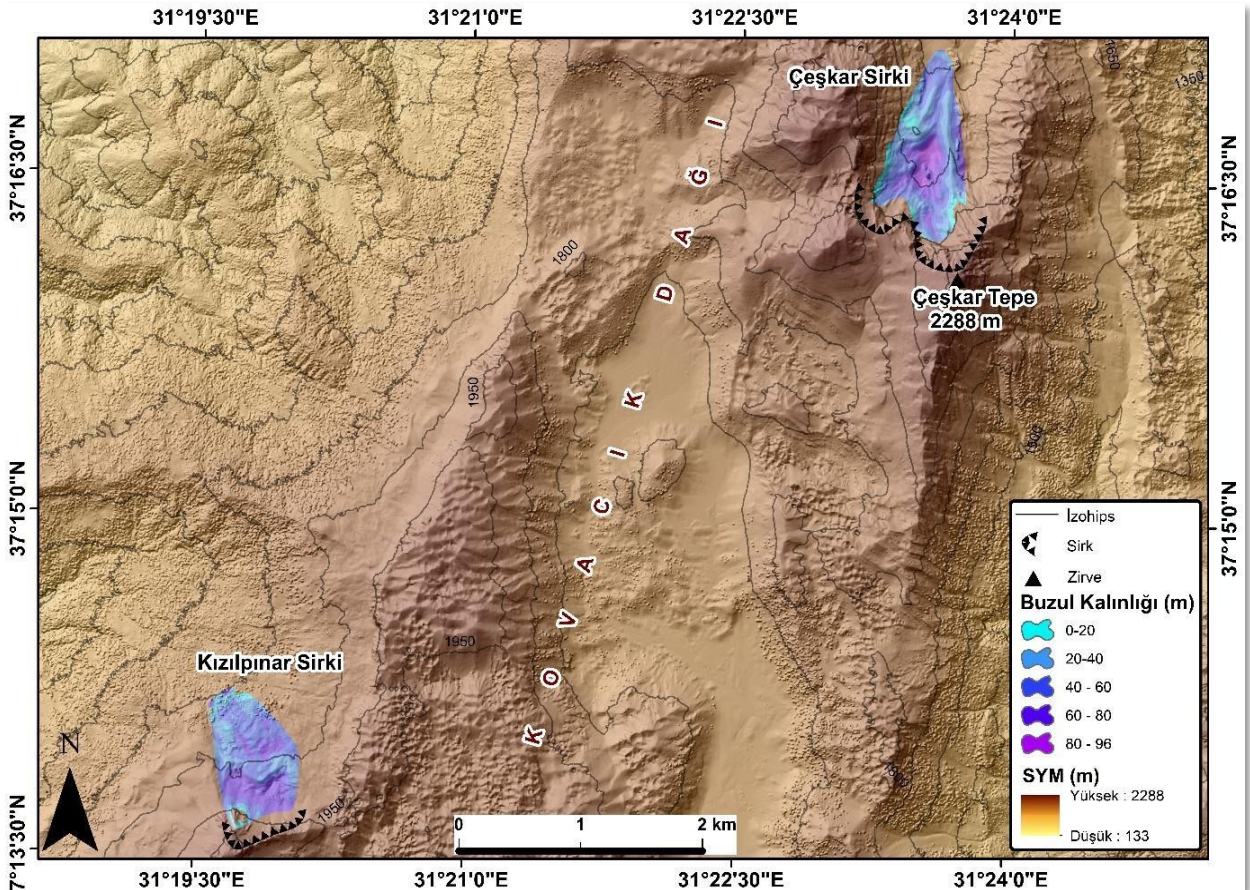
Şekil 11: Emerdin Dağı paleobuzul rekonstrüksiyonu / Figure 11: Palaeo-glacier reconstruction of Mt. Emerdin.



Şekil 12: Emerdin Dağı paleobuzul kalınlığı / Figure 12: Thickness of the Mt. Emerdin paleoglacier.



Şekil 13: Kovacık Dağı paleobuzul rekonstrüksiyonu / Figure 13: Palaeo-glacier reconstruction of Mt. Kovacik.



Şekil 14: Kovacık Dağı paleobuzul kalınlığı / Figure 14: Thickness of the Mt. Kovacik paleoglacier.

dairesellik oranları yüksek olduğu sđylenebilir (Dumanlı 1: 0,88; Dumanlı 2: 0,81). Dumanlı 1 Sirk'i'nde geride sirk duvarı kısmen deforme olmuş ve iyi bir kavis göstermemektedir. Sirk eşiğinin hemen önünde ve eşiğin biraz alt kesiminde moren sırtları yer almaktadır. Sirk duvarının çok iyi kavislenme göstermemesinden dolayı 4. gelişim aşamasında olduğu değerlendirilmiştir. Dumanlı 2 Sirk ise Dumanlı 1 Sirk'i'nin güneyinde yer alır. Nispeten daha iyi kavisli sirk duvarına sahip olup 3. gelişim aşamasında olduğu değerlendirilmiştir (Tablo 7).

Emerdin Dağı (2405 m) Dumanlı Dağı'nın yaklaşık 10 km güneyinde yer alır. Dağda, ikisi kuzeye, biri doğuya bakan 3 tane sirk bulunmaktadır. Emerdin Dağı'nda yer alan sirklerin ortalama taban yükseltisi 1850-2120 m aralığındır. Emerdin 1 Sirk'i'nde uzunluk genişlikten fazla iken, Emerdin 2 ve 3 Sirkleri'nde genişlik oranı uzunluk oranından fazladır. Dairesellik oranı nispeten fazladır (0,86; 0,83 ve 0,95). Sirk eğimleri Emerdin 1 ve 2 Sirkleri için ideal sirk sınırları içinde yer aldığı; Emerdin 3 için ise sirk duvarı eğiminin düşük

olduğu görülmüştür. Emerdin 1 ve 2 sirk gelişim bakımında 3. aşamada olduğu değerlendirilirken, Emerdin 3 ise 4. gelişim aşaması içinde değerlendirilmiştir (Tablo 7).

Kovacık Dağı ise kuzey-güney doğrultusunda uzanan Dedegöl Dağları uzantısının en güney ucunda yer alır. Kuzeyde Melik Dağı 2288 m yükseltiye sahip olup iyi gelişmiş bir sirk (Çeşgar Sirk) ev sahipliği yapar. Güneyde ise Kovacık Dağı'nda (2268 m) ise morfolojik olarak çok iyi gelişmemiş bir sirk bulunur. Burada yer alan sirklerden Kovacık 1 (Çeşgar) Sirk 1803 m; Kovacık 2 Sirk ise 1817 m ortalama sirk tabanı yükseltisine sahiptir. Kovacık 1 Sirk'i'nde genişlik uzunluktan daha fazla iken Kovacık 2 Sirk'i'nde uzunluk genişlikten fazladır. Dairesellik oranları sırasıyla 0,91 ve 0,81 olarak bulunmuştur. Kovacık 1 Sirk daha iyi duvar kavislik oranına sahip olmasına rağmen sirk duvarı eğimi orta derecededir (yaklaşık 39 derece) ve sirk gelişimi açısından 3. aşamada bulunmaktadır. Kovacık 2 Sirk ise daha az kapalılığa sahip olup sirk gelişim aşamasının 4. evresinde olduğu değerlendirilmiştir (Tablo 7).

Tablo 7: Çalışma alanında bulunan sirlere ait morfometrik ölçüm ve hesaplamalar ile elde edilen değerler (Evans vd., 2021'den yeniden düzenlenmiştir) / **Table 7:** Values obtained from morphometric measurements and calculations of cirques in the study area (Revised from Evans et al. 2021).

SİRK		Kovacık 1	Kovacık 2	Dumanlı 1	Dumanlı 2	Emerdin 1	Emerdin 2	Emerdin 3	
Morfometrik Parametreler	En Alçak Taban Yüksekliği (m)	V1 lowalt	1741	1734	1609	1752	1826	2011	2089
	Ortalama Taban Yüksekliği (m)	V2 Flooraltmid	1802,5	1816,5	1656,5	1771	1851,5	2044	2117
	En Yüksek Taban Yüksekliği (m)	V3 Maxfalt	1864	1899	1704	1790	1877	2077	2145
	Orta Eksendeki Sirk Duvarı Yüksekliği (m)	V4 Medcralt	2221	2037	2050	2250	2024	2309	2311
	Ortalama Sirk Yüksekliği (m)	V5 medaltaxial	1981	1885,5	1829,5	2001	1925	2160	2200
	En Yüksek Sirk Duvarı Yüksekliği (m)	V6 maxcralt	2242	2139	2147	2274	2066	2341	2316
	Sirk Çevresinde Su Bölümü	V7 maxabalt	2288	2163	2163	2306	2083	2350	2345
	ÇizgisininMaksimum Yüksekliği	V8 amplitude	480	303	441	498	198	298	222
	Orta Eksen Yüksekliği (H) (m)	V9 florange	123	165	95	38	51	66	56
	Sırttan Eşiğe Orta Eksen Uzunluğu (L) (m)	V10 length	1260	951	938	1031	405	952	604
	Orta Eksene Dik Maksimum Genişlik(W) (m)	V11 width	1342	717	803	837	391	1082	610
	Orta Eksende Duvar Yüksekliği (m)	V12 wallht	357	138	346	460	147	232	166
	Genişlik/Uzunluk Oranı	V13 widlen	1,065	0,754	0,856	0,812	0,965	1,137	1,010
	Uzunluk/ Genişlik Oranı	V14 lenwid	0,938	1,326	1,168	1,232	1,036	0,880	0,990
	Uzunluk/Yükseklik Oranı	V15 lenht	3,529	6,891	2,711	2,241	2,755	4,103	3,639
	Sirk Çevre Uzunluğu (Perimeter) (m)	V16 perimeter	4181	2840	2810	2998	1364	3463	1911
	Sirk Tabanı Alanı (km ²)	V17 floorarea	0,404	0,305	0,052	0,081	0,056	0,327	0,074
	Sirk Alanı (km ²)	V18 cirquearea	1,264	0,519	0,552	0,58	0,127	0,79	0,275
	Relatif Boyut (km)	V19 relative size, km	2,633	1,713	1,252	1,165	0,641	2,651	1,239
	Hacim (km ³)	V20 volume (km ³)	0,404	0,105	0,162	0,193	0,017	0,157	0,041
Dairesellik indesi	V21 circularity	0,908	0,808	0,878	0,811	0,857	0,827	0,946	
Sirk Yönü (Orta Eksende) (°)	V22 aspect	356	343	67	58	70	80	3	
Relatif Sirk Yönü	V23 classed aspect	N	N	NE	NE	N	E	N	
Sirk Ortalama Eğimi (°)	V24 axgrad =arcsin (H/L)	21,894	18,311	27,020	27,760	28,097	17,990	21,124	
Ortalama Taban Eğimi (°)	V25 floorgrad	9,657	14,346	22,015	4,503	13,507	5,955	16,337	
Ortalama Sirk duvarı Eğimi (°)	V26 wallgrad	38,858	27,348	28,819	48,419	44,938	42,328	23,440	
Sirk Gelişim Aşaması	(V27) grade	3	4	4	3	3	3	4	

4. TARTIşMA

Dumanlı, Emerdin ve Kovacık Dağları'nda meydana gelen buzullaşmalar Güneybatı Toroslar'da meydana gelen Dedegöl, Akdağ, Beydağları, Akdağ (Alanya), Barla ve Davraz gibi dağlardan farklı olarak daha dar alanlarda yayılış gösterdiği görölmektedir. Buradaki buzullaşmalar daha çok 2-3 sirkten oluşan sirk buzullaşmaları şeklinde gelişmişlerdir ve morfolojik şekiller sınırlı olup, temelde sirk çanağı, sirk duvarı ve sirklerin önlerinde bulunan moren sırtlarından oluşmaktadır. Dumanlı, Emerdin ve Kovacık Dağları'nın Güneybatı Toroslar'daki diğer dağlık kütlelere oranla daha küçük ve düşük yükselti değerlerine sahip olması nedeniyle buzullaşmalar birkaç küçük sirkten oluşan sınırlı buzullaşmalar ile sonuçlanmıştır. Bir karşılaştırma yapmak gerekirse, bu alandaki üç dağda bulunan buzulların toplam alanı 2.87 km² iken Dedegöl Dağları'ndaki buzulların alanı tek başına 21,2 km²'dir (Çılđın, 2015).

Dumanlı, Emerdin ve Kovacık Dağları'ndaki buzullaşmalar, sirk tabanı dikkate alındığında Güneybatı Toroslar'da bulunan buzullaşmaya uğramış dağlar arasında en düşük seviyelerde gelişmiştir. Akdağ'da 2658 m, Dedegöl Dağı'nda 2542 m ve Beydağları'nda 2468 m olan ortalama sirk tabanı yükseltisi Emerdin Dağı'nda yaklaşık 2000 m (2004 m), Kovacık ve Dumanlı Dağları'nda ise yaklaşık 1800 m seviyesindedir (Kovacık 1809 m ve Dumanlı 1802 m) (Evans vd., 2021). Bu değerler, Güneybatı Toroslar'da en düşük buzullaşma alanlarından biri olarak bilinen Sandıras Dağı'ndaki ortalama sirk tabanı yükseltisinin (2012 m) (Evans vd., 2021) altındadır. Bu bakımdan, Batı Toroslar'da buzullara kaynaklık eden sirklerin geliştiği en alçak seviyeler Dumanlı, Emerdin ve Kovacık Dağları'nda bulunmaktadır. Bunun nedeni, Akdeniz Havzası'ndaki siklojenez bölgelerinde gelişen siklonların güneybatı-kuzeydoğu istikametinde olması ve nemli hava kütlelerini Antalya Körfezi'ne doğru sürükleyip çalışma sahası ve yakın çevresindeki topografik yapı ile etkileşime girerek bu yöndeki hava akımlarına dik uzanan dağlık sahalarda güney bölümlerinde cephe kapanmalarına neden olup önemli miktarda yağış almasıdır. Antalya Körfezi'nde

gerçekleşen konverjans alanları ve bu dağlık sahalarda ile karşılaşmaları neticesinde orografik zorlamaya uğrayarak yağışların çalışma sahası ve yakın çevresinde kuvvetli olmasına ve süresinin uzamasına neden olmaktadır (Keserci vd., 2023). Geç Pleyistosen'de çalışma alanının da bulunduğu bölgede yapılan bazı araştırmalarda sıcaklıkların günümüzden yaklaşık 8°C düşük olması yanı sıra iklimin günümüzdekine göre daha nemli ve yağışlı olduğuna yönelik çalışmalar bulunmaktadır (Sarıkaya vd., 2005; Ünal-İmer vd., 2015; Çılđın, 2015, Keserci vd., 2023). Günümüzden daha soğuk ve yağışlı iklim özellikleri bu dağlarda buzul oluşumuna yol açmışlardır.

Çalışma sahasındaki hesaplanan Geç Pleyistosen dönemine atfedebileceğimiz kalıcı kar sınırı (paleo ELA) (AABR 1,69 yöntemine göre) Kovacık için 1823 m ve Dumanlı için 1839 m hesaplanmış olup, Batı Toros Dağları da dahil olmak üzere Türkiye'de bilinen en alçak kalıcı kar seviyelerine sahiptirler. Çalışmamızın üçüncü dağını durumundaki Emerdin Dağı'nda ise paleo ELA 2056 m olarak bulunmuş olup, Batı Toroslardaki Sandıras Dağı (2000 m) Sarıkaya vd., 2008) ve Karadağ'daki (2080 m) (Bayrakdar vd., 2017) seviyelere yakın bir değere sahiptir.

Çalışma alanında bulunan sirkler daha çok güneç radyasyona daha az maruz kalan ve dolayısıyla gölge etkisinin daha fazla olduğu kuzey (4 sirk) ve kuzeydoğu (2 sirk) yönlerde gelişmişlerdir. Çalışma alanında dağların uzanışı ana hatları ile kuzey-güney doğrultusunda olması nedeniyle sirklerin doğu yamaçlarda da gelişme imkânı bulunduğu görölmüştür. Benzer gelişim Dedegöl Dağları'nda ve Karadağ'da da gözlenmektedir (Çılđın, 2015; Bayrakdar vd., 2017).

Kovacık Dağı'nda bulunan Çeşgar Sirki'nin (Kovacık 1) önlerinde yer alan ve 1650 m seviyelerine kadar takip edilen 9 sırttan oluşan moren grubu buradaki buzullaşmaların farklı dönem ve devrelerden etkilendiğini göstermektedir. Bu durum diğer sirklerde gözlenmemiştir. Çeşgar Sirki'nin çalışma alanında en büyük sirk olması ve kuzey yamaçta karstik bir depresyonda gelişmiş olması rüzgarların kar yığınlarını sirk tabanında birikimini kolaylaştırarak buradaki buzulun

daha büyük ve hareketli olmasına neden olması ile ilgili olabilir.

Çalışma alanında bulunan sirklerin sınırlı sayıda olması, Çeşgar Sirki dışında küçük boyutta olması ve 3 ve 4. gelişim aşamalarında olması göz önüne alındığında, alanda oluşan buzulların bölgesel olarak çok şiddetli buzullaşma dönemleriyle ilişkili olduğu ileri sürülebilir.

5. SONUÇ

Türkiye'nin güneybatısında bulunan Batı Toroslar dağ kuşağında yer alan ve küçük bir dağlık kütle durumunda olan Dumanlı, Emerdin ve Kovacık Dağları'nda varlığı yeni ortaya konan buzullaşma alanları incelenmiştir. Kovacık Dağı'nda 2, Emerdin Dağı'nda 3 ve Dumanlı Dağı'nda 2 olmak üzere toplam 7 sirk ve bu sirklerin önünde yer alan moren sırtlarından oluşan sınırlı buzullaşma izleri bulunmaktadır. Tespit edilen buzullaşma sahaları dağların daha çok kuzeye bakan ve yarılanın fazla olduğu yüksek yamaçlarda sirk buzullaşmaları şeklinde gelişmiş olup, alansal olarak sınırlı sahalara tekabül etmektedir. Ayrıca, alanının, Türkiye'de toplam yağış tutarının göreceli olarak fazla olduğu yerlerden biri olması buzul oluşumuna katkıda bulunmuştur. Bu alandaki buzullaşmalara yönelik henüz nicel bir tarihlendirme yapılmamış olsa da sirk ve moren sırtlarının ilksel formlarını büyük ölçüde korumalarından yola çıkarak burada oluşan buzullaşmaların Geç Pleyistosen döneminde Son Buzul Maksimumu ve/veya Geç Buzul Dönemine ait olduğu çıkarımı yapılmıştır.

Yapılan buzul rekonstrüksiyonuna göre, üç dağın toplam buzullaşma alanı ~2,87 km²'dir. Kovacık Dağı'nda buzulların yaklaşık 1500 m uzunluğa sahip olduğu ve ortalama kalınlıklarının ~46 m olduğu belirlenmiştir. Kovacık 1 (Çeşgar) Sirki'nde bulunan buzul dili ~1640 m seviyesine kadar inmiştir. Emerdin Dağı ise buzulların ortalama kalınlıklarının ~50 m'ye ulaştığı, Kızılsirt Sirki'nden çıkan buzul dilinin ~1760 m seviyesine kadar indiği belirlenmiştir. Dumanlı Dağı'nda ise buzulların, ortalama kalınlıklarının ~35 m'ye ulaştığı ve Dumanlı 1 Sirki'nden çıkan buzulun ~1600 m seviyesine kadar indiği anlaşılmıştır.

Kalıcı kar sınırı Kovacık Dağı'nda ~1825 m; Emerdin Dağı'nda ~2055 ve Dumanlı Dağı'nda ~1840 m olarak hesaplanmıştır. Kalıcı kar sınır

değerleri Türkiye'de bilinen en alçak kalıcı kar sınırı seviyelerini oluşturmaktadır. Bundan dolayı, buzulların geliştiği yükseltiler ve yerleştiği sirk tabanları göz önüne alındığında Türkiye'deki buzullaşma olgusu için yeni veriler sunmaktadır. Bu bakımdan Türkiye'de bilinen en alçak sirk tabanları ve kalıcı kar sınırı seviyeleri (yaklaşık 1800 m) başta Dumanlı ve Kovacık Dağı olmak üzere bu alanda bulunmaktadır.

Dumanlı, Emerdin ve Kovacık Dağları'nda bulunan sirklerin morfometrik analizlerine göre ise, sirklerin oldukça küçük alana sahip olduğu, uzunluk oranlarının genişliğe oranla daha fazla olduğu ve daha çok 3 ve 4. gelişim evresinde bulunmalarından ötürü gelişimlerinin daha çok başlangıç aşamasında olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bu çalışmada yapılan buzul rekonstrüksiyonu, kalıcı kar sınırı hesaplamaları, sirk morfometrisi ve iklim analizleri güncel yöntemler izlenerek ve büyük ölçüde coğrafî bilgi sistemleri kullanılarak gerçeleştirilmiş olup, benzer çalışmalar için standart bir çerçeve sunmaktadır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi bünyesinde yürütölen SDP-2020-36488 nolu proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

- Akçar, N., Yavuz, V., Yeşilyurt, S., Ivy-Ochs, S., Reber, R., Bayrakdar, C., W. Kubik, R., Zahno, C., Schlunegger, F., Schlüchter, C. (2017). "Synchronous Last Glacial Maximum across the Anatolian peninsula", Geological Society, London, Special Publications, 433, 251 – 269. <https://doi.org/10.1144/SP433.7>
- Almazroui, M., Awad, A.M., M. Nazrul Islam. (2015). A climatological study: wet season cyclone tracks in the East Mediterranean region. *Theor Appl Climatol*, 120:351–365. DOI10.1007/s00704-014-1178-z
- Altnay, O., Bayrakdar, C., ve Çılđın, Z. (2019). Sirk Morfometrisi Çalışmalarında İnsansız Hava Araçları (İHA) ve CBS Kullamınlarına Bir Örnek: Karadağ Kütlesi (Batı Toroslar). In E. Akköprü, & F. Döker, Coğrafya Araştırmalarında Coğrafî Bilgi Sistemleri Uygulamaları (pp. 163-176). Ankara: Pegem Akademi. DOI:10.14527/9786052419878.07

- ArDOS, M. (1974-1977). "Barla Dağı Civarının Jeomorfolojisi ve Barla Dağı'nda Pleistosen Glasyasyonu", İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi, (20-21), 151-168.
- ArDOS, M. (1977). "Eğirdir Gölü Güneyinin Jeomorfolojisi ve Davraz Dağında Pleistosen Buzullaşması", İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi, (22).
- Arpat, E. ve Özgöl, N. (1972). "Geyikdağ'da kaya buzulları, Orta Toroslar", MTA Dergisi, 30-35.
- Ballantyne, C.K. (2007). "Loch Lomond Stadial glaciers in North Harris, Outer Hebrides, north-west Scotland: glacier reconstruction and palaeoclimatic implications", Quaternary Science Reviews, 26 (25), 3134-3149. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2007.09.001>
- Barr, I.D., Spagnolo, M. (2015). "Glacial cirques as palaeoenvironmental indicators: Their potential and limitations", Earth-Sci. Rev, 151, 48-78. DOI: 10.1016/J.EARSCIREV.2015.10.004
- Bayrakdar, C. (2012). "Akdağ Kütlesi'nde (Batı Toroslar) Karstlaşma-Buzul İlişisinin Jeomorfolojik Analizi", İstanbul Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Doktora Tezi, p. 201.
- Bayrakdar C., Çılđın Z. Doker M.F., Canpolat E. (2015). "Evidence Of An Active Glacier In The Munzur Mountains, Eastern Turkey", Turkish Journal of Earth Sciences, vol.24, pp.56-71. <https://doi.org/10.25288/tjb.360610>
- Bayrakdar, C., Çılđın, Z., Sarış, F. (2017a). Karadağ'da Pleyistosen Buzullaşmaları, Batı Toroslar, Türkiye, Türkiye Jeoloji Bülteni, Geological Bulletin of Turkey, Sayı: 60 Sayfa: 451-470. DOI:10.25288/tjb.360610
- Bayrakdar, C., Güneç Kıyak, N., Turoğlu, H., Öztürk, T., Canel, T. (2017b). "Akdağ Kütlesi'nde (Batı Toroslar) Pleistosen buzullaşmalarının jeomorfolojik özellikleri ve optik uyarmalı lüminesans (OSL) ile yaşlandırılması", Türk Coğrafya Dergisi, (69), 27-37. <https://doi.org/10.17211/tcd.318170>
- Bayrakdar, C., Çılđın, Z., Keserci, F. (2020). "Traces of late quaternary glaciations and paleoclimatic interpretation of Mount Akdağ (Alanya, 2451 m), Southwest Turkey", Mediterranean Geoscience Reviews, 2, 135-151. <https://doi.org/10.1007/s42990-020-00026-5>
- Benn, D. I., Lehmkuhl, F. (2000). "Mass balance and equilibrium-line altitudes of glaciers in high-mountain environments", Quaternary International, 65-66, 15-29. [https://doi.org/10.1016/S1040-6182\(99\)00034-8](https://doi.org/10.1016/S1040-6182(99)00034-8)
- Benn, D. I., Ballantyne, C.K. (2005). "Palaeoclimatic reconstruction from Loch Lomond Readvance glaciers in the West Drumochter Hills, Scotland", Journal of Quaternary Science, 20(6), 577-592. <https://doi.org/10.1002/jqs.925>
- Benn, D. I., Hulton, N. R. J. (2010). "An Excel™ spreadsheet program for reconstructing the surface profile of former mountain glaciers and ice caps", Computers & Geosciences, 36(5), 605-610. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2009.09.016>
- González-Trueba, J.J., Serrano, E. 2008. "La valoración del patrimonio geomorfológico en espacios naturales protegidos Su aplicación al Parque Nacional de Picos de Europa", Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, 47(47).
- Candaş, A., Sarıkaya, M. A., Köse, O., şen, Ö. L., Çiner, A. (2020). "Modelling Last Glacial Maximum ice cap with the Parallel Ice Sheet Model to infer palaeoclimate in south-west Turkey", Journal of Quaternary Science, 35(7), 935-950. DOI:10.1002/jqs.3239
- Canpolat, E. (2022). "Bozburun Dağı (Antalya) Buzullaşma Alanlarının Jeomorfolojik Açidan Değerlendirilmesi", Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi, 9, 1-18. <https://doi.org/10.46453/jader.1098786>
- Çılđın, Z. (2012). "Dedegöl Dağı (Batı Toroslar) Buzul Jeomorfolojisi Etüdü", İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, 1-287 İstanbul.
- Çılđın, Z. (2015). "Dedegöl Dağı Kuvaterner buzullaşmaları, Türk Coğrafya Dergisi, (64), 19-37. <https://doi.org/10.17211/tcd.55740>
- Çılđın, Z. ve Bayrakdar, C. (2018). "Dedegöl Dağı'ndaki Glasiyal Sirklerin Morfometrik Özellikleri", Coğrafya Dergisi 36: 27-48. DOI: 10.26650/JGEOG411356
- Çılđın, Z., Bayrakdar, C. (2020). "Teke Yarımadası'ndaki (Güneybatı Anadolu) glasiyal sirklerin morfometrik özellikleri", Türk Coğrafya Dergisi 74, 115-129. DOI: 10.17211/tcd.729978
- Çiner, A., Deynoux, M., Çörekçioğlu, E. (1999). "Hummocky moraines in the Namaras and Susam Valleys, Central Taurids, SW Turkey", Quaternary Science Reviews, 659-669. [https://doi.org/10.1016/S0277-3791\(98\)00103-6](https://doi.org/10.1016/S0277-3791(98)00103-6)
- Çiner, A., Sarıkaya, M.A., 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. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2015.03.017>
- Cogley, J., Hock, R., Rasmussen, L., Arendt, A., Bauder, A., Braithwaite, R., Jansson, P., Kaser, G., Möller, M., Nicholson, L., Zemp, M. (2011). "Glossary of Glacier Mass Balance and Related Terms", IHP-VII

- Technical Documents in Hydrology 86, Tech.rep., IACS Contribution No. 2, UNESCO-IHP, Paris.
- Dawson, A.G. (1979). "A Devensian medial moraine in Jura", *Scottish Journal of Geology*, 15, 43-48. <https://doi.org/10.1144/sjg1501004>
- Doğan, M. (2011). "Sandıras Dağı'nda (Muğla) Buzullaşma ve Buzul Őekillleri", *Ege Coğrafya Dergisi*, 29-52.
- Doğu, A. (1993). "Sandıras dağındaki buzul Őekillleri", *Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 263-274.
- Doğu, A. F., Çiçek, I., Gürgen, G., Tunçel, H. (1999a). "Akdağ'ın jeomorfolojisi ve bunun beşerı faaliyetler üzerindeki etkisi (Fethiye-Muğla)", *Ankara Üniversitesi, Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 7, 95-120.
- Doğu, A. F., Çiçek, I., Gürgen, G., Tunçel, H. (1999b). "Akdağ (Fethiye-Muğla)'ın glasyal ve karst jeomorfolojisi", *Cumhuriyetin 75. yıldönümü yerbilimleri ve madencilik kongresi bildiri özleri kitabı*, MTA, 63-64.
- Erinç, S. (1971). *Jeomorfoloji II. (Genişletilmiş 2. Baskı)*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları, No: 23.
- Evans, I.S., Cox, N.J. (1995). "The form of glacial cirques in the English Lake District, Cumbria", *Zeitschrift für Geomorphologie*, N.F. 39, 175-202. DOI: 10.1127/zfg/39/1995/175
- 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.
- Evans, I. S., Çilđin, Z., Bayrakdar, C., Canpolat, E. (2021). The form, distribution and palaeoclimatic implications of cirques in southwest Turkey (Western Taurus), *Geomorphology*, Volume 391, 2021, 107885. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2021.107885>
- Federici, P.R., Granger, D.E., Pappalardo, M., Ribolini, A., Spagnolo, M., Cyr, A.J. (2008). "Exposure age dating and Equilibrium Line Altitude reconstruction of an Egesen moraine in the Maritime Alps, Italy", *Bore-as*, 37, 245-253. DOI:10.1111/j.1502-3885.2007.00018.x
- González-Trueba, J.J., Serrano, E. (2008). "La valoración del patrimonio geomorfológico en espacios naturales protegidos Su aplicación al Parque Nacional de Picos de Europa", *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 47(47).
- Kern, Z., László, P. (2010). "Size specific steady-state accumulation-area ratio: an improvement for equilibrium-line estimation of small palaeoglaciers", *Quaternary Science Reviews*, 29(19-20), 2781-2787. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2010.06.033>
- Keserci, F., Bayrakdar, C., Çilđin, Z., & Evans, I. S. (2023). Modeling the form, distribution and paleoclimatic implications of former glaciers in the Teke Peninsula (Eastern Mediterranean, Turkey). *Geomorphology*, 431, 108683. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2023.108683>
- Köse, O., Sarıkaya, M. A., Çiner, A., Candaş, A. (2019). "Late Quaternary glaciations and cosmogenic ³⁶Cl geochronology of Mount Dedegöl, southwest Turkey", *Journal Of Quaternary Science*, 34(1), 51-63. DOI:10.1002/jqs.3080
- Lolis, C., & Türkeş, M. (2016). Atmospheric circulation characteristics favouring extreme precipitation in Turkey. *Climate Research*, 71,139-153. <https://doi.org/10.3354/cr01433>
- Louis, H.L. (1944). "Evidence for Pleistocene glaciation in Anatolia (in German)", *Geologische Rundschau*, 34 (7-8), 447-481.
- Lukas, S. (2006). "Morphostratigraphic principles in glacier reconstruction a perspective from the British Younger Dryas", *Progress in Physical Geography*, 30 (6): 719-736. <https://doi.org/10.1177/030913330607195>
- Maheras, P., Flocas, H. A., & Patrikas I. C. (2001). "A 40 year objective climatology of surface cyclones in the Mediterranean region: Spatial and Temporal distribution". *International Journal of Climatology*, 21, 109-130. <https://doi.org/10.1002/joc.599>
- Messerli, B. (1967). "Die eiszeitliche und die gegenwertige Vergletscherung in Mittelmeerraum", *Geographica Helvetica*, 22, 105-228.
- Míndrescu, M., Evans, I.S., Cox, N.J. (2010). "Climatic implications of cirque distribution in the Romanian Carpathians: palaeowind directions during glacial periods", *J. Quat. Sci*, 25 (6), 875-888.
- Nazik, L., Poyraz, M. (2017). "Türkiye karst jeomorfolojisi genelini karakterize eden bir bölge: Orta Anadolu Platoları karst kuşağı", *Türk Coğrafya Dergisi*, (68), 43-56. <https://doi.org/10.17211/tcd.300414>
- Nye, J.F. (1952a). "A method of calculating the thicknesses of the ice-sheets", *Nature*, 169: 529-530.
- Nye, J.F. (1952b). "The mechanics of glacier flow", *Journal of Glaciology*, 2, 82-93.
- Onde, H. (1952). "Formes Glaciaires dans le Massif Lycien de 'Akdağ", *Geologique International*, Alger Fasc. XV, s. 327-335.
- Pellitero, R., Rea, B.R., Spagnolo, M., Bakke, J., Hughes, P., Ivy-Ochs, S., Lukas, S., Ribolini, A. (2015). "A GIS tool for automatic calculation of

- glacier equilibrium-line altitudes”, *Computers & Geosciences*, 82, 55–62. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2015.05.005>
- Pellitero, R., Rea, B.R., Spagnolo, M., Bakke, J., Ivy-Oche, S., Frew, C.R., Hughes, P. Ribolini, A., Lukas, S., Renssen, H. (2016). “GlaRe, a GIS tool to reconstruct the 3D surface of paleoglaciers”, *Computers & Geosciences*, 94, 77–85. [10.1016/j.cageo.2015.05.005](https://doi.org/10.1016/j.cageo.2015.05.005)
- Philipson, A. (1915). “Reissen und forschungen in westlichen Kleinasien”, *Pet. Mit. H*, 167.
- 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 İnadık, 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. [https://doi.org/10.1016/S0277-3791\(00\)00178-5](https://doi.org/10.1016/S0277-3791(00)00178-5)
- Rea, B.R, Evans, D.J.A. (2007). “Quantifying climate and glacier mass balance in north Norway during the Younger Dryas”, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 246, 307–330. [10.1016/J.PALAEO.2006.10.010](https://doi.org/10.1016/J.PALAEO.2006.10.010)
- Rea, B.R. (2009). “Defining modern day Area-Altitude Balance Ratios (AABRs) and their use in glacier-climate reconstructions”, *Quaternary Science Reviews*, 28, 237–248. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2008.10.011>
- 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. DOI: [10.1016/J.QUASCIREV.2008.01.002](https://doi.org/10.1016/J.QUASCIREV.2008.01.002)
- Sarıkaya, M.A., Çiner, A., Haybat, H., Zreda, M. (2014). “An early advance of glaciers on Mount Akdağ, SW Turkey, before the global Last Glacial Maximum; insights from cosmogenic nuclides and glacier modeling”, *Quaternary Science Reviews*, 88, 96-109. doi: [10.1016/j.quascirev.2014.01.010](https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2014.01.010)
- Sarıkaya, M. A., ve Çiner, A. (2015). “Türkiye Geç Pleyistosen Buzullaşması ve Paleoiklimi”, *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, (151), 111-132. DOI: [10.19076/mta.97152](https://doi.org/10.19076/mta.97152)
- Sarıkaya, M.A. ve Çiner, A. (2017). The late Quaternary glaciation in the Eastern Mediterranean. In: Hughes, P., Woodward, J. (Eds.), *Quaternary Glaciation in the Mediterranean Mountains*, *Geol. Soc. London Spec. Publ. Vol. 433*, pp. 289–305. DOI: [10.1144/SP433.4](https://doi.org/10.1144/SP433.4).
- Sarıkaya, M.A., Çiner, A., Yıldırım, C. (2017). “Cosmogenic ³⁶Cl glacial chronologies of the Late Quaternary glaciers on Mount Geyikdag in the eastern Mediterranean”, *Quaternary Geochronology*, 39, 189–204. DOI: [10.1016/J.QUAGEO.2017.03.003](https://doi.org/10.1016/J.QUAGEO.2017.03.003)
- Sarış, F. (2020). The spatial pattern of selected extreme precipitation indices for Turkey (1975-2012). *Bulletin of Geography. Physical Geography Series*, 19, 19-30. <https://doi.org/10.2478/bgeo2020-0007>
- Sarış, F., Hannah, D., & Eastwood, W. (2010). Spatial variability of precipitation regimes over Turkey. *Hydrological Sciences Journal*, 55, 234- 249. <https://doi.org/10.1080/02626660903546142>
- Sarış, F., Keserci, F., & Bayrakdar, C. (2021). Yerel yağış değişkenliğine bir örnek: Fethiye-Söğütlüdere karşılaştırması. *Türk Coğrafya Dergisi*, (77), 87-98. <https://doi.org/10.17211/tcd.928567>
- Türkeş, M., Koç, T., & Sarış F. (2008). Spatiotemporal variability of precipitation total series over Turkey. *International Journal of Climatology*, 29, 1056-1074. <https://doi.org/10.1002/joc.1768>
- Ulbrich, U, Leckebusch, G.C., & Pinto, J.G. (2009). “Extratropical cyclones in the present and future climate: a review”. *Theoretical and Applied Climatology*, 96, 117–131. <https://doi.org/10.1007/s00704-008-0083-8>
- Ünal-İmer, E., Shulmeister, J., Zhao, J.-X., Tonguç Uysal, I., Feng, Y.-X., Duc Nguyen, A., Yüce, G. (2015). An 80 kyr-long continuous speleothem record from Dim Cave, SW Turkey with paleoclimatic implications for the Eastern Mediterranean. *Sci. Rep*, 5 (1), 13560. <https://doi.org/10.1038/srep13560>
- Weertman, J. (1971). “Shear stress at the base of a rigidly rotating cirque glacier”, *Journal of Glaciology*, 10 (58), 31–37.
- Zahno, C., Akçar, N., Yavuz, V., Kubik, P.W., Schlüchter, C. (2009). “Surface exposure dating of Late Pleistocene glaciations at the Dedegöl Mountains (Lake Beyşehir, SW Turkey)”, *Journal of Quaternary Science*. 24, 1016–1028. <https://doi.org/10.1002/jqs.1280>