

**DÖRT FARKLI SOĞUK ORTAM TOPOĞRAFYASI TEK BİR
BUZULLAŞMA ALANI ÜZERİNDE GÖZLENEBİLİR Mİ?
KARÇAL DAĞLARI ÖRNEĞİ (DOĞU KARADENİZ
BÖLÜMÜ/TÜRKİYE)**

*Can four different cold environment topography be observed in the
same glaciation area? The example of Karçal Mountains, (East
Blacksea Division/Turkey)*

Yrd. Doç. Dr. Onur ÇALIŞKAN

Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Fakültesi, İlköğretim Bölümü
caliskanonur1@gmail.com

ÖZET

Glasiyal, proglasiyal, paraglasiyal ve periglasiyal çevreler birbirinden farklı, bağımsız süreç ve mekanizmaların iş üzerinde olduğu arazi sistemleridir. Bahsi geçen ortamların dördü de kendilerine özgü mekanizmalar, dinamikler ve yerşekillerine sahip olmalarına karşın buzul buzunu barındırabilmektedirler. Proglasiyal bölgelerde gerilemeden arta kalan buzul buzunu parçaları diğerlerinden daha kolay fark edilen fenomenler olmakla birlikte paraglasiyal ve periglasiyal ortamlardaki buzul buzunu birbirinden ayırt etmek zordur. Glasiyal döküntü örtülü buzullar, paraglasiyal ölü buz kütleleri ve periglasiyal buz çekirdekli kaya buzulları arasında ortamsal, stratigrafik, jeomorfolojik ve fizyografik farklılıklar bulunmaktadır. Birbirinden bağımsız neden ve sonuçları olmasına karşılık mekânsal bağlamda birbirini izleyen, iç içe geçmiş yapılarından ve dış görünüşlerinin benzer olmasından dolayı ayırt edilmeleri zordur. Bu şekillerin ayırt edilmesi mekanik, dinamik ve jeomorfolojik ayrımlarının kesin hatlarla belirlenmesiyle mümkündür. Türkiye'nin kuzeydoğusunda bulunan Karçal Dağları glasiyal, paraglasiyal ve periglasiyal alanlarında da yaygın olarak gözlemlenen buzul buzunu içeren yapılar, farklı karakterdeki ortamları yansıtmaları açısından benzersiz olasılıklar sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Glasiyal, paraglasiyal, periglasiyal, ölü buz, döküntü örtülü buzul

ABSTRACT

Glacial, proglacial, paraglacial and periglacial environments are land systems those have different and independent mechanism, processes in charge. Although all four environments have different mechanism, processes, dynamics from each other, all of them can contain glacier ice. The glacier ice is remnant part from retreating glaciers in proglacial conditions and it is a phenomenon that can be defined relatively easily, but it is not simple to recognize and differentiate

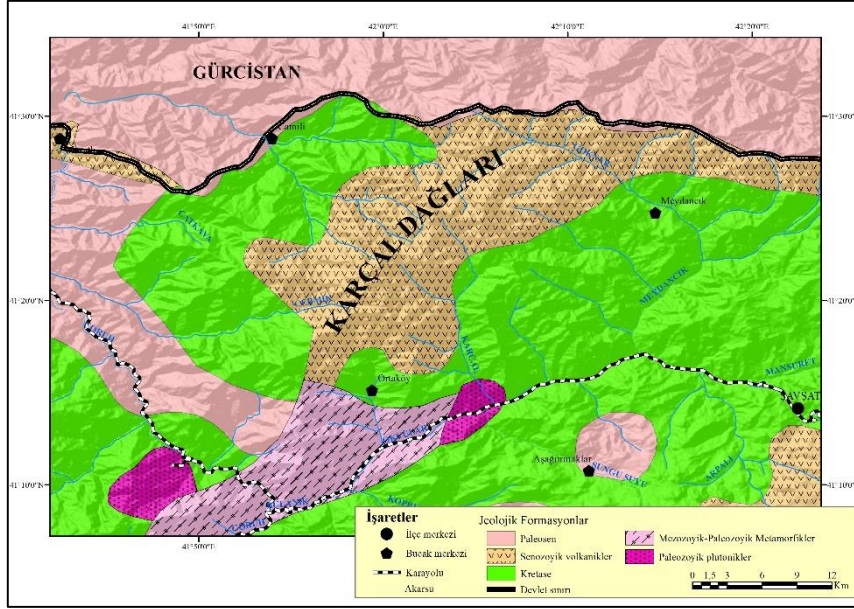
the glacier ice in paraglacial and periglacial environments. Glacial debris-covered glaciers, paraglacial death ice bodies and periglacial rock glaciers have different environmental, stratigraphic, geomorphologic and physiographic features from each other. Even though they have independent causes and consequences, they can be close to each other or one can follow another transitively or in a locational way. As the landforms which are formed by different processes but have similar shapes, they have characteristic differences. The distinction of these landforms can only be possible by definition of the certain margins of the mechanic, dynamic and geomorphologic differences in these environments. The glacier ice that can be observed commonly in the glacial, paraglacial and periglacial environments of Karçal Mountains (Northeast of Turkey) present inimitable opportunities as the bodies with glacier ice reflect different environments.

Keywords: *Glacial, paraglacial, periglacial, dead ice, debris-covered glacier*

1. GİRİŞ

Soğuk koşullar altında şekillenen jeomorfolojik ortamları temel dört başlık altında toplamak olasıdır. Bunlar glasiyal, proglasiyal, paraglasiyal ve periglasiyal ortamlardır. Birbirinden farklı mekanizmaları, neden-sonuç ilişkileri ve bunlara bağlı olarak farklı yerşekillerinin gözlemlendiği bu dört ortam birbirine yakın ve/veya komşu lokasyonlarda bulunmaktadır. Oluşturdukları yerşekilleri bakımından farklı süreçleri barındırmakla birlikte keskin sınırlarla ayrılamamakta, çoğu zaman da birbirine girişik bir şekilde, iç içe gözlenmektedirler. Bu ortamların oluşumlarına neden olan başlıca etken iklimdir. Enlem değerleri tarafından şekillendirilen iklim kuşakları birbirinden kolayca ayrılmaktadır. Yükselti farkından kaynaklanan iklim katları ise nispeten daha iç içe geçmiş bir şekilde gelişebilmektedir. Büyük ve yüksek dağ sıralarında iklimdeki alansal-zamansal değişimler yüzünden kısa mesafeler içinde birbiriyle bağlantılı farklı ortamları ve dolayısıyla yerşekillerini gözlemlemek olasıdır.

Karçal Dağları, Anadolu Yarımadası'nın bütün kuzeyi boyunca uzanan dağ sıralarının kuzeydoğu ucunda bulunmaktadır. Türkiye, Gürcistan sınırında bulunan dağlar Karadeniz kıyısına yaklaşık 40 km uzaklıktadır (Şekil 1). Ortalama yükseltinin 2500-3000 m civarında olduğu dağ kütlelerinin kabaca kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda uzandığı ve üzerinde pek çok buzul vadisinin bulunduğu görülmektedir. En yüksek



Şekil 2: Çalışma alanının jeoloji haritası (Pawlewicz vd., 2003)

Yükseltiye bağlı olarak değişen iklim koşulları morfojenetik yapının da değişimini sağlamaktadır. Buzul vadilerinin içinde yükselti arttıkça birbirinin takip eder şekilde farklı oluşum ve süreçleri görmek olasıdır. Karçal Dağları üzerindeki buzul vadilerinde de glasiyal, proglasiyal, paraglasiyal ve periglasiyal koşullar birbirini takip etmektedir. Karçal Dağları buzul vadilerini diğerlerinden ayıran özelliği aynı döküntü örtülü buzul üzerinde birbiri içine geçmiş farklı ortamların bulunabilmesidir. Bu bakımdan değerlendirildiğinde her dört ortamı da aynı buzul üzerinde sunan soğuk ortam laboratuvarı işlevi görmektedirler. Soğuk ortamlar ve buzul buzlu ilişkisinin açıklanmasında yeni ve kullanışlı olanaklar sunmaktadırlar. Benzersiz bu özelliklerinin gelişiminde iklim, bakı, atmosfer ve topografya koşulları yanı sıra bol miktarda döküntü üreten jeolojik yapı da etkilidir.

2. SOĞUK ORTAMLARDA BUZUL BUZU

Glasiyal ortamlar buzul buzunun hâkim olduğu iklim ve çevresel koşulların bulunduğu alanlarda oluşmaktadır. Buzullaşmanın gelişebilmesi için sıcaklık koşulları kadar yağış ve rüzgâr gibi diğer iklim elemanlarının da etkisi önemlidir. Kar yağışının bulunması ve düşen karın

*DÖRT FARKLI SOĞUK ORTAM TOPOĞRAFYASI TEK BİR BUZULLAŞMA ALANI ÜZERİNDE
GÖZLENEBİLİR Mİ? KARÇAL DAĞLARI ÖRNEĞİ (DOĞU KARADENİZ BÖLÜMÜ/TÜRKİYE)*

erimeden bir sonraki soğuk mevsimine kadar korunması gerekmektedir. Düşen karın rüzgâr tarafından taşınması buzullaşmayı olumsuz etkilemektedir. Uygun sıcaklık yağış ve rüzgâr koşulları altında gelişen kar depolanması, ilk önce buzkar ve daha sonra buzul buzlu oluşumunu destekleyecek kadar devam etmelidir.

Proglasiyal ortamlar buz örtülerinin ya da alpin buzulların cephe bölümlerinde ortaya çıkmaktadır. Bu alanlarda flüvyal, gölsel, denizel ve glasiyal mekanizmaların iç içe çalıştığı koşullar hâkimdir. Buzullara sınır oluşturan bu alanların karmaşık doğası durağanlıktan uzak, sürekli değişen aşınma, taşıma ve biriktirme süreçleriyle ön plana çıkmaktadır (Çalışkan, 2014; 33-34). Buz örtüleri ya da buzulların denize kavuştukları bölgelerde glasiyomarin mekanizma ve ortamlar yer almaktadır. Buzullardan kaynaklanan akarsular glasiyoflüvyal ve buzul sınırlarında oluşan göller ise glasiyolakustrin süreç ve koşulları oluşturmaktadır (Slaymaker, 2011; 86).

Paraglasial terimi ilk kez Ryder tarafından 1971’de kullanılmıştır. Ryder (1971b; 1971a) Kanada, British Columbia’da bulunan ve Geç Pleistosen buzul gerilemesi sonrasındaki debris akmaları ve akarsular tarafından glasiyal sedimentlerin yeniden işlenmesiyle oluşmuş alüvyal yelpazeleri açıklamak için ‘paraglasial’ terimini kullanmıştır. Daha sonra Church ve Ryder (1972; 3059) ‘paraglasial’ tanımını doğrudan buzullaşmadan (glaciation) kaynaklanan, buzullaşmanın olmadığı (non-glacial) süreçler’ olarak formüle etmişlerdir. Bahsi geçen süreçlere proglasiyal ve ‘geçmişte var olan buzul buzlu sınırları içinde ve çevresinde ortaya çıkan, geçmişte buzul buzunun varlığının doğrudan bir sonucu olan’ bütün süreçler dâhildir. Bundan başka paraglasial süreçlerin işlediği zamanı da ‘paraglasial dönem’ olarak dikkate almaktadırlar. Sonraki çalışmalarında sadece Geç Pleistosen buzul gerilemesi (deglaciation) değil buzul gerilemesinin bütün dönemlerini kapsayacak şekilde kavramlarını genişletmişlerdir (Church ve Ryder, 1989). Orijinal tanımda her ne kadar paraglasial ortamlar buzul buzunun bulunmadığı ortamlar olarak kabul edilse de alpin (sirk-vadi) buzulların önemli bir bölümünde buzul buzlu paraglasial depolarla bir arada bulunmaktadır. Buzullaşma yıllar önce sona ermesine karşın üzeri örtülerek korunmaya alınmış buzulların varlığı alpin paraglasial alanlarda sıklıkla rastlanılan bir durumdur.

Periglasiyal terimi 1909’da ilk kez Walery von Lozinski tarafından türetildiğinde (Lozinski, 1909), Pleistosen buz örtüleri ve alpin buzulların çevresindeki alanlarda şekillenen iklimsel ve jeomorfolojik koşulları açıklamak için kullanılmıştır (French, 2007; 3). Daha sonradan yapılan araştırmalar periglasiyal ortam ve koşulların Son Buzul Maksimumu’nda bile buzullaşmayan ya da buz örtülerinin hemen yakınında bulunmayan lokasyonlarda gelişebildiğini göstermektedir (Peter, 2005; 774). Periglasiyal terimi günümüzde, buzullara zaman ve mekân içindeki yakınlığından bağımsız olarak, buzullaşmanın var olmadığı soğuk çevreler, koşullar, süreçler ve yerçekillerini kapsamaktadır (Washburn, 1979; van Everdingen, 1998; Peter, 2005; French, 2007).

Glasiyal çevrelerde buzullaşma hâkim mekanizma, buzul aşındırma ve biriktirmesi de hâkim süreçtir. Yerçekillerinin oluşumunda birinci dereceden sorumlu iki etken buzul ve buzullaşmadır. Proglasiyal ortamlar ise genellikle glasiyoflüvyal, glasiyolakustrin, glasiyomarin süreçlerin hâkim olduğu ve buz örtüleri, buz takkeleri ve alpin buzullara komşu alanlardır. Paraglasiyal ortamlar ise buzullardan kaynaklı koşullara sahip olmasına karşılık buzullaşmanın bulunmadığı, genellikle buzullaşma sonucu gelişmiş aşınma ve biriktirme şekillerinin yeniden işlenmesiyle şekillenen alanlardır (Ryder, 1971a; Church ve Ryder, 1972; Ballantyne, 2002; Slaymaker, 2007; Knight ve Harrison, 2009; Slaymaker, 2011). Periglasiyal ortamlar donma, çözülme ve permafrostla ilişkili süreçlerin hâkim olduğu alanlardır. (Tablo 1).

Tablo 1: Soğuk ortamları ayırmak için kullanılacak ölçütler (Slaymaker, 2011; 86’den değiştirilerek)

Ortam	Ölçütler/Ayrımlar			
	Geçiş zamanı ve mekânı	Lokasyon	Süreç	Oluşum
Glasiyal	Buzullaşma, buz örtüleri ve buzullar	Yüksek enlem Yükseltinin fazla olduğu alanlar	Glasiyal	Buzul aşındırma ve biriktirmesi
Paraglasiyal	Buzullaşmanın gerilemesine bağlıdır	Yüksek alanlar Ana vadiler	Buzul dışı	Depolama yok Depolama hâkim
Proglasiyal	Buzulların cephe bölümleri	Buzul kenarları	Glasiyoflüvyal Glasiyolakustrin Glasiyomarin	Erozyon Birikim
Periglasiyal	Soğuk ama buzulların bulunmadığı alanlar	Yüksek arktik Kalıcı kar sınırı altı	Donma çözülme Permafrost	Örüntülü zemin Pingo vb.

DÖRT FARKLI SOĞUK ORTAM TOPOĞRAFYASI TEK BİR BUZULLAŞMA ALANI ÜZERİNDE GÖZLENEBİLİR Mİ? KARÇAL DAĞLARI ÖRNEĞİ (DOĞU KARADENİZ BÖLÜMÜ/TÜRKİYE)

Buzul buzlu glasiyal, proglasiyal, paraglasiyal ve periglasiyal ortamların dördünde de bulunabilmektedir. Bu noktada buzul buzunun yerçekiminin oluşumunda etken ya da edilgen oluşuna bağlı olarak topografya değişkenlik göstermektedir. Glasiyal ortamlarda aşındırma, taşıma ve biriktirme süreçlerinden sorumlu temel kuvvet buzul buzunun kendisidir. Buzul gerilemesi sırasında parçalanarak geride kalan büyük buzul buzlu parçaları proglasiyal alanlardaki buzul buzlarının klasik örnekleridir. Bu parçalar ilerleyen aşamalarda kettle dolgularını oluşturmaktadır. Paraglasiyal ortamlarda buzul buzlu bulunmakla birlikte geçmiş iklim koşullarından kalıttır (reliktir) ve güncel buzullaşma bulunmamaktadır. Var olan buzul buzlu spesifik koşullar aracılığıyla korunmuş ve ortamda bulunan diğer kayaç ya da depolardan farklı değildir. Periglasiyal koşullar altında korunmuş buzul buzlu, buz çekirdekli kaya buzulu biçiminde depolanmış ve uzun yıllar boyunca varlığını devam ettirmiş olabilmektedir. Dört farklı ortamda, farklı çevresel koşullarda bulunmalarına bağlı olarak birbirlerinden bağımsız süreç ve sonuçlar üretmektedirler (Tablo 1; Tablo 2).

Ortam	Buzul buzunun varoluş koşulları	Buzul buzunun etkisi
Glasiyal	Çıplak ya da kısmen döküntü örtülü sirk, vadi, dağ, plato, pediment buzulu şeklinde bulunabilir. Buzullaşma devam ettiği için beslenme ve hareket de devam etmektedir.	Aşındırma ve biriktirme yapabilmektedir.
Proglasiyal	Buzul gerilemesi sırasında kopmuş ve erimesi zaman alan büyük buz parçaları şeklinde bulunmaktadır.	Glasiyolaküstrin ve glasiyoflüvyal depoların oluşumunda önemli payı bulunmaktadır, ayrıca ağırlığıyla till içinde depresyonlar oluşturabilmekte, sonrasında bu alanda göl oluşabilmektedir.
Paraglasiyal	Tamamen döküntüyle örtülmüş, buzulun hareketi bitmiş, ölü buz karakterini almıştır.	Yüzeyden ablasyon döküntü örtüsü tarafından durdurulduğu halde, buzulun içindeki hareketlerden dolayı hareket devam etmektedir. Bunun sonucu olarak buzul parçalanmaya devam etmektedir. Bu olaylar buzul altı akımlarını desteklemekte, buzulun üzerinde ise göl/gölcük oluşumuna neden olmaktadır.
Periglasiyal	Döküntü örtüsü buzul buzunun bütünüyle izole olmasına neden olmuş, buz çekirdekli kaya buzulu şeklinde varlığını korumaktadır.	Döküntü örtüsünün sağladığı izolasyon sayesinde binlerce yıl erimeden korunmakta, iklim ısınmaya devam etse bile sabit kalmaktadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Veri

Bu çalışmada Karçal Dağları'nda yer alan buzullarının kütle dengeleri, alan, hacim ve çevresel koşullarının belirlenmesi için 10 metrelik sayısal yükselti modelleri, stereoskopik sayısal hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri kullanılmıştır. Buzulların soğuk ortam ilişkilerinin ortaya konulması, buzullar dışında kalan yerçekillerinin özelliklerinin de analizi için 1/25.000 ölçekli topografya paftaları da birer veri kaynağı olarak tercih edilmiştir. Çalışmada kullanılan sayısal yükselti modelleri topografya paftaları kullanılarak coğrafi bilgi sistemi (CBS) yazılımları aracılığıyla elde edilmiştir. Kullanılan uydu görüntüleri 17 Ekim 2011 yılında elde edilmiş iki adet ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer; Isıl Emisyonlu ve Refleksiyon Radyometreli Gelişmiş Uydular) ve Digital Globe görüntüsüdür. Ayrıca 10.10.1969, 26.08.1989 ve 12.10.2002 yıllarına ait Harita Genel Komutanlığı tarafından çekilmiş toplam 7 adet stereoskopik sayısal hava fotoğrafı da araştırma sahasının ayrıntılı analizi için kullanılmıştır. 1969 yılına ait hava fotoğrafında çalışma sahasının tamamı karla örtülüken, 1989 ve 2002 yıllarında kar örtüsü sadece beneklerde ve buzul akümülyasyon alanlarında gözlenmektedir.

3.2. Buzul kütle hesaplamaları

Uluslararası alanyazını incelendiğinde buzul hacim hesaplamalarında kullanılan belli başlı üç yöntem olduğu görülür. Bunlardan ilki sahada yapılan sondaj ya da yer radarı (GPR) ölçümlerinin buzulun tamamına dağıtılması yoluyla gerçekleştirilen hacim hesaplamalarıdır. İkinci ve daha yaygın olarak kullanılan yöntem ise uzaktan algılama yöntemleri, özellikle uydu radar sistemleri, SRTM (Shuttle Radar Topography Mission; Uzay Mekiği Radarı Topografya Görevi) ve ASTER aracılığıyla gerçekleştirilen kalınlık ve alan ölçümleriyle yapılan hacim hesaplamaları olarak karşımıza çıkmaktadır (Kargel vd., 2005). Yukarıda belirtilen her iki yöntem de bir hayli yüksek maliyetleri olan yöntemlerdir. Bir üçüncü yöntem ise görsel malzemelerin, özellikle topografya haritalarının, coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak sayısallaştırılması bu vasıta ile yaratılan sayısal yükseklik modelleriyle hacmin hesaplanmasıdır (Popovnin vd., 1999; Rivera ve Casassa, 1999;

*DÖRT FARKLI SOĞUK ORTAM TOPOĞRAFYASI TEK BİR BUZULLAŞMA ALANI ÜZERİNDE
GÖZLENEBİLİR Mİ? KARÇAL DAĞLARI ÖRNEĞİ (DOĞU KARADENİZ BÖLÜMÜ/TÜRKİYE)*

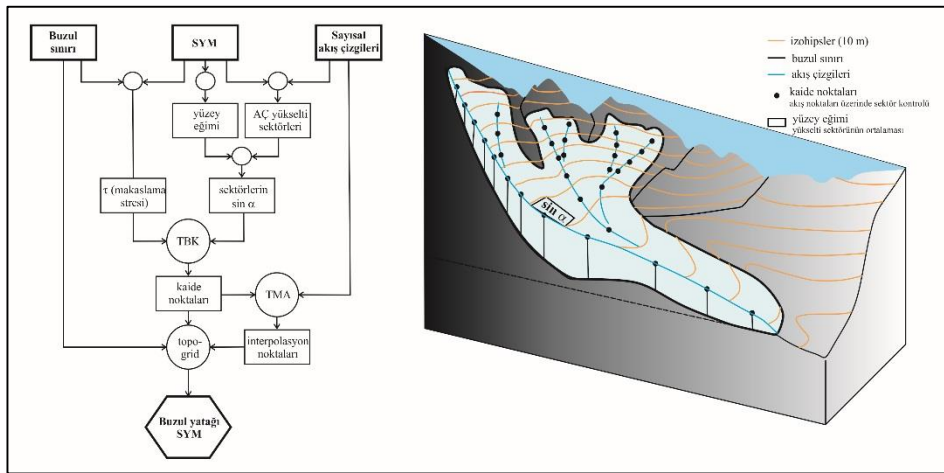
Paul vd., 2004; Käab, 2005; Mark ve Seltzer, 2005; Rai, 2005; Keutterling ve Thomas, 2006; Berthier vd., 2007; Berthier ve Toutin, 2008; Quincey ve Glasser, 2009).

Buzul yüzeyi, altındaki yatağın eğimini yansıtmaktadır. Buzul kalınlığı belirleyen temel bileşenlerden biri de yatak eğimidir. Görece daha dik eğimlerde daha ince bir buzul oluşmakta, daha düşük eğimlerde ise buzul kalınlığı artmaktadır. Bu ilişkiden yola çıkarak Paterson (2001) tahmini buz kalınlıkları (TBK) adını verdiği ve idealize buzul geometrileri için oldukça kullanışlı olan kuramsal kavramı oluşturmuştur. Leysinger Vieli ve Gudmundsson (2004) tarafından kabul edilen yaklaşım, taban makaslama kuvvetini ve derine kazma oranlarını da hesaplamaların içine dâhil etmesi bakımından daha karmaşık bir model oluşmasını sağlamıştır. Buzulları sadece birer düzlem olarak değil, kalınlığı ve hacmi olan gerçek 3 boyutlu şekiller olarak algılamak, sayısal yükselti modelleri (SYM) ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) temelli veri işleme süreçleri için uygun model oluşturulmasını sağlamıştır (Wilfred Haerberli ve Hölzle, 1995; Wilfried Haerberli ve Hohmann, 2008). Bağımsız buzullardan elde edilen veriler genellemelere ulaşılmasına olanak tanımıştır. Bu genellemeler buzul kalınlıklarını ve dolayısıyla hacim hesaplanmasını daha gerçekçi hale getirmiştir (Linsbauer vd., 2009).

Linsbauer vd. (2009) tarafından geliştirilen ve bu çalışmada da kullanılan buzul hacim hesaplama yöntemi sayısal yükselti modeli, buzulun sayısal sınırları ve bir seri akış çizgisi gerektirmektedir. Her bir buzul için ortalama bir taban makaslama kuvveti derine kazmanın fonksiyonu olarak saptanmakta, seçili noktalardaki buz kalınlıkları ise yüzey eğiminin bir fonksiyonu olarak hesaplanmaktadır (Şekil 3). Bu hesaplama için gereken veriler sayısal buzul sınırları, akış çizgileri ve SYM'lerdir. Bu verilerin CBS yazılımları aracılığıyla işlenmesi sonucunda tahmini buzul kalınlıkları, yatak eğimleri, buzulların alan ve hacimleri hesaplanabilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, ulusal alanyazında çok az bilinen ya da sıklıkla birbirine karıştırılan soğuk ortamların ayırt edilmesinde anahtar özelliklerin neler olduğunun vurgulanmasıdır. Farklı soğuk ortamlarda var olabilen buzul buzunun özelliklerinin ayırt edilmesinde kullanılabilecek mekanizma ve süreçlerin ortaya konulmasıdır. Ulusal ve uluslararası alanyazında yanlış kullanılan terim ve ölçütlerin nesnel bulgulara dayalı

olarak yeniden yapılandırılmasını da içermektedir. Bu amaçlar doğrultusunda, aynı buzul vadisi içinde farklı ortamların işaretlerini ortaya koyan buzul barındıran yerçekillerine odaklanılmaktadır. Bu bağlamda değerlendirildiğinde klasik buzul jeomorfolojisi çalışmalarında olduğu gibi bütünlüklü bir bakış açısıyla soğuk ortam yerçekillerinin ele alındığı yeni bir analitik perspektif sunmaktadır.



Şekil 3: Buzul hacim hesaplamasında kullanılan yöntemin basamaklarını gösteren akış şeması ve modellenen parametrelerin şematik gösterimi (Linsbauer vd., 2009, p. 245'den değiştirilerek). Akış şemasında 1) Buzul sınırı, sayısal yükselti modelleri (SYM) ve akış çizgileri hazırlanır 2) SYM, yüzey eğimleri ve makaslama stresi kullanılarak TBK hesaplanır. Akış çizgilerinden kaide noktaları için buz kalınlıkları hesaplanmış olur. 3) Akış çizgileri boyunca ters mesafe ağırlıklı (TMA) interpolasyon kullanılarak kaide noktalarının alansal yoğunluğu hesaplanır. 4) Topogrid ve interpolasyon noktaları kullanılarak yatak yüksekliklerinin SYM'si hesaplanır

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Karçal Dağları buzullarının başlıca özellikleri

Karçal Dağları buzulları üzerine odaklanan çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Bunlardan ilkinde ASTER görüntüleri kullanılarak Türkiye'deki buzul envanterini oluşturmaya çalışan Sarıkaya (2011; 537-538) Karçal Dağları'nı da incelemiştir. İyi gelişmiş 4 adet 'kaya buzulu' bulunduğunu 09.09.2009 tarihli ASTER görüntüsünden yola çıkarak ifade etmiştir. Araştırmacının periglasiyal jeomorfolojiye ait bir terimi neden

*DÖRT FARKLI SOĞUK ORTAM TOPOĞRAFYASI TEK BİR BUZULLAŞMA ALANI ÜZERİNDE
GÖZLENEBİLİR Mİ? KARÇAL DAĞLARI ÖRNEĞİ (DOĞU KARADENİZ BÖLÜMÜ/TÜRKİYE)*

buzullar için kullandığı tartışmaya açıktır. Akümülyasyon alanları dışında kalan bölümlerin döküntüyle örtülmüş olması olasılıklardan biridir. Aynı çalışmada en büyük buzulun 1,56 km, diğerlerinin de ortalama 465 m uzunluğunda olduğu ileri sürülmektedir. Pek çok terimin yanlış kullanıldığı çalışmada ‘ardışıklı kaya sırtı’ olarak isimlendirilen şekillerin ise terminal bölümlerinde kütle hareketleri sonucu oluşan loblar olduğu tahmin edilmektedir.

Karçal Dağları buzullarını ayrıntılarıyla değerlendiren diğer çalışma Gürgen ve Yeşilyurt (2012) tarafından gerçekleştirilmiştir. Kabaca kuzey güney doğrultuda uzanan dağ sırasında biri kuzeye, dördü doğuya bakan toplam beş buzul olduğu belirtilmiştir. Buradaki buzullar kaya buzullarından ayrı bir şekil olarak tanımlanmış ve döküntü örtülü buzul olarak isimlendirilmiştir. Sirk alanından taşarak vadi buzulu şeklini aldıkları vurgulanmıştır. Çalışmada glasiyal ve periglasiyal şekillerin günümüzdeki özelliklerini betimlenmiştir. Döküntü örtülü buzullarla kaya buzullarının birbirinin takip eder bir şekilde gözlendiğini rapor edilmektedir. Araştırmacılar tarafından vurgulamasa da yaygın olarak karşılaşılan paraglasiyal oluşumlardan biri olan kayşat dolgularının döküntü örtülü buzullarla bir arada, aynı yükseklikte gözlemlenmesi de önemli bulgulardan biridir.

Karçal Dağlarında buzullaşmanın doğuya ve/veya kuzeye bakan, 3000 metreden yüksek sirk alanları içinde devam ettiği gözlenmektedir. Bu özelliklere sahip toplam beş sirk alanı içinde günümüzde buzul oluşumunun devam ettiği glasiyal ortamın varlığından söz etmek olasıdır. Bu alanlarda buzul hareketinin ve aşındırmasının devam ettiğine dair izler bulunmaktadır. Üst morenlerin diziler oluşturacak şekilde taşınması güncel buzul oluşumu ve hareketini gösteren önemli kanıtlardır. Buzulların önemli bir diğer özelliği çoğu bölümlerinin döküntü örtüsüyle kaplanmış olmalarıdır. Buzulların ve buzullaşmanın varlığını korumasında temel özelliklerden biri bakı koşullarının sağladığı korunaklı durum bir diğeri ise döküntü örtüsünün yarattığı izolasyondur.

Karçal Dağları’nın uygun bakı, topografya ve yükselti koşullarının bulunduğu tekneler içine hapsolmuş buzul buzlu kütlelerinin kaya buzulu mu yoksa döküntüyle örtülü buzul mu olduğu önemli bir tartışmadır. Bahsi geçen bu alanda günümüzde glasiyal morfojenetik bölge özellikleri gözlenmemektedir. Yapılan hesaplamalar 1969’dan beri buzulların kütle

dengesinde önemli bir değişimin olmadığı ortaya koymaktadır. Araştırma alanında meteorolojik ölçüm yapılmamaktadır ve kış aylarındaki ekstrem hava koşullarından dolayı ölçüm yapmak zor ve tehlikelidir. Bununla birlikte yapılan istatistiki hesaplamalar Karçal Dağları'nda Köppen iklim sınıflandırmasına göre polar tundra (ET) ikliminin olduğunu göstermektedir (Çalışkan, 2014; 43-44). Polar tundra ikliminde yılın büyük bir bölümünde aylık ortalama sıcaklıkların sıfır santigrat derecenin altında olduğu sadece sıcak mevsimde bir ya da birkaç aylık ortalama pozitif değer almaktadır. Sıcak mevsimde bile gece sıcaklıkları donma noktasının altına düşmektedir. Bu durum aktif katman oluşumunu ve donma-çözülme süreçlerini tetiklemektedir. Bu koşullardan kaynaklı olarak geçmişte buzul aşındırması sonucu oluşmuş çoğu sirk alanında buzullaşma ortadan kalkmıştır. Buzullaşmanın olmadığı alanların paraglasiyal ve periglasiyal ortamlar olduğunu açıklar. Karçal Dağları'nda güncel buzul oluşumun kısıtlı olduğu, kesin bir tarih bilinmese de döküntü örtüsü altındaki buzulların büyük bir bölümünün Son Buzul Maksimumu'ndan günümüze kaldığı düşünülmektedir.

Buzulların en büyüğü 0,4 km² alan kaplayan ve ortalama buzul kalınlığı 18 m civarında olan Karçal Buzulu'dur. Karçal Buzulu'nu 0,25 km²'lik alan ve 14 metrelik ortalama buz kalınlığı ile Çukunet Buzulu takip etmektedir. Kuzeye bakan bir sirk ve vadisi içinde varlığını koruyan Gorgit Buzulu'nun ortalama buz kalınlığı 13 m ve yüzey alanı 0,14 km²'dir. Bunlar dışında Çukunet Buzulu'nun güneyinde döküntü örtüsüyle kaplanmış buzul buzu barındıran birkaç sirk daha bulunmaktadır. Bu sirklerin içindeki buzullar görece küçüktür (Şekil 4).

DÖRT FARKLI SOĞUK ORTAM TOPOĞRAFYASI TEK BİR BUZULLAŞMA ALANI ÜZERİNDE GÖZLENEBİLİR Mİ? KARÇAL DAĞLARI ÖRNEĞİ (DOĞU KARADENİZ BÖLÜMÜ/TÜRKİYE)



Şekil 4: Karçal Dağları buzullarının hava fotoğrafı 26.08.1989 tarihinde çekilmiştir

Tablo 3: Karçal Dağları'nda bulunan belli başlı buzulların genel özellikleri

Buzulun adı	Ortalama Eğim (°)	Ortalama buzul kalınlık (m)	Yüzey alanı (km ²)	Hacim (Milyon m ³)
Gorgit Buzulu	21,8	13	0,14	1,82
Karçal Buzulu	19,3	18	0,40	7,2
Çukunet Buzulu	21,2	14	0,25	3,5

4.2.Karçal Dağları'nda glasiyal, proglasiyal, paraglasiyal ve periglasiyal ortamlar

Karçal Dağları'nda Geç Pleistosen'den günümüze kadar varlığını koruyan, en az üç tanesinin üzerinde taze buzullaşma izlerinin bulunduğu buzulların hangi ortamı yansıttığı önemli bir sorudur. Bütünüyle aynı iklim ve fizyografik (enlem, bakı, yükselti) özelliklere sahip olmasına rağmen bir birinden farklı yerçekillerinin oluşması olası değildir. Bu noktada boyutları, yüzey eğimleri, üzerinde göl ya da kütle hareketin göstergesi akma lobları bulunması ve çevreleyen diğer yerçekillerinin oluşumunda etkili olan mekanizmalar sonuca ulaşmakta kullanılacak faktörlerdir. Bu faktörlerden bağımsız olarak bu şekillerin ne oldukları ve çevresel koşullarını açıklamak bilimsel sonuçlar vermeyecektir. Dolayısıyla buzul buzunun hangi ortamı yansıttığı belirlenmeli ve aynı vadinin farklı

yükseltlerinde farklı süreçlerin işlediği göz önünde bulundurulmalıdır. Ortam değişimiyle birlikte değişen yerşekillerinin ne oldukları konusunda ipuçları takip edilmelidir.

Yeni buzul oluşumun varlığına karşılık bütün çevrelerinin periglasiyal iklim koşullarına sahip olduğu gözlenmektedir. Bu noktada devreye periglasiyal bölgelerde sıklıkla gözlemlenen kaya buzulu oldukları sonucuna ulaşmak kolaydır. Bununla birlikte buzulların belli bölümleri bilinen kaya buzullarından farklıdır. Bazılarının üzerinde çökme izleri, kanallar ve hatta supraglasiyal göller bulunmaktadır. Ayrıca loblar eğimden bağımsız olarak sadece belli bir yükseltinin aşağısında ortaya çıkmaktadır. Üzerleyen döküntü örtüsünün sıyrıldığı alanlarda buzul buzunun ortaya çıkması da bir diğer önemli husustur. Bundan daha önemlisi göllerin falezlerinde buzul buzu bulunmaktadır. Başka çalışmalarda tamamıyla döküntüyle örtülü olduklarında hiçbir şüphe olmaksızın kaya buzulu olarak adlandırılabilen oluşumların, üzerlerindeki göller sayesinde farklı sınıflandırmaya tabi tutuldukları rapor edilmiştir (Blumenthal, 1956; Çalışkan vd., 2012).

Üzerlerinde göl bulunmayan buna rağmen özellikle terminal bölümlerinde kütle hareketlerinden kaldığı düşünülen lobların bulunduğu DÖB'ler (döküntü örtülü buzullar) klasik kaya buzullarıyla karıştırılabilmektedir. Dolayısıyla bu tip buzulların glasiyal ve periglasiyal ortamlar arasındaki geçiş özelliklerinden dolayı paraglasiyal ortamları yansıtan 'paraglasiyal döküntü örtülü buzul' olduğu konusunda tereddüt yoktur. Paraglasiyal DÖB'lerde buzul buzu bulunmakla birlikte buzullaşma bulunmamaktadır. Buna rağmen buzul buzunun kaderini belirleyen kendi iç dinamikleri ve termodinamiğidir. Buzul buzunu izole edebilecek kadar döküntü malzemesi gelmemektedir. Paraglasiyal ortamlarda her ne kadar buzullaşma bulunmasa da DÖB'lerde olduğu gibi buzul buzu fiili olarak bulunabilmektedir.

Paraglasiyal DÖB'ler diğer paraglasiyal şekillerle bir arada bulunmaktadır. İç içe bulunan kayşat konisi ve DÖB'den birine paraglasiyal, diğerine de sırf buzul buzu içeriyor diye glasiyal şekil denilemez. Burada ortamdaki ve süreçlerdeki değişimim açıklanmasına ihtiyaç vardır. Buzullaşma sona erdikten sonra buzulun üzerine gelen döküntü malzemesi taşınmayacağı için buzullar üzerinde oluşan kayşatların ancak paraglasiyal aşamada oluşabilecekleri açıktır.

DÖRT FARKLI SOĞUK ORTAM TOPOĞRAFYASI TEK BİR BUZULLAŞMA ALANI ÜZERİNDE GÖZLENEBİLİR Mİ? KARÇAL DAĞLARI ÖRNEĞİ (DOĞU KARADENİZ BÖLÜMÜ/TÜRKİYE)

Buzulların sadece tek bir ortamı değil iç içe birden fazla ortamı yansıttıklarının en önemli göstergesi kütleleridir. Buzul vadisi içinde tabandan yüksekte bulunan ve döküntü tarafından örtülmüş kütlelerin tamamı buzul olarak kabul edildiğinde sıra dışı sonuçlara ulaşılmaktadır. Normal bir alpin buzulda karşılaşılması imkânsız kütle dengesi değerleri ortaya çıkmaktadır. Buzulların bütün örtülü kısımları dikkate alındığında akümülyasyon alanı oranı (AAO) Gorgit'te 0,3, Karçal'da 0,09 ve Çukunet'te 0,18 civarındadır. Normal koşullar altında örtüsüz bir buzulda bu oranın 0,6-0,7 arasında, döküntü örtülü buzullarda ise 0,2-0,4 arasında olması beklenmektedir (Benn vd., 2005). Bu açıdan değerlendirildiğinde Karçal ve Çukunet buzullarının ortalamaların çok gerisinde bir AAO'ya sahip olduğu görülmektedir. Bunun başlıca nedeni ilk bakışta tek parça gibi görünen buzulların, birbirinden bağımsız ve farklı ortamları yansıtan bölümlerinin bulunmasıdır.

Tablo 4: Karçal Dağları 'nda bulunan belli başlı buzullarının akümülyasyon alanı oranları (AAO)

Buzul	Akümülyasyon alanı (m ²)	Ablasyon alanı (m ²)	Toplam alan (m ²)	AAO
Gorgit Buzulu	42.652,74	100.123,75	142.776,49	0,30
Karçal Buzulu	37.820,21	363.846,84	401.667,05	0,13
Çukunet Buzulu	32.881,02	222.986,06	255.867,08	0,09

Döküntü örtülü buzulların önemli bir kısmında geriden beslenme bittiğinde buzul plastik özelliğini kaybetmekte ve ablasyon alanlarında çökmeler yaşanmaktadır. Bu çökmeler sonucunda paraglasiyal döküntü örtülü buzulların karakteristik özelliklerinden biri olan supraglasiyal göller ortaya çıkmaktadır (Çalışkan vd., 2014). Supraglasiyal göller glasiyal oluşumların bittiğinin ve artık buzulun beslenmediğinin karakteristik göstergeleridir. Göllerin oluşumu buzul gerilemesinin geri dönülmez bir eşiği aştığını ve artık glasiyal koşulların bitip paraglasiyal koşulların başladığını ilan etmektedir. Akümülyasyon zayıfladığı veya bittiği halde döküntü örtüsünün sağladığı izolasyonla hareketini devam ettiren buzullarda bu tip çökmeler sıkça gözlenmektedir. Örtüsüz alpin buzullarda neredeyse hiç gözlenmeyen ama uygun yüzey eğim koşullarına sahip döküntü örtülü buzulların tamamında bu çökmeler yaşanmaktadır. Yapılan hesaplamalara göre 2°-10° arasında yüzey eğimine sahip DÖB'lerde supraglasiyal göl oluşumu daha sık gözlenmektedir (Reynolds, 2000; Gürgen vd., 2010). Supraglasiyal göl oluşumunun glasiyal ortamın bittiği, paraglasiyal koşullara geçişin yaşandığının bir göstergesi olduğu kabul

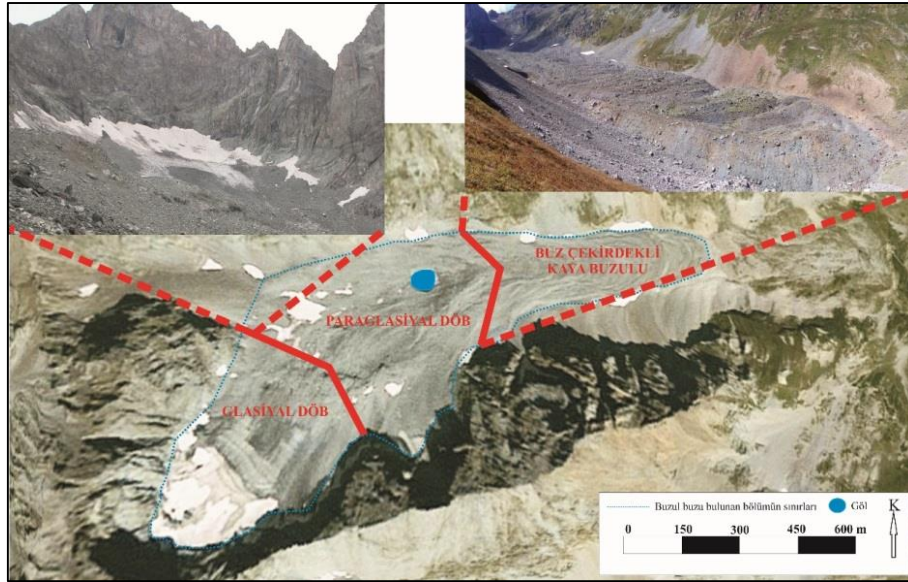
edilmelidir. Bu göller artık geriden beslenmenin ve dolayısıyla buzullaşmanın bittiğini gösteren fenomenlerdir.

Karçal Dağları buzullarında önemli bir diğer özellik ise üç buzul üzerinde glasiyal DÖB'lerin paraglasiyal DÖB'lere, paraglasiyal DÖB'lerin ise periglasiyal kaya buzullarına evrilmesidir. Glasiyal DÖB'lerde buzullaşmanın sona erdiği bölüm akümülyasyon alanıdır. Buzullaşma bitmiş olmasına karşın buzulların hareketinden dolayı ablasyon alanında da buzul buzu bulunmaktadır. Yıllar arasında akümülyasyon/ablasyon arasında önemli farklılıklar yaşanabilmesine karşın ablasyon alanlarında buzullaşma bitmiştir. Örtüsüz alpin buzulların tersine DÖB'lerde geriden beslenme ortadan kalktığına bile döküntü örtüsünün sağladığı yalıtım sayesinde buzul gerilemesi yavaş gerçekleşmekte hatta ilerlemeler bile gözlenmektedir (Driedger, 1993). Dolayısıyla tıpkı tamamen örtülü paraglasiyal şekillerde olduğu gibi buzullaşma bitmiş olmasına karşılık buzul buzunun varlığını koruduğu bölümler bulunabilmektedir. Dolayısıyla bu tip glasiyal yapılarda bile buzul gerilemesinin bir aşamasında paraglasiyal bölümler ortaya çıktığı anlaşılmaktadır. Paraglasiyal bölümleri ise karakteristik kaya buzulunun bütün özelliklerini sergileyen periglasiyal bölüm takip etmektedir (Şekil 5).

Uluslararası alanyazınında döküntü örtülü buzullar sadece glasiyal ortamları yansıtan yerçekilleri olarak kabul edilmektedir. Bunun yanı sıra periglasiyal ortamlarda tamamıyla döküntüyle örtülmüş buzullara ise buz çekirdekli kaya buzulu denilmektedir. Karçal Buzulu örneğinde de görüldüğü gibi bu iki yerçekli arasında paraglasiyal döküntü örtülü buzullar olduğu açıktır. Yaklaşık 1.600 metre uzunluğunda olan Karçal Buzulu'nun büyük bir bölümü glasiyal bir DÖB değildir. Tersine buzullaşmanın ve buna bağlı olarak ilerlemenin sona erdiği bölümlerden itibaren paraglasiyal bir DÖB şeklini almaktadır. Bu noktadan itibaren buzullaşma ve etkilerinin sona ermekte, buzul ölü buz halini almaktadır. Buzul ilerlemesinin yerini termokarstik çökme ve parçalanmaların aldığı paraglasiyal bölümü ise periglasiyal süreçlerin hâkim olduğu, buzulun donma çözülme hareketlerinin hâkimiyeti altına girdiği bir alan izlemektedir. Bu bölümde döküntü örtüsünün buzuldan bağımsız bir şekilde hareket edebildiği gözlenmektedir (Şekil 5). Benzer oluşumlar Gorgit ve Çukunet buzullarında da gözlenmektedir.

DÖRT FARKLI SOĞUK ORTAM TOPOĞRAFYASI TEK BİR BUZULLAŞMA ALANI ÜZERİNDE GÖZLENEBİLİR Mİ? KARÇAL DAĞLARI ÖRNEĞİ (DOĞU KARADENİZ BÖLÜMÜ/TÜRKİYE)

Glasiyal bölüm akümülyasyon alanıyla başlamakta ve termokarstik çökmelerin gözleendiği bölüme kadar devam etmektedir. Buzulun kalınlığı 40 metreden daha inceyse elastikiyetini kaybetmekte ve çökmeler yaşanmaktadır. Paraglasiyal bölüm englasiyal ya da subglasiyal kanalların çökmesiyle kendisini göstermekte ve engebeli bir yüzey topografyası ile ayırt edilmektedir. Buzul buzunun döküntü örtüsü altında tamamen yalıtılmasıyla da buz çekirdekli kaya buzulu bölümü ortaya çıkmaktadır. Bu noktada buzul geçirimsiz bir tabaka görevi üstlenerek üzerinde aktif katman oluşmasına ve donma çözölmeye bağılı kütle hareketlerinin gelişimine olanak sağlamaktadır.



Şekil 5: Karçal Buzulu, Karçal Dağları 28.09.2010 tarihli Digital Globe görüntüsü. Buzulun kuzeydoğuya bakan buzul yuvası içinde buzullaşmanın devam ettiği, döküntü örtüsüyle kaplı bir ablasyon alanından sonra, paraglasiyal ve periglasiyal özelliklere sahip diğer bölümlerinin ortaya çıktığı gözlenmektedir (Gürgen ve Yeşilyurt, 2012; 99)

Karçal Dağları'nda bulunan buzullar diğer buzullaşma sahalarındaki DÖB'lerin anlaşılması açısından önemli ipuçları sunmaktadır. Alpler, Himalaya ya da And Dağları gibi daha büyük dağ sıralarındaki buzullarla kıyaslandığında küçük ölçekli şekillerdir ve gözlenmeleri daha kolaydır. Bununla birlikte DÖB'ler üzerinde işleyen mekanizma ve süreçlerin anlaşılması, yerçekillerinin analizi açısından

önemli olasılıklar sunmaktadırlar. Bu özellikleri buzullar ve buzullaşma konusunda kayda değer laboratuvar işlevi görmelerini kolaylaştırmaktadır. Buna göre uygun koşulların bulunduğu buzul vadilerinde glasiyal, proglasiyal, paraglasiyal ve periglasiyal şekiller iç içe, geçişli olarak bulunabilmektedir (Şekil 5). Sadece bahsi geçen bu buzulların dar alanlı olması değil, ayrıca buzulların gerileme aşamasında olması farklı ortamların iç içe geçmesine ve kısa mesafeler arasında bir arada gözlenmesine olanak vermektedir. Bununla birlikte komşu pek çok paleoglasiyal alanda olduğu gibi buzullaşmanın bütünüyle sona erdiği paraglasiyal DÖB karakterinde olan şekiller de bulunmaktadır.

5. SONUÇ

Örtü buzullarında olduğu gibi alpin buzullar da başta iklim değişiklikleri olmak üzere çevresel değişimlere karşı tepkiler geliştirmektedirler. Bununla birlikte buzul buzunu sadece glasiyal ortamlarda değil, bunların yanı sıra proglasiyal, paraglasiyal ve periglasiyal alanlarda da bulunabilmektedirler. Buzul buzunun varlığına ya da varlık zamanına bağlı olarak geliştirilen tanım ve terimler döküntü örtüsüyle kaplandığı için korunan buzulları açıklayamamaktadır. Koruyucu döküntü katmanının altında uzun bir süre varlığını koruyan buzul buzunun hangi ortamı yansıttığının iyi analiz edilmesi zorunludur. Tek bir ortama özgü döküntü örtülü buzul tanımı yerine, döküntü malzemesiyle örtülmüş olmasına karşılık farklı karaktere sahip üç ayrı yerşeklinden bahsetmek gerekmektedir. Birincisi buzullaşmanın devam ettiği ve dolayısıyla buzul hareketinin sürdüğü ortamlardaki döküntü örtülü buzullar glasiyal jeomorfojenetik bölgelerde bulunmaktadır. İkinci olarak buzullaşma bitmiş olmasına karşılık buzul buzunun kendi iç dinamikleriyle varlığını koruyabildiği, glasiyal periglasiyal geçişinde bulunan döküntü örtülü buzullar ise paraglasiyal ortamları yansıtmaktadır. Üçüncü ve son olarak buzul buzunun döküntü örtüsünün içinde bir çekirdek olarak korunmasına rağmen, döküntü örtüsünde kütle hareketlerinin de gelişebildiği durumlarda ise buz çekirdekli kaya buzulları gelişmekte ve periglasiyal ortamları yansıtmaktadır. Birbirinden farklı süreç, mekanizma ve yerşekillerine sahip olmalarına karşılık bu üç morfojenetik bölgede iç içe geçmiş bir şekilde birbirinin izleyebilmektedir. Uygun bakı ve eğim koşullarına sahip aynı alpin buzul üzerinde de her üç ortamı bir birinin peşi sıra görmek olasıdır.

KAYNAKÇA

- Ballantyne, C. K. (2002). Paraglacial geomorphology. *Quaternary Science Reviews*, 21, 1935-2017.
- Benn, D. I.; Kirkbride, P. M.; Owen, A. L. and Brazier, V. (2005). Glaciated Valley Landsystems. In D. J. A. Evans (Ed.), *Glacial Landsystems*, Oxford University Press New York, 372-406.
- Berthier, E.; Arnaud, Y.; Kumar, R.; Ahmad, S.; Wagnon, P. and Chevallier, P. (2007). Remote sensing estimates of glacier mass balances in the Himachal Pradesh (Western Himalaya, India). *Remote Sensing of Environment*, 108, 327-338.
- Berthier, E. and Toutin, T. (2008). SPOT5-HRS digital elevation models and the monitoring of glacier elevation changes in North-West Canada and South-East Alaska. *Remote Sensing of Environment*, 112, 2443-2454.
- Blumenthal, M. M. (1956). *Yüksek Bolkardağın kuzey kenar bölgelerinin ve batı uzantılarının jeolojisi (Güney Anadolu Toroslari): Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Yayınları Seri No: 7, Ankara.*
- Church, M. and Ryder, J. M. (1972). Paraglacial sedimentation: a consideration of fluvial processes conditioned by glaciation. *Bulletin, Geological Society of America*, 83, 3059-3072.
- Church, M. and Ryder, J. M. (1989). Sedimentology and clast fabric of subaerial debris flow facies in a glacially-influenced alluvial fan-a discussion. *Sedimentary geology*, 65, 195-196.
- Çalışkan, O. (2014). *Permafrost ve Periglasiyal Jeomorfoloji: Ankara Üniversitesi Yayınevi, Ankara.*
- Çalışkan, O.; Gürgen, G.; Yılmaz, E. ve Yeşilyurt, S. (2012). *Glacial morphology and debris-covered glaciers of northeast of Bolkar Mountains (Cilt. 9).*
- Çalışkan, O.; Gürgen, G.; Yılmaz, E. ve Yeşilyurt, S. (2014). Debris-covered Glaciers During Glacial and Interglacial Periods on the Taurus Mountains (Turkey). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 120, 716-721.
- Çiner, A. (2003). Türkiye'nin Güncel Buzulları ve Geç Kuvaterner Buzul Çökelleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 46, 55-78.

- Driedger, C. L. (1993). *Glaciers on Mount Rainier*: U.S. Geological Survey Open File Report, 92-474, Vancouver.
- French, H. M. (2007). *The periglacial environment*: John Wiley and Sons, Chichester, England; Hoboken, NJ.
- Gürgen, G.; Çalışkan, O.; Yılmaz, E. ve Yeşilyurt, S. (2010). Döküntü örtülü buzullar ve kaya buzulları. [Article]. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 5, 32-45.
- Haeberli, W. and Hohmann, R. (2008). *Climate, glaciers, and permafrost in the Swiss Alps 2050: scenarios, consequences, and recommendations*. Paper presented at the Proceedings Ninth International Conference on Permafrost.
- Haeberli, W. and Hölzle, M. (1995). Application of inventory data for estimating characteristics of and regional climate-change effects on mountain glaciers: a pilot study with the European Alps. *Annals of glaciology*, 21, 206-212.
- Kääb, A. (2005). Combination of SRTM3 and repeat ASTER data for deriving alpine glacier flow velocities in the Bhutan Himalaya. *Remote Sensing of Environment*, 94, 463-474.
- Kargel, J. S.; Abrams, M. J.; Bishop, M. P.; Bush, A.; Hamilton, G.; Jiskoot, H.; Kääb, A.; Kieffer, H. H.; Lee, E. M.; Paul, F.; Rau, F.; Raup, B.; Shroder, J. F.; Soltesz, D.; Stainforth, D.; Stearns, L. and Wessels, R. (2005). Multispectral imaging contributions to global land ice measurements from space. *Remote Sensing of Environment*, 99, 187-219.
- Keutterling, A. and Thomas, A. (2006). Monitoring glacier elevation and volume changes with digital photogrammetry and GIS at Gepatschferner glacier, Austria. *International Journal of Remote Sensing*, 27, 4371-4380.
- Knight, J. and Harrison, S. (2009). Periglacial and paraglacial environments: a view from the past into the future. *Geological Society, London, Special Publications*, 320, 1-4.
- Kurter, A. (1991). Glaciers of Turkey. In R. S. Williams ve J. G. Ferrigno (Eds.), *Satellite image atlas of glaciers of the world*, US Geological Survey Washington, G1-G30.

**DÖRT FARKLI SOĞUK ORTAM TOPOĞRAFYASI TEK BİR BUZULLAŞMA ALANI ÜZERİNDE
GÖZLENEBİLİR Mİ? KARÇAL DAĞLARI ÖRNEĞİ (DOĞU KARADENİZ BÖLÜMÜ/TÜRKİYE)**

- Leysinger Vieli, G. and Gudmundsson, G. (2004). On estimating length fluctuations of glaciers caused by changes in climatic forcing. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface* (2003–2012), 109.
- Linsbauer, A.; Paul, F.; Hoelzle, M.; Frey, H. and Haerberli, W. (2009). The Swiss Alps without glaciers—a GIS-based modelling approach for reconstruction of glacier beds. *Proceedings of Geomorphometry*, 31.
- Lozinski, W. v. (1909). Über die mechanische Verwitterung der Sandsteine im gemässigten klima. *Bulletin International de l'Academie des Sciences de Cracovie class des Sciences Mathematique et Naturalles*, 1, 1-25.
- Mark, B. G. and Seltzer, G. O. (2005). Evaluation of recent glacier recession in the Cordillera Blanca, Peru (AD 1962–1999): spatial distribution of mass loss and climatic forcing. *Quaternary Science Reviews*, 24, 2265-2280.
- Paterson, W. (2001). *The physics of glaciers*: Butterworth-Heinemann.
- Paul, F.; Huggel, C. and Käab, A. (2004). Combining satellite multispectral image data and a digital elevation model for mapping debris-covered glaciers. *Remote Sensing of Environment*, 89, 510-518.
- Pawlewicz, M. J.; Steinshouer, D. W. and Gautier, D. L. (2003). *Map showing geology, oil and gas fields, and geologic provinces of Europe including Turkey*: Open-File Report 97-470I, United States Geological Survey, Denver.
- Peter, W. (2005). Periglacial Geomorphology. In A. S. Goudie (Ed.), *Encyclopedia of Geomorphology* Routledge New York, 772-776.
- Popovnin, V. V.; Danilova, T. A. and Petrakov, D. A. (1999). A pioneer mass balance estimate for a Patagonian glacier: Glaciar De los Tres, Argentina. *Global and Planetary Change*, 22, 255-267.
- Quincey, D. J. and Glasser, N. F. (2009). Morphological and ice-dynamical changes on the Tasman Glacier, New Zealand, 1990–2007. *Global and Planetary Change*, 68, 185-197.

- Rai, S. C. (2005). *An overview of glaciers, glacier retreat, and subsequent impacts in Nepal, India and China*: WWF Nepal Program, Kathmandu.
- Reynolds, J. M. (2000). On the formation of supraglacial lakes on debris-covered glaciers. In M. Nakao, A. Fountain ve C. F. Raymond (Eds.), *Debris-covered Glaciers*, IAHS Publication Washington, 153-164.
- Rivera, A. and Casassa, G. (1999). Volume changes on Pio XI glacier, Patagonia: 1975–1995. *Global and Planetary Change*, 22, 233-244.
- Ryder, J. M. (1971a). Some aspects of the morphometry of paraglacial alluvial fans in south-central British Columbia. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 8, 1252-1264.
- Ryder, J. M. (1971b). The stratigraphy and morphology of para-glacial alluvial fans in south-central British Columbia. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 8, 279-298.
- Sarıkaya, M. A. (2011). Türkiye'nin Güncel Buzulları. In D. Ekinci (Ed.), *Fiziki Coğrafya Araştırmaları: Sistemik ve Bölgesel*, Türk Coğrafya Kurumu Yayınları İstanbul, 527-544.
- Slaymaker, O. (2007). Criteria to discriminate between proglacial and paraglacial environments. *Landform Analysis*, 5, 72-74.
- Slaymaker, O. (2011). Criteria to distinguish between periglacial, proglacial and paraglacial environments. *Quaestiones Geographicae*, 30, 85-94.
- van Everdingen, O. R. (1998). *Multi-language glossary of permafrost and related ground-ice terms*: National Snow and Ice Data Center, Boulder.
- Washburn, A. L. (1979). *Geocryology: A survey of periglacial processes and environments*: Arnold, London.
- Yavaşlı, D. D.; Tucker, C. J. and Melocik, K. A. (2015). Change in the glacier extent in Turkey during the Landsat Era. *Remote Sensing of Environment*, 163, 32-41.