

Soğuk Ortamlarda Buzul Buzu

Glacier Ice in the Cold Environments

Onur Çalışkan^{1*}

¹Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Fakültesi, Cebeci, Ankara

Öz: Buzul buzunun oluşumunda yağış ve sıcaklık gibi iklim elemanlarının birincil dereceden kontrolü bulunmaktadır. Buzul buzunun ilerlemesi ya da gerilemesinde iklimin etkisi yanı sıra çevresel etkenler de önemlidir. 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 yerçekillerine sahip olmalarına karşın buzul buzu barındırabilmektedirler. Birbirinden farklı koşullarda da olsa buzul buzunun varlığıyla benzeşmektedirler. Proglasiyal bölgelerde gerilemeden arta kalan buzul buzu parçaları diğerlerinden daha kolay fark edilen fenomenler olmakla birlikte paraglasiyal ve periglasiyal çevrelerdeki buzul buzunu birbirinden ayırt etmek o derece kolay değildir. 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 kaynaklı olarak ayırt edilmeleri zordur. Temelde farklı süreçler sonunda gelişen ve dış görünimleri itibarıyla birbirine benzeyen yerçekillerini, karakteristik özellikleri farklılaştırmaktadır. Bu şekillerin ayırt edilmesi mekanik, dinamik ve jeomorfolojik ayrımlarının kesin hatlarla belirlenmesiyle mümkündür. Türkiye'nin glasiyal, paraglasiyal ve periglasiyal alanlarında da yaygın olarak gözlemlenen buzul buzu içeren yapılar, farklı karakterdeki ortamları yansıtmaları açısından benzersiz olasılıklar sunmaktadır.

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

Abstract: Meteorological parameters like temperature and precipitation are the primary controls on the formation of glacier ice. However, not only climatic controls but also the environmental conditions are important for glacier advance and/or retreat. 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 Turkey present inimitable opportunities as the bodies with glacier ice reflect different environments.

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

* İletişim yazarı: Onur Çalışkan, e-posta: onur.caliskan@ankara.edu.tr

1. Giriş

Yüksek enlemler ve yükseltisi fazla olan sahalarda soğuk iklim koşullarının yarattığı ortamlar bu alanlardaki yerçekillerinin oluşumuna, gelişimine, Dünya'nın geri kalanından farklı mekanizmaların ve süreçlerin işlenmesine neden olmaktadır. Genellikle keskin hatlarla ayrılmamalarına, iç içe geçmiş doğalarına karşın bu alanlarda glasiyal (buzullaşma), proglasiyal (buzullaşma önü), paraglasiyal (buzullaşma geçişi), ve periglasiyal (buzullaşma çevresi) olmak üzere birbirinden farklı dört ortam bulunmaktadır. Bu ortamların kendine özgü dinamik, mekanik, yapısal özellikleri ve bunlara bağlı olarak karakteristik şekilleri bulunmaktadır.

Glasiyal ortamlar buzul buzunun hâkim olduğu iklim ve çevresel koşulların bulunduğu alanlarda oluşmaktadır. Buzullaşmayı sıcaklık koşulları kadar yağış ve rüzgâr gibi diğer iklim elemanlarının da etkilemektedir. Kar yağışının bulunması ve düşen karın erimeden bir sonraki soğuk mevsime kadar korunması gerekmektedir. Düşen karın rüzgâr tarafından taşınması ya da dik eğimli yüzeylerde tutunamaması buzullaşmayı olumsuz etkilemektedir. Uygun sıcaklık yağış ve rüzgâr koşulları altında gelişen kar depolanması, ilk önce buzkar (neve, firn) ve daha sonra buzul buz oluşumunu destekleyecek kadar devam etmelidir.

Proglasiyal ortamlar buz örtülerinin ya da 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).

“Paraglasiyal teriminin ilk kullanımı 1970’li yılların başlarında gerçekleşmiştir. Ryder (1971a; 1971b) Kanada, British Colombia’da bulunan ve Geç Pleistosen buzul gerilemesi sonrasındaki debris akmaları ve akarsular tarafından glasiyal sedimentlerin yeniden işlenmesiyle oluşmuş alüvyal yelpazeleri açıklamak için ‘paraglasiyal’ terimini kullanmıştır. Daha sonra Church ve Ryder (1972: 3059) paraglasiyal tanımını ‘doğrudan buzullaşmadan kaynaklanan, buzullaşmanın olmadığı (non-glacial) süreçler’ olarak formüle etmişlerdir. Bahsi geçen süreçlere proglasiyal ve ‘geçmişte var olan buzul buz sınırları içinde ve çevresinde ortaya çıkan, geçmişte buzul buzunun varlığının doğrudan bir sonucu olan’ bütün süreçler dâhildir. Bundan başka paraglasiyal süreçlerin işlediği zamanı da ‘paraglasiyal dönem’ olarak dikkate almaktadırlar. Sonraki çalışmalarında sadece Geç Pleistosen buzul gerilemesi değil buzul gerilemesinin bütün dönemlerini kapsayacak şekilde kavramlarını genişletmişlerdir (Church ve Ryder, 1989). Orijinal tanımda her ne kadar paraglasiyal ortamlar buzul buzunun bulunmadığı ortamlar olarak kabul edilse de alpin (sirk-vadi) buzulların önemli bir bölümünde buzul buz paraglasiyal depolarla bir arada bulunmaktadır. Sırf buzul buzunun varlığı buzullaşmanın devam ettiğinin göstergesi olarak algılanmamalıdır. Buzullaşma yıllar önce sona ermesine karşın üzeri örtülerek korunmaya alınmış buzulların varlığı alpin paraglasiyal alanlarda sıklıkla rastlanılan bir durumdur” (Çalışkan, 2014: 34).

‘Periglasiyal’ terimi 1909’da ilk kez Lozinski tarafından kullanıldığında, Pleistosen buz örtüleri ve alpin buzullarının çevresindeki alanların iklimsel ve jeomorfolojik koşullarını açıklamak için kullanılmıştır (French, 2007: 3). Türkiye’deki pek çok kaynak eser ve çalışmada da periglasiyal tanımını buzulların hemen yakınında bulunan yerler ve buradaki iklim koşulları olarak sınırlandırılmaktadır (İzbırak, 1976: 55; Ardos ve Pekcan, 1994: 139; Güney, 1994: 410; Erinç, 2000: 320). Özellikle Doğu Sibirya’da 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; Çalışkan, 2014: 30).

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 olmalarına karşılık buzullaşmanın bulunmadığı, genellikle buzullaşma sonucu gelişmiş aşınma ve biriktirme şekillerinin yeniden işlenmesiyle kendisini gösteren alanlardır. Periglasiyal ortamlar donma, çözülme ve permafrostla ilişkili süreçlerin hâkim olduğu alanlardır (Ryder, 1971a; Church ve Ryder, 1972; Ballantyne, 2002; Slaymaker, 2007; Knight vd., 2009; Slaymaker, 2011; Çalışkan, 2014: 35) (Çizelge 1).

Çizelge 1. Soğuk ortamları ayırmak için kullanılacak ölçütler (Slaymaker, 2011; Çalışkan, 2014: Tablo 1).

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

2. Glasiyal, proglasiyal, paraglasiyal ve periglasiyal ortamlarda buzul buzu

Buzul buzu glasiyal, proglasiyal, paraglasiyal ve periglasiyal ortamların dördünde de bulunabilmektedir. Bu noktada buzul buzunun karakterine ve var oluş koşullarına bağlı olarak yapısı ve etkisi değişkenlik göstermektedir. Bir diğer deyişle buzul buzunun kendi kaderini tayin edip edememesi belirleyici olmaktadır.

- Glasiyal ortamlarda aşındırma, taşıma ve biriktirme süreçlerinden sorumlu temel kuvvet buzul buzunun kendisidir. Buzullaşma ve yeni buzul oluşumu devam etmektedir.

- Buzul gerilemesi sırasında parçalanarak geride kalan büyük buzul buzu parçaları proglasiyal alanlardaki buzul buzlarının klasik örnekleridir. Bu parçalar ilerleyen aşamalarda ketilları (kettle) ve ketil dolgularını oluşturmaktadır. Buzullaşma sona ermiş, buzullar iklim değişimlerinin insafına terk edilmiştir.

- Paraglasiyal ortamlarda buzul buzu bulunmakla birlikte geçmiş iklim koşullarından kalıttır (reliktir) ve güncel, hali hazırda devam eden bir buzullaşma bulunmamaktadır. Var olan buzul buzu spesifik koşullar aracılığıyla korunmuştur ve ortamda bulunan diğer kayaç ya da depolar gibi dış kuvvetler karşısında pasif durumdadır. Buzullaşmanın neden olduğu hareket sona ermiş olmakla birlikte buzulun iç dinamikleri çeşitli çökmeler ve akmalar ortaya çıkarabilmektedir.

• Periglasiyal koşullar altında korunmuş buzul buz, buz çekirdekli kaya buzulu biçiminde depolanmış ve döküntü örtüsü altında atıl durumdadır. Bu koşullar altında uzun yıllar boyunca varlığını devam ettirebilmektedir. Buzul tamamıyla hareketsiz durumdadır. Termokarstik süreçler, donma çözünme ve yavaş ya da hızlı kütle hareketleri araziye şekillendiren temel süreçler olarak ön plana çıkmaktadır.

Dört farklı ortamda, farklı çevresel koşullarda bulunmalarına bağlı olarak birbirlerinden bağımsız süreç ve sonuçlar üretmektedirler (Çizelge 1; Çizelge 2).

Çizelge 2. Farklı soğuk ortamlarda buzul buzunun var oluş koşulları ve karakteristik işleyiş mekanizmaları.

Ortam	Buzul buzunun var oluş koşulları	Buzul buzunun etkisi
Glasiyal	Çıplak ya da kısmen döküntü örtülü buzul yuvası, vadi, dağ, plato, pediment buzulu şeklinde bulunabilir. Buzullaşma devam ettiği için beslenme de devam etmektedir.	Aşındırma ve biriktirme yapabilmektedir.
Proglasiyal	Buzul gerilemesi sonucu oluşan parçalanmış buz parçaları şeklinde bulunmaktadır.	Glasiyolaküstrin ve glasiyoflüvyal depoların oluşumunda önemli payı bulunmaktadır. Ayrıca ağırlığıyla till içinde depresyonlar oluşturabilmekte, buzul buzunun erimesinden sonra bu alanlarda göl/gölcükler oluşabilmektedir.
Paraglasiyal	Tamamen döküntüyle örtülmüş, buzulun hareketi bitmiş, ölü buz karakterini almıştır.	Yüzeyden ablasyon döküntü örtüsü tarafından durdurulduğu halde, buzulun içindeki dinamiklerden 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. Üzerinde göl bulunmaz.

Yüksek dağlık sahalarda kar, buz ve kayalardan ufalanarak ayrılan döküntü malzemesi yaygın olarak bulunmaktadır. Alpin buzulların oluşumunda bu üç bileşenin de rolü vardır. Dağları oluşturan anakaya ve buzul yuvası etrafındaki duvarların litolojik ve topografik özellikleri gelen döküntü miktarını belirleyen temel unsurlardır. Ayrıca iklim koşullarına bağlı olarak buzulların beslenme rejimleri de değişkenlik gösterebilmektedir. Örneğin Avrupa Alplerinde olduğu gibi daha çok kar yağışıyla beslenenler olduğu gibi, Himalayalar gibi daha çok çığlarla beslenen alpin buzullar da bulunmaktadır. Bu alanlarda oluşan çığlar sadece kar çığları değil ayrıca kaya çığları şeklinde de gelişebilmektedir. Adolf Schlagintweit 1856'da beslenme farklılığından kaynaklı olarak Himalayalara *firnnessel* (buzkar kalesi), Alplere *firnmulden* (buzkar oluşu) demiştir (Kick, 1962). Bunun yanı sıra aynı buzul üzerine gelen kar/döküntü malzemesi oranı çevresel koşullara bağlı olarak zaman ve ortam içinde değişiklik göstermektedir. Eğer bileşimde kar ve buzun oranı döküntü materyalinden fazla ise temiz/çıplak buzul ortaya çıkmaktadır. Buzulun üzerine gelen döküntü malzemesinin yüzeyini kaplamış olması ve buzulun ablasyon alanında depolanması durumunda ise döküntü örtülü buzullar ortaya çıkmaktadır. Kaya bileşeninin kar ve buz yalıtacak kadar yüksek oranlarda olduğu yerşekline de kaya buzulu denilmektedir (Benn vd., 2005: 395). Her üç durumda birbirinden farklı enerji koşullarına sahip, farklı mekanizmaların bulunduğu ortamlar olmasına karşın hepsinde de buzul buz bulunabilmektedir.

Hareket yeteneğini yitirmiş buzul buzuna 'ölü buz' (dead-ice) denilmektedir (Armstrong vd., 1973: 13). Glasiyal buzul buz akümülyasyon (birikim) alanlarında kar depolanması ve buzkar oluşumunun devam etmesinden kaynaklı olarak hareket etmekte ve bu hareketin yarattığı izleri taşımaktadır. Gerek akümülyasyon gerek ablasyon (kütle yitim) alanlarında buzul buzunun üzerine gelen döküntü malzemesi buzul ilerlemesi aşamasında taşınmaktadır. Anakaya ve iklim koşullarının uygun olduğu alpin buzullarda birikim alanlarının

görece temiz buzdan, kalıcı kar sınırının altında kalan alanların ise örtülü buzdan oluştuğu da gözlenmektedir. Buzullaşmanın ve gelen döküntü örtüsünün miktarına bağlı olarak buzulun üzerinde taşınabilen malzeme, durağanlık ya da gerileme aşamasında sabit bir şekilde kalabilmektedir. Alpin buzullarda, buzullaşma gerileme aşamasına girdiğinde topografik, iklimsel ve bakı koşullarının da uygun olduğu alanlarda buzul buz döküntü örtüsünün yalıtımından yararlanarak uzun bir süre boyunca varlığını koruyabilmektedir. Bu koşullar sonucu ölü buz ya da buzul olarak isimlendirilen yerçekilleri ortaya çıkmaktadır. Korunaklı topografik engeller arasında varlığını koruması, buzullaşma ortamlarının dışında da buzul buzunun bulunmasını gündeme getirmekte ve bu durum karışıklıklara neden olabilmektedir.

3. Glasiyal, paraglasiyal döküntü örtülü buzullar, kaya buzulları ve ayırım ölçütleri

3.1. Glasiyal döküntü örtülü buzullar

Buzul buzunun birbirinden farklı enerji, kütle dengesi, aşınma, taşıma, biriktirme koşullarına sahip dört farklı soğuk ortamda da (glasiyal, proglasiyal, paraglasiyal, ve periglasiyal) bulunması önemli karmaşalara yol açmaktadır. Akümülyasyon alanlarında sürekli yeni buzul oluşumu ve hareketi olduğu için bu kısım örtüsüzdür. Ablasyon alanlarında yeni buz oluşumu gerçekleşmediği için çevreden bu bölüme düşen döküntü malzemeleri bir örtü oluşturacak şekilde buzulun üzerini kaplayabilmektedir (Şekil 1). Glasiyal ortamlardaki döküntü örtülü buzulların (DÖB) en karakteristik özelliği buzullaşmanın devam etmesidir. Buzullaşma buzulun kütle dengesi ve enerji bütçesini korumasına yardımcı olmakta, beslenme devam ettiği için buzulun hareketi de devam edebilmektedir. Daha dengeli bir kütle dengesine ve akümülyasyon/ablasyon oranına sahip olan DÖBler, örtüsüz alpin buzullardan farklı enerji bütçesi, hidroloji, sediment taşıma ve biyolojik çeşitliliğe sahiptir (Konrad, 1998; Fountain vd., 2000; Kayastha vd., 2000; Pelto, 2000; Shroder vd., 2000; Singh vd., 2000; Spedding, 2000; Takeuchi vd., 2000; Tomphson vd., 2000; Gürgen vd., 2010a; 2010b; Çalışkan vd., 2011; Çalışkan vd., 2012; 2014). Döküntü örtülü buzulların sadece interglasiyal periyotlarda, gerileme aşamasında değil, glasiyal dönemlerde, ilerleme aşamasında da varlığını koruduğunun kanıtları bulunmaktadır. Buzul dönemlerinde de döküntü malzemesinin yalıtıcı etkisinden yararlanan buzullar sıcaklıklardaki artışa daha geç tepki vermiş, daha alçak irtifalara kadar ilerlemiş, örtüsüz buzullardan daha farklı sediment taşıma ve depolama özellikleri geliştirmiştir. Ayrıca örtüsüz buzullar gibi yüzeyden değil çökme ve parçalanmalara subglasiyal ve englasiyal kanallar aracılığıyla geriledikleri, oluşumlarının son aşamasında sirk duvarları içinde tamamıyla örtülmüş bir şekilde bulunabildikleri gözlenmiştir (Çalışkan vd., 2014).

3.2. Periglasiyal kaya buzulları

Periglasiyal ortamlarda gelişen şekillerden biri olan kaya buzulları, geçmişte ya da günümüzde hareket ettiğine dair kanıtlar ortaya koyan, kayaç parçaları ve daha ince tane boyuna sahip materyalden oluşmuş yüzeyler arası buz ya da bir buz çekirdeği içeren kütlelerdir. Kaya buzulları kütle hareketlerine olanak veren yüzeyler arası buz oluşumunun bulunmadığı kurak, toprak neminin olmadığı, yetersiz olduğu alanlarda oluşmamaktadır (Capps, 1910; White, 1976; van Everdingen, 1998: 63). Üzerinde anlaşılan tek konu şekilleri olan kaya buzulları, uzun yıllardan beri bilim dünyasının önemli tartışma konularından biridir. Tartışmaları birkaç başlık altında toplamak olasıdır. Bunlardan ilki kaya buzulunun tanımı ve neyin kaya buzulu olarak adlandırılması gerektiği ile ilgilidir. 1959 yılında Clyde Wahrhaftig ve Allan Cox kaya buzullarını “Talus ya da morenlere ait malzemenin, çatlaklar arasında bulunan permafrost katmanı tarafından, erime çözülme olayları sonucunda harekete geçirilmesiyle oluşan şekiller...” olarak tanımlamışlardır. Bu görüşün, daha

sonraki taraftarları ‘kaya buzulu’ teriminin sadece bu modelde oluşan şekiller için kullanılması gerektiğini savunmuşlardır (Corte, 1976; Barsch, 1988; Haeberli, 1989; Barsch, 1992; 1993; 1996; Frauenfelder vd., 2003; Laustela vd., 2003; Roer vd., 2005; Kääb vd., 2007; Paasche vd., 2007; Çalışkan, 2014: 169).



Şekil 1. Baltora Buzulu, Karakorum Dağları, Pakistan. Himalayalar’daki karakteristik DÖBlerden biri olan Baltoro Buzulu’nun Urdakas kamp alanından görünümü (Shikari, 2014).

Kaya buzullarının içinde buzul buzu bulunabileceğini ileri süren ilk kişi Noel Potter’dır. Kuzey Absaroka Dağları (Wyoming, ABD), Galane Creek’teki kaya buzullarının klasik permafrost sürünmesi yoluyla değil buzul buzu çekirdeğinin yol açtığı hareketle ilerlediğini ileri sürmüştür (Potter, 1972). Bu tip kaya buzullarına ‘buz çekirdekli kaya buzulu’ demiştir (Whalley ve Martin, 1992).

Buzul buzuna sahip olan şekillerin periglasiyal ortamı değil glasiyal ortamı yansıttığını ileri süren araştırmacılar bulunmaktadır (Corte, 1976). “Günümüzde bu tezin en kuvvetli taraftarlarından biri olan Dietrich Barsch permafrost sürünmesiyle oluşan buzullara ‘kayabuzulu’ (rockglacier) denilmesi gerektiğini ve böylelikle buzul buzunun gömülmesiyle oluşan ve ‘ikincil kaya buzulu’ olan diğer şekillerden ayrılması gerektiğini ileri sürmüştür (Barsch, 1988). Kaya buzullarının sadece permafrost sürünmesiyle değil ama ayrıca buzul buzunun gömülmesiyle de oluşabileceğini savunan taraf ise iklimdeki değişimlere bağlı olarak buz çekirdekli kaya buzullarının tepki verdiklerini ve iklimsel salınımların kayıtlarını sakladıkları için değerli olduklarını ileri sürmektedir (Potter, 1972; Johnson, 1974; Whalley ve Martin, 1992; Sugden vd., 1995; Clark vd., 1996; Humlum, 1996; 1997; Ackert, 1998; Clark vd., 1998; Humlum, 1998). Birinci tipte, genellikle eğimli yamaçlarda bulunan eski moren depoları ya da döküntü malzemesi permafrost sürünmesiyle hareket kazanarak eğim yönünde uzayan loblar oluşturmaktadır. Oluşumunda bir buz çekirdeğinin bulunduğu ikinci tip kaya buzulları ise, eğim koşulları ile donma çözülme etkilerinin dışında hareket edebilen, şekli de altındaki

buz kütlelerine bağlı olan buzul şekilleri olarak kabul edilmektedir. Kaya buzullarının permafrosta bağlı olarak oluşmasına ‘permafrost sürünme modeli’, buzul buzuna bağlı olarak oluşmasına ise ‘buz çekirdekli kaya buzulu modeli’ denilmektedir (Whalley ve Martin, 1992)(Çizelge 3)’ (Çalışkan, 2014: 169-170). Evans (1993: 17) permafrost sürünmesiyle gelişen kaya buzullarının periglasiyal şekiller olduğunu, buz çekirdekli kaya buzullarının ise glasiyal şekiller olduğunu iddia etmektedir.

Kaya buzullarında döküntü malzemesinin kaynağı, nerede oluştuğu, şekli çeşitli sınıflandırmalara neden olmuştur. Farklı bilim insanları tarafından yapılan sınıflandırmalar Çizelge 4’de verilmiştir. Burada değinilmeyen daha farklı sınıflandırmalar da bulmak olasıdır. Bunun temel gerekçesi kaya buzullarının farklı ortamlarda farklı şekillerde bulunabilmesidir.

Kaya buzulları üzerinde tartışılmayan tek konu şekilleri ve üzerinde hareket olduğunu gösterir loblarının olmasıdır (Benn vd., 2005). Şekilleri ve lobları dışında hemen her konuda tartışmaların ortaya çıkmasının başlıca gerekçesi döküntü örtüsü, buzul buzunu ve permafrostun sadece bir morfojenetik bölgede bulunmamasıdır. Bu noktada gözden kaçırılmaması gereken temel ayrım Evans’ın (1993) iddia ettiği gibi sadece glasiyal ve periglasiyal ortamlar değil, bu ikisi arasında bir de paraglasiyal ortamların bulunuyor olmasıdır. Bu noktada paraglasiyal ortamlarda bulunan buzul buzunun görmezden gelinmesi olası değildir (Çalışkan, 2014: 71).

Çizelge 3. Kaya buzullarının oluşumunda temel modeller (Whalley ve Martin, 1992; Çalışkan, 2014: Tablo 14).

Modeller	Oluşum	Akış
Permafrost sürünme	Buz ve kayanın karışımı olarak oluşmaktadır	Buz-kaya karışımının eğim aşağı hareketine bağlı olarak akmaktadır.
Buzul çekirdeği	Buzul buzunun kalın bir döküntü malzemesiyle kaplanması sonucu oluşmaktadır	Döküntü katmanının altındaki buzulun hareketine bağlı olarak akmaktadır.

Çizelge 4. Döküntü malzemesinin kaynağına ya da buldukları konuma göre kaya buzullarının sınıflandırılması (Whalley ve Martin, 1992; Çalışkan, 2014: Tablo 15).

Araştırmacılar	Kaya buzulu tipleri
Barsch (1988)	Talus kaya buzulları Döküntü kaya buzulları
Outcalt ve Benedict (1965)	Vadi kenarı kaya buzulları Vadi tabanı kaya buzulları
Wahrhaftig ve Cox (1959)	Loblu kaya buzulları Dil şekilli kaya buzulları
Lindner ve Marks (1985)	Talus önü kaya buzulları Moren kaya buzulları
Whalley ve Martin (1992)	Talus önü lobları Kaya buzulları

3.3. Paraglasiyal döküntü örtülü buzullar

Paraglasiyal şekiller buzulların gerilemesi, arazinin hızlı bir değişime maruz kalmasıyla oluşmaktadır. Buzul buzunun ortaya çıkardığı aşındırma, biriktirme şekillerini içermemektedirler; bunun yerine buzullaşma, buzulsuzlaşma arası oluşumların paraglasiyal şekiller olduğu gözlenmektedir. Bir kez buz ortadan kalktığında daha önce buzulların bulunduğu alanlarda bir takım değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Alpin buzullar tarafından derine kazılan vadiler yamaç bozulmaları ve kaya düşmeleri açısından daha dengesiz ve kırılğan hale

gelmektedir. Buzul buzunun payanda gibi çalıştığı koşullar değiştikten sonra yamaç gerilemesi ve kütle hareketleri daha hızlı gelişmektedir. Yamaçlarda kütle hareketleri başlarken, debris akmaları, kar çığları ve yamaç yikanmaları tarafından hızlı yeniden işlenmeler vejetasyon örtüsünün oluşumuna izin vermemektedir. Buzulun cephe kısmında bulunan alanlar rüzgâr erozyonu ve donma hareketine maruz kalmaya başlamaktadır. Büyük miktarlarda buzul kökenli gevşek sediment akarsular tarafından taşınmakta ve dağıtılmaktadır. Orijinal yerinden kaldırılan ve taşınan bu malzemeler kara, göl ve deniz ortamlarında depolanabilmektedir. Rüzgâr tarafından kaldırılan daha ince taneli sedimentler, özellikle silt boyutundaki malzemeler, binlerce kilometrelik yolu kat edip lös depoları olarak istiflenebilmektedir. Buzulların yok olmasını takip eden hızlandırılmış jeomorfolojik aktivite 10.000 yıl kadar sürebilmektedir. Buzullaşmanın sona ermesiyle araziye şekillendiren yeni bir ortam oluşmaktadır (Ballantyne, 2002).

Paraglasial ortamlar, glasiyal koşullarla, periglasial koşullar arasında bir geçiş süreci olarak değerlendirilmektedir. Buzul buzunu hâkimiyeti azonal süreçlere devrettikten sonra yerşekilleri karakteristik değişimler göstermektedir. Diğer azonal ortamlara benzemesine karşın soğuk iklimlere özgü zonal süreçler de oluşumlara, depolanmalara dâhil olmaktadır. Bunların yanı sıra üstü örtülü olarak korunabilen buzul buzunun kendisi de paraglasial ortamların bileşenlerinden biri haline gelebilmektedir.

Genel kanı paraglasial ortamlarda buzul buzunun bulunmadığını yönündedir (Church ve Ryder, 1972: 3059; Huggett, 2007: 271). Ballantyne'nin (2002: 1951-1958) paraglasial jeomorfolojiyi bütün boyutlarıyla ele aldığı çalışmasında buz çekirdekli morenlerden bahsedilse de buzul buzunun karakteristik bir oluşum olarak varlığı vurgulanmamaktadır. Oysaki glasiyal DÖB, paraglasial DÖB ve periglasial kaya buzulu arasında keskin sınırlar bulunmamaktadır, birbirleri arasında geçişler gözlenebilmektedir. Aynı alpin buzul üzerinde glasiyal, paraglasial ve periglasial bölümler bulunması olasıdır. Buzullaşmanın sona ermesiyle, somut bir varlık olarak buzul buzunun bulunması farklı iki durumdur.

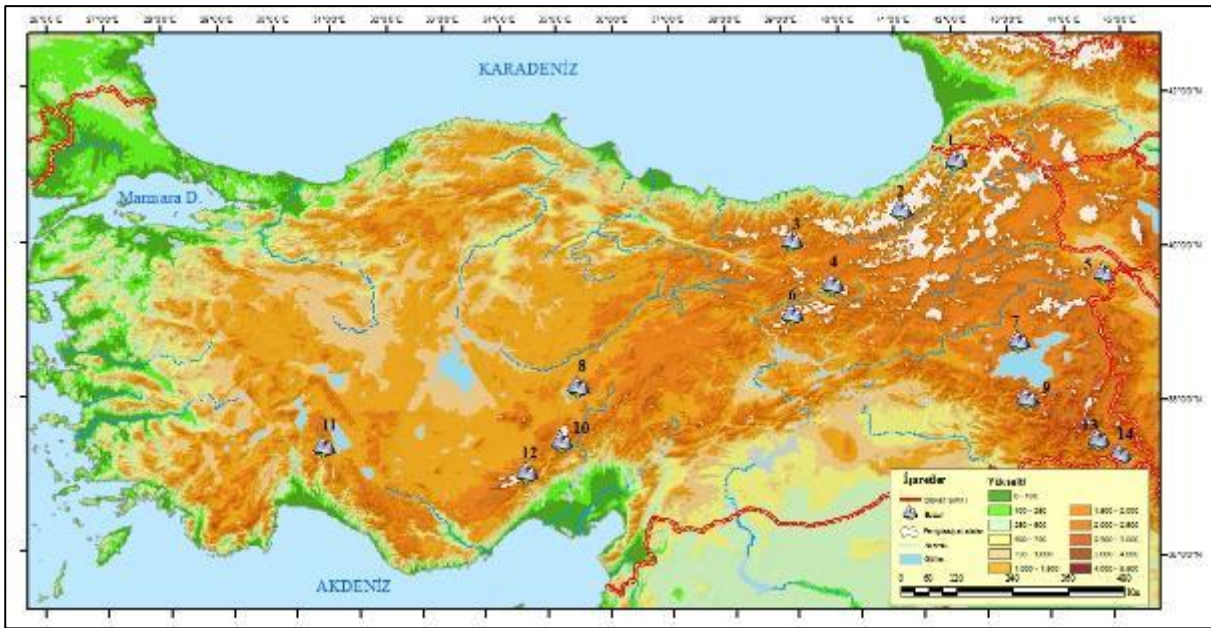
4. Türkiye'de döküntü örtülü buzullar ve kaya buzulları

Türkiye'de güncel buzullarla kaplı alan oldukça sınırlı olmasına karşın soğuk iklim koşullarının hâkim olduğu bölgeler görece daha yaygındır. Günümüzde buzullarla kaplı alanlar sadece 19,5- 22,9 km², periglasial alanlar ise 19.427 km² olarak hesaplanmıştır (Çalışkan, 2014: 42-44). Türkiye'deki güncel buzulların varlığını ortaya koyan birçok araştırma bulunmaktadır (Erinç, 1949; İzbirak, 1951; Doğu vd., 1993; Gürgen, 2001). Bunların yanı sıra gerek uzaktan algılama yöntemleri gerek alanyazın taraması kullanılarak hazırlanmış buzul envanteri tarzında çalışmalar da bulunmaktadır (Kurter, 1991; Çiner, 2003; Sarıkaya, 2011). Bu çalışmalar ortamın jeomorfolojik özelliklerinden bağımsız olarak buzul buzunun bulunduğu alanların glasiyal morfojenetik bölge olduğu fikrini ileri sürmektedir. Buzullaşmanın bitmiş olmasına karşın buzul buzunu varlığıyla karşılaşan araştırmacıların bu durumu açıklamakta zorlandıkları görülmektedir. Oysaki pek çok farklı çalışmanın konusunu oluşturan bu buzulların büyük bir bölümü buzullaşmanın ve geriden beslenmenin olmadığı, süregelen bir gerileme süreci içindeki ölü buz kütleleridir.

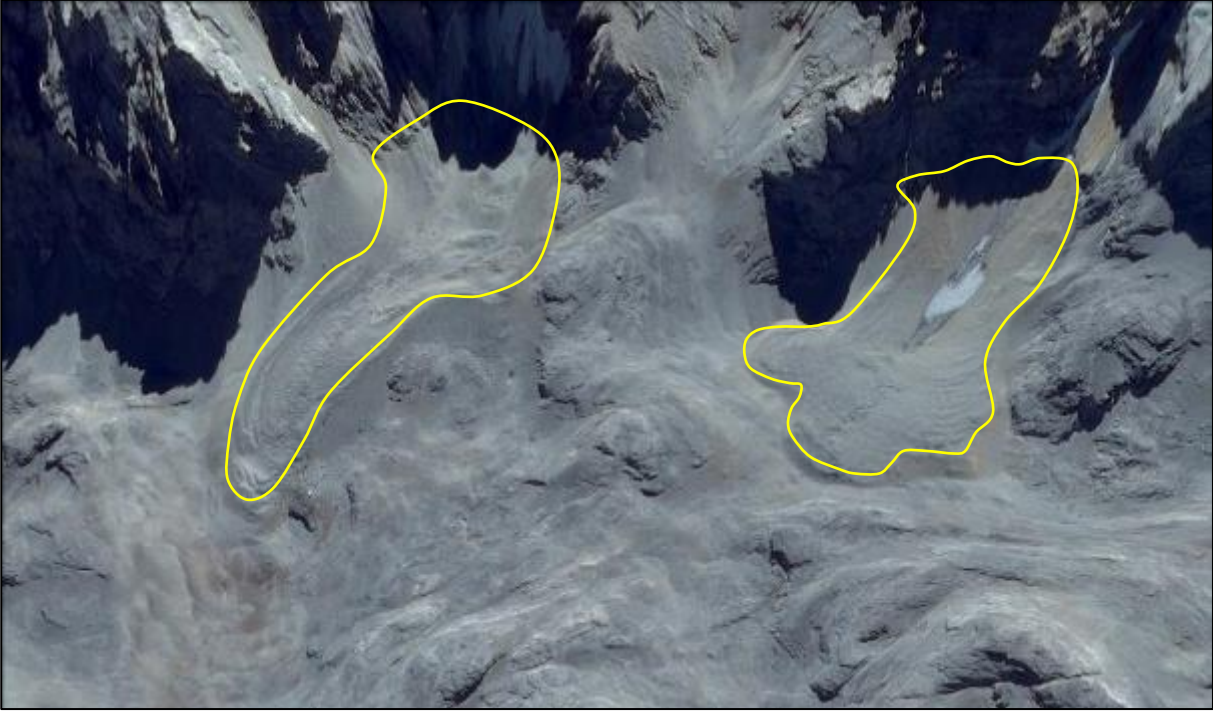
Anadolu Yarımadası'nın kuzeydoğusunda yer alan dağ sıraları, Orta ve Güneydoğu Toroslar dışında, yüksek volkan konileri de buzul buzunun bulunduğu dağlardır (Şekil 2). Uygun bakı, topografya ve yükselti koşullarının bulunduğu sirklerin içine hapsolmuş buzul buzunu kütlelerinin hangi ortamı yansıttıkları önemli sonuçların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Kaya buzulu ve döküntü örtülü buzulların birbirinden farklı koşul ve dinamikler sonucunda gelişmektedir. Türkiye dağlarının büyük bir bölümünde buzul oluşumunu sağlayacak iklim ve ortam bulunmamaktadır. Bu koşullardan kaynaklı olarak buzullaşma ortadan kalkmış ve

bu alanlarda bulunan buz kütleleri ölü buz/buzul haline gelmişlerdir. Dolayısıyla günümüze kadar korunan bütün buzul buzlarının paraglasiyal ya da periglasiyal koşullarda saklanan buzullar olduğu sonucuna ulaşmak oldukça kolaydır. Gerçekten de Anadolu Yarımadası'nın kuzeyinde ve güneyinde uzanan dağ sıralarının 2.500 metreden yüksek alanlarında periglasiyal kaya buzullarına rastlamak olasıdır (Çalışkan vd., 2013a).

Periglasiyal kaya buzulları dışında kalan ve buzullaşmanın da sona erdiği sirkler içinde tamamıyla döküntü örtüsüyle kaplanmış buzullar da bulunmaktadır. Bu tip buzulların karakteristik örneklerine Orta Torosların 2.800 metreden yüksek kuzeye bakan sirklerinde sıklıkla rastlanılmaktadır. (Blumenthal, 1956) (Şekil 3). Bu bölgelerdeki buzulların bir kısmı gerek şekilleri gerek oluşumları gerekse de mekanizmaları bakımından tipik birer buz çekirdekli kaya buzulunu andırmaktadır. Bunların tersine 1 km² daha geniş bir alana yayılmış, ortalama buz kalınlığı 20-30 m'ye ulaşabilen, üzerlerinde supraglasiyal göller ya da dereler bulunan, kısacası tipik kaya buzullarından çok daha farklı özellikler sergileyen şekillere de rastlanabilmektedir. Bu noktada boyutları, yüzey eğimleri, üzerinde göl ya da hareketin göstergesi akma lobları bulunup bulunmadığından bağımsız olarak bu şekilleri değerlendirmek, oluşumlarını analiz etmek gerekmektedir. Dolayısıyla bu şekillerin hangi ortamı yansıttıkları ve ne oldukları konusunda kesin yargılara ulaşmak için görüşlerinden daha fazlası incelenmelidir. Buzullaşmanın sona erdiği bu alanlardaki buzul buzlarının paraglasiyal ya da periglasiyal morfojenetik bölgelerden hangisini yansıttığının açıklanması önemlidir. Bu şekillerin paraglasiyal döküntü örtülü buzul ya da periglasiyal kaya buzulu olup olmadıkları ayırt edilmelidir.



Şekil 2. Türkiye’de periglasiyal alanlar ve buzul buz bulunduran dağlar. 1 Karçal Dağları, 2 Doğu Karadeniz Dağları, 3 Karadağ, 4 Keşiş Dağı, 5 Ağrı Dağı, 6 Mercan Dağları, 7 Süphan Dağı, 8 Erciyes Dağı, 9 İhtiyarşahap Dağları, 10 Aladağlar, 11 Dedegöl Dağı, 12 Bolkar Dağları, 13 Cilo Dağı, 14 Sat Dağı.



Şekil 3. Arpalık ve Tekeköprü döküntü örtülü buzullarının Google Earth görüntüsü, Bolkar Dağları, Orta Toroslar.

Bahsi geçen buzulların bir kısmı üzerinde gerçekleştirilen araştırmalar bazı kütleleri kaya buzullarından ayrı bir şekil olarak ayırmıştır. Kaçkar Dağları, Aladağlar ve Bolkar Dağları'nın yüksek sirk alanlarında bulunan kütleler döküntü örtülü buzul olarak isimlendirmiş ve günümüzdeki özellikleri açıklanmıştır (Gürgen vd., 2010b; Çalışkan vd., 2012; Çalışkan vd., 2013b). Bu alanlarda güncel buzul oluşumun bulunmadığı, kesin bir tarih bilinmese de buzulların Son Buzul Maksimumu'ndan günümüze kaldıkları düşünülmektedir. Güncel buzul oluşumu bitmiş, buzullar tamamıyla döküntüyle örtülmüştür. Dolayısıyla bu buzulların 'glasiyal döküntü örtülü buzul' olmaları mümkün değildir. Buldukları ortam periglasiyal koşullara sahiptir. Bu DÖB'lerin periglasiyal bölgelerde bakı, topografya ve döküntü örtüsü tarafından korunarak günümüze kadar varlığını sürdürebilmiş buzul buzları olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Türkiye dağlarının periglasiyal ortamlarında bulunmalarına karşılık sıradan 'buz çekirdekli kaya buzulu' olmadıkları da açıktır. Bunları sıradan kaya buzulundan ayıran en belirgin özellikleri bazılarının üzerinde supraglasiyal göllerin olmasıdır. Üzerleyen döküntü örtüsünün sıyrıldığı alanlarda buzul buzunun ortaya çıkması da bir diğer önemli husustur. Bundan daha önemlisi göllerin falezlerinde buzul buzunu bulunmaktadır. Tamamıyla döküntüyle örtülü olduklarında hiçbir şüphe olmaksızın kaya buzulu olarak adlandırılacak bu buzulların üzerlerindeki göller sayesinde farklı sınıflandırmaya tabi tutuldukları görülmektedir (Blumenthal, 1956; Çalışkan vd., 2012). Üzerlerinde göl bulunmayan buna rağmen özellikle terminal bölümlerinde kütle hareketlerinden kaldığı düşünülen lobların bulunduğu DÖBler klasik kaya buzullarıyla karıştırılabilmektedir. Benzer koşullara sahip olmalarına rağmen yüzey eğimleri ve içerdikleri buz miktarına bağlı olarak bir birinden farklı şekiller olarak adlandırılmaları olası değildir. Dolayısıyla her iki şekilde paraglasiyal ortamları yansıtan 'paraglasiyal döküntü örtülü buzul' olduğu konusunda tereddüt yoktur. Aladağlar'da Direktaş, Yedigöller ve Bolkar Dağları'ndaki Kopuk, Medetsiz buzulları karakteristik paraglasiyal döküntü örtülü buzul örnekleridir.

Paraglasial DÖBlerde buzul buzlu bulunmakla birlikte buzullaşma bulunmamaktadır. Buna rağmen buzul buzunun kaderini belirleyen kendi iç dinamikleri ve termodinamiğidir. Buzul buzunu izole edebilecek kadar döküntü malzemesi gelmemektedir. Üzerlerindeki döküntü örtüsünün sürünme ya da akma gibi kütle hareketlerine yol açabilecek aktif katman gelişimi bulunmamaktadır. Bununla birlikte paraglasial DÖB'lerin terminal bölümlerinde döküntü örtüsü kalınlaşmakta ve buzul buzlu bir çekirdek halini almaktadır. Bu kısımlarda karakteristik kaya buzulu loblarıyla karşılaşmaktadır. Birbirini takip eden iki farklı mekanizmayı ve yerleşli bir arada bulunmaktadır.

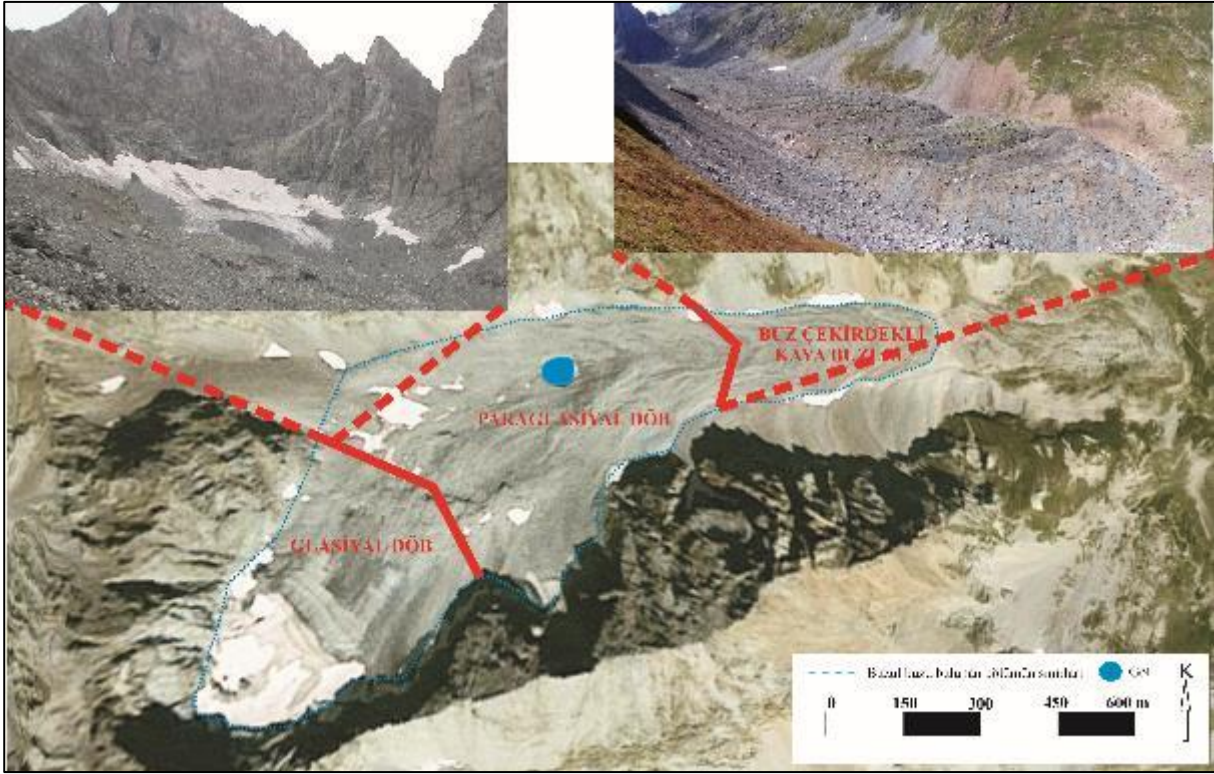
Paraglasial sistem içinde yer alan buzul kalıntılarını Ballantyne (2002: 1944-1946) 'protalus kaya buzulu' olarak isimlendirmektedir. İçinde buzul buzlu barındırması açısından protalus kaya buzulları buzulların ortadan kalkmasıyla oluşan 'kaya yamaçları arazi sisteminde' yer almaktadır. Türkiye'de bulunan birçok paraglasial DÖB talus önlerinde değil sirklerin içinde sirk duvarından itibaren gelişmektedir. Ayrıca bahsi geçen paraglasial DÖB'ler kaya yamaçları arazi sisteminde ortaya çıkan talus konileri, kaya çığları, talus örtüleriyle yan yana, iç içe gözlenmektedir (Şekil 4). Paraglasial ortamlarda her ne kadar buzullaşma bulunmasa da DÖBlerde olduğu gibi buzul buzlu fiili olarak bulunabilmektedir. Ulusal alanyazının da sıklıkla rastlanılan bir yanlış sırf buzul buzlu içeriyor diye bir şekil glasiyal ortamdır sonucuna ulaşılmasıdır. Hatta içinde buzul kelimesi geçiyor diye kaya buzullarını da Türkiye buzul varlığı envanterine dâhil edenler bulunmaktadır.



Şekil 4. Paraglasial döküntü örtülü buzulun karakteristik örneklerinden biri olan Kopuk Buzulu, Bolkar Dağları, Orta Toroslar. 1956'dan beri çok az kütle yitiren buzulun batısındaki çıplak yamaçlar ve talus konileri de örnek birer paraglasial şekil olarak buzulun üzerinde depolanmaktadır. Sirk in akım aşağı bölümünde tümseksi morenler de gözlenmektedir.

Türkiye'deki çoğu buzulun ölü buz karakterinde paraglasiyal DÖB olması yanı sıra buzullaşmanın devam ettiği buzullarda paraglasiyal bölümler döküntü örtüsü altında erimeden korunabilmektedir. Glasiyal DÖBlerde buzullaşmanın devam ettiği bölüm akümülayon alanıdır. Yıllar arasında akümülayon/ablasyon oranlarında önemli farklılıklar yaşanabilmektedir. Buna rağmen ablasyon alanında buzullaşma bitmiştir. Örtüsüz alpin buzulların tersine DÖB'lerde geriden beslenme ortadan kalktığına bile buzul gerilemesi daha yavaş gerçekleşmektedir. Bu durumun başlıca gerekçesi döküntü örtüsünün sağladığı yalıtımdır. Dolayısıyla tıpkı tamamen örtülü paraglasiyal şekillerde olduğu gibi buzullaşma bitmiş olmasına karşın buzul buzunun varlığını koruduğu bölümler bulunabilmektedir. Sonuç olarak buzul gerilemesinin bir aşamasında glasiyal yapılarla bile paraglasiyal bölümler ortaya çıkabilmektedir. Özellikle vadi içlerinde görece yalıtılmış alpin buzullar birden fazla ortamın bir arada gözlemlendiği kendilerine has şekiller oluşturabilmektedir.

Karçal Dağları toplam beş adet döküntü örtülü buzula ev sahipliği yapmaktadır (Gürgen ve Yeşilyurt, 2012; Çalışkan, 2015; Dede vd., 2015; Çalışkan, 2016). Bunlardan iki tanesi karakteristik paraglasiyal ölü buz niteliğinde olmasına rağmen, üç tanesi, Karçal, Çukunet ve Gorgit buzulları, buzullaşmanın devam ettiğini gösteren izler taşımaktadır. Sirklerin korunaklı bölümlerinde buzkar oluşumu devam etmektedir. Ayrıca buzul ilerlemesine bağlı olarak gelişen güncel çatlaklar ve supraglasiyal olarak taşınan morenler de buzullaşmanın günümüzde sürdüğünü gösteren önemli kanıtlardır. Bununla birlikte buzulların birikim alanları kısıtlı bir alana sahiptir. Buzulların kütle dengesine bakıldığında sıra dışı bir durum ortaya çıkmaktadır. Buzulların bütün örtülü kısımları dikkate alındığında akümülayon alanı oranı (AAO) Gorgit'te 0,3, Karçal'da 0,09 ve Çukunet'te 0,18 civarındadır. Akümülayon alanının ablasyon alanına bölünmesiyle bulunana AAO, normal koşullar altında örtüsüz bir buzulda 0,6-0,7 arasında, döküntü örtülü buzullarda ise 0,2-0,4 arasındadır (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. Tamamen döküntüyle örtülü ablasyon alanında geriden beslenmenin bitmesinden kaynaklı olarak çökmeler yaşanmaktadır. Örneğin 1600 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 şekline almaktadır. Bu noktadan itibaren buzullaşma ve etkilerinin sona erdiği, buzulun ölü buz halini aldığı bir bölüm ortaya çıkmaktadır. 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).



Şekil 5. Karçal Buzulu, Karçal Dağları (Google Earth görüntüsü). Buzulun kuzeydoğuya bakan buzul yuvası içinde buzullaşmanın devam ettiği, döküntü örtüsüyle kaplı bir kütle yitim alanından sonra, paraglasiyal ve periglasiyal özelliklere sahip diğer bölümlerinin ortaya çıktığı gözlenmektedir (Gürgen ve Yeşilyurt, 2012: 99; Çiçek, 2014 kişisel görüşme; Çalışkan, 2016: Şekil 5).

DÖBler terminal alanlarına kadar buzul buz barındırmakla birlikte, buzulun büyük bir bölümünde ölü buz karakterinde oldukları açıktır. Ablasyon alanının bitimiyle birlikte hareketin sona erdiği ve bu alandan sonra paraglasiyal koşulların ortaya çıktığı gözlenmektedir. Çoğu buzulda paraglasiyal ortamın başlangıç noktasında bir çökme alanı bulunmaktadır. ABD, Mendel Buzulu'nu (Sierre Nevada/Kalifornia) araştıran Konrad (1998), buzul üzerinde bulunan çökme izinin nedenini buzul altında gelişen bir rezervuar olarak açıklamaktadır. Konrad aynı çalışmada bu çökme izinin yukarısında kalan kısmın bir buzul (glasiyal alan) gerisinin ise kaya buzulu (periglasiyal alan) olduğunu belirtmektedir. Mendel Buzulu'nda olduğu gibi buzullaşmanın bittiği ölü buzun başladığı noktalarda çökmeler çeşitli buzullarda da gözlenmektedir. Karçal Buzulu'nda da benzer bir çökme bulunmaktadır. Glasiyal ortamın sona erip paraglasiyal ortamın başladığını gösteren bu çökmeyi Gürgen ve Yeşilyurt (2012) topografik koşullar ve iklim özelliklerine bağlı olarak ortaya çıkan çökmeler olarak tanımlamaktadırlar.

Türkiye dağlarında bulunan buzullar Dünya'nın diğer buzullaşma sahalarındaki DÖBlerin içinde buldukları ortamların anlaşılması açısından önemli ipuçları sunmaktadır. Himalaya ya da And Dağları'ndaki buzullarla kıyaslandığında küçük ölçekli şekillerdir ve gözlenmeleri daha kolaydır. Bununla birlikte DÖBler 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, 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

(eski buzullaşma) alanında olduğu gibi buzullaşmanın bütünüyle sona erdiği paraglasiyal DÖB karakterinde olan şekiller de bulunmaktadır.

5. Sonuç

Buz örtülerinde olduğu gibi alpin buzullar da başta iklim değişiklikleri olmak üzere çevresel değişimlere karşı tepkiler geliştirmektedir. 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 hesaplanması zorunludur. Tek bir ortama özgü döküntü örtülü buzul tanımı yerine, döküntü malzemesiyle örtülmüş olmasına karşılık farklı karaktere sahip üç ayrı yerçeklinden 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 çekirdek olarak korunmasına rağmen döküntü örtüsünde kütle hareketlerinin de geliştiği durumlarda ise buz çekirdekli kaya buzulları gelişmekte ve periglasiyal ortamları yansıtmaktadır. Birbirinden farklı süreç, mekanizma ve yerçekillerine sahip olmalarına karşılık bu üç jeomorfojenetik bölge de 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.

Referanslar

- Ackert, R. P. (1998) A rock glacier/debris-covered glacier system at Galena Creek, Absaroka Mountains, Wyoming. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, 80, 267-276.
- Ardos, M.; Pekcan, N. (1994) *Jeomorfoloji Sözlüğü*: İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Armstrong, T. E.; Roberts, B. B.; Swithinbank, C. (1973) *Illustrated glossary of snow and ice* (2): Scott Polar Research Institute.
- Ballantyne, C. K. (2002) Paraglacial geomorphology. *Quaternary Science Reviews*, 21, 1935-2017.
- Barsch, D. (1988) Rockglaciers. In M. J. Clark (Ed.), *Advances in Periglacial Geomorphology*, John Wiley & Sons Chichester, 69-90.
- Barsch, D. (1992) Permafrost creep and rockglaciers. *Permafrost and Periglacial Processes*, 3, 175-188.
- Barsch, D. (1993) Periglacial geomorphology in the 21st century. *Geomorphology*, 7, 141-163.
- Barsch, D. (1996) Rockglaciers. Vol. 16. *Springer Series in Physical Environment*. Berlin, Heidelberg: Springer
- Benn, D. I.; Kirkbride, P. M.; Owen, A. L.; Brazier, V. (2005) Glaciated Valley Landsystems. In D. J. A. Evans (Ed.), *Glacial Landsystems*, Oxford University Press New York, 372-406.
- 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.
- Capps, S. R. (1910) Rock glaciers in Alaska. *The Journal of Geology*, 18, 359-375.
- Church, M.; Ryder, J. M. (1972) Paraglacial sedimentation: a consideration of fluvial processes conditioned by glaciation. *Bulletin, Geological Society of America*, 83, 3059-3072.
- Church, M.; 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.
- Clark, D. H.; Steig, E. J.; Potter Jr, N.; Gillespie, A. R. (1998) Genetic variability of rock glaciers. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, 80, 175-182.
- Clark, D. H.; Steig, E. J.; Potter, N.; Updike, A.; Fitzpatrick, J.; Clark, G. M. (1996) Old ice in rock glaciers may provide long-term climate records. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 77, 217-222.
- Corte, A. E. (1976) Rock glaciers. *Biuletyn Peryglacjalny*, 26, 175-197.
- Çalışkan, O. (2014) *Permafrost ve Periglasiyal Jeomorfoloji*: Ankara Üniversitesi Yayınevi, Ankara.
- Çalışkan, O. (2015) *Yerbilimleri Dergisi*'nde (2015, 36 (2), 61-80) yayımlanmış olan "Karçal Dağları Kaya Buzulu Oluşumları" başlıklı makale (V. Dede, İ. Çiçek, L. Uncu) ile ilgili tartışma. *Yerbilimleri Dergisi*, 36, 163-170.
- Çalışkan, O. (2016) Dört farklı soğuk ortam topoğrafyası tek bir buzullaşma alanı üzerinde gözlenebilir mi? Karçal Dağları örneği (Doğu Karadeniz Bölümü/Türkiye). *Marmara Coğrafya Dergisi* 368-389.
- Çalışkan, O.; Çalışkan, A.; Abacı, A.; Topgümüş, C.; Demirkenen, E.; Dikenoğlu, G.; Demir, H.; Ayantaş, T.; Balcı, T. (2013a) Türkiye buzküresinin jeostatistik modellerle belirlenmesi. In A. Demirci ve Y. Arı (Eds.), *Coğrafyacılar Derneği Yıllık Kongresi Bildiriler Kitabı*, 19-21 Haziran 2013, Fatih Üniversitesi İstanbul, 554-562.

- Çalışkan, O.; Gürgen, G.; Yılmaz, E.; Yesilyurt, S. (2011) Debris-Covered Glaciers in Aladağlar Mountains (Turkey). *Transactions, Japanese Geomorphological Union*, 32, 121-128.
- Çalışkan, O.; Gürgen, G.; Yılmaz, E.; Yeşilyurt, S. (2012) Glacial morphology and debris-covered glaciers of northeast of Bolkar Mountains. *International Journal of Human Sciences*, 9, 890-911.
- Çalışkan, O.; Gürgen, G.; Yılmaz, E.; Yeşilyurt, S. (2013b) Debris-covered glaciers on the Taurus Mountains (Turkey) and Pleistocene debris-covered glaciers. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, In Press.
- Çalışkan, O.; Gürgen, G.; Yılmaz, E.; 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.
- Dede, V.; Çiçek, İ.; Uncu, L. (2015) Karçal Dağları'nda Kaya Buzulu Oluşumları. *Yerbilimleri Dergisi*, 36, 61-80.
- Doğu, A. F.; Somuncu, M.; Çiçek, İ.; Tunçel, H.; Gürgen, G. (1993) Kaçkar Dağında Buzul Şekilleri, Yaylalar ve Turizm. *Ankara Üniversitesi, Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 2, 157.
- Erinç, S. (1949) Kaçkardağı Grubunda Diluviyal ve Bugünkü Glasasyon (Eiszeitliche und gegenwertige Vergletsche-rung in der Kaçkardağ-Gruppe). *İst. Üniv. Fen Fak. Mec. Seri BC XIV*. S243-245.
- Erinç, S. (2000) *Jeomorfoloji* (5 Cilt. 1): Der Yayınları, İstanbul.
- Evans, D. J. (1993) High-latitude rock glaciers: A case study of forms and processes in the Canadian arctic. *Permafrost and Periglacial Processes*, 4, 17-35.
- Fountain, A.; Nakawo, M.; Raymond, C. F. (2000) *Debris-covered Glaciers: Proceedings of an International Workshop Held at the University of Washington in Seattle, Washington, USA, 13-15 September 2000*: IAHS.
- Frauenfelder, R.; Haeberli, W.; Hoelzle, M. (2003). *Rockglacier occurrence and related terrain parameters in a study area of the Eastern Swiss Alps*. Paper presented at the Proceedings 8th International Conference on Permafrost. Swets and Zeitlinger, Lisse.
- French, H. M. (2007) *The periglacial environment*: John Wiley and Sons, Chichester, England; Hoboken, NJ.
- Güney, E. (1994) *Jeoloji - jeomorfoloji terimleri sözlüğü*: Dicle Üniversitesi Yayınları, Diyarbakır.
- Gürgen, G. (2001) Karadağ (Gümüşhane) çevresinin glasyal morfolojisi ve turizm potansiyeli. *Ankara Üniversitesi, Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 8, 109-131.
- Gürgen, G.; Çalışkan, O.; Yılmaz, E.; Yeşilyurt, S. (2010a) Döküntü örtülü buzullar ve kaya buzulları. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 5, 32-45.
- Gürgen, G.; Çalışkan, O.; Yılmaz, E.; Yeşilyurt, S. (2010b) Yedigöller Platosu ve Emli Vadisinde (Aladağlar) döküntü örtülü buzullar. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 5, 98-116.
- Gürgen, G.; Yeşilyurt, S. (2012) Karçal Dağı Buzulları (Artvin). *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 10, 91-104.
- Haeberli, W. (1989) Glacier ice-cored rock glaciers in the Yukon Territory, Canada? *Journal of Glaciology*, 35, 294-295.
- Huggett, R. J. (2007) *Fundamentals of geomorphology*: Routledge.
- Humlum, O. (1996) Origin of rock glaciers: observations from Mellemfjord, Disko Island, central West Greenland. *Permafrost and Periglacial Processes*, 7, 361-380.
- Humlum, O. (1997) Active layer thermal regime at three rock glaciers in Greenland. *Permafrost and Periglacial Processes*, 8, 383-408.
- Humlum, O. (1998) The climatic significance of rock glaciers. *Permafrost and Periglacial Processes*, 9, 375-395.
- İzırak, R. (1951) *Cilo Dağı ve Hakkari ile Van Gölü çevresinde coğrafya araştırmaları*: A.Ü.D.T.C.F. Yay. No:67, Coğ. Araş. Enst. Yay. No: 4, Ankara.
- İzırak, R. (1976) *Coğrafya Terimleri Sözlüğü*: İkbal Matbaacılık Sanayii, Ankara.
- Johnson, P. G. (1974) Mass movement of ablation complexes and their relationship to rock glaciers. *Geografiska Annaler. Series A. Physical Geography*93-101.
- Kääb, A.; Frauenfelder, R.; Roer, I. (2007) On the response of rockglacier creep to surface temperature increase. *Global and Planetary Change*, 56, 172-187.
- Kayastha, R. B.; Takeuchi, Y.; Nakawo, M.; Ageta, Y. (2000) Practical prediction of ice melting beneath various thickness of debris cover on Khumbu Glacier, Nepal, using a positive-degree day factor. In M. Nakao, A. Fountain ve C. F. Raymond (Eds.), *Debris-covered Glaciers*, IAHS Publication Washington.
- Kick, W. (1962) Variations of some central Asiatic Glaciers *Variations of the regime of existing glaciers*, Commission of Snow and Ice IASH Publ, Vol. 58, 223-229.
- Knight, J.; Harrison, S.; Geological Society of, L.; Quaternary Research, A. (2009, 2009). *Periglacial and paraglacial processes and environments*, London; Williston, VT.
- Konrad, S. K. (1998) Possible outburst floods from debris-covered glaciers in the Sierra Nevada, California. *Geografiska Annaler*, 80, 183-192.
- 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.
- Laustela, M.; Egli, M.; Frauenfelder, R.; Kääb, A.; Maisch, M.; Haeberli, W. (2003). *Weathering rind measurements and relative age dating of rockglacier surfaces in crystalline regions of the Eastern Swiss Alps*. Paper presented at the Proceedings of the Eighth International Conference on Permafrost.
- Lindner, L.; Marks, L. (1985) Types of debris slope accumulations and rock glaciers in South Spitsbergen. *Boreas*, 14, 139-153.
- Outcalt, S. I.; Benedict, J. B. (1965) Photo-interpretation of two types of rock glaciers in the Colorado Front Range, USA. *Journal of Glaciology*, 5, 849-856.
- Paasche, Ø.; Dahl, S. O.; Løvlie, R.; Bakke, J.; Nesje, A. (2007) Rockglacier activity during the Last Glacial-Interglacial transition and Holocene spring snowmelting. *Quaternary Science Reviews*, 26, 793-807.

- Pelto, S. M. (2000) Mass balance of adjacent debris-covered and clean glacier ice in the North Cascades, Washington. In M. Nakao, A. Fountain ve C. F. Raymond (Eds.), *Debris-covered Glaciers*, IAHS Publication Washington, 35-42.
- Peter, W. (2005) Periglacial Geomorphology. In A. S. Goudie (Ed.), *Encyclopedia of Geomorphology* Routledge New York, 772-776.
- Potter, N. (1972) Ice-cored rock glacier, Galena Creek, northern Absaroka Mountains, Wyoming. *Geological Society of America Bulletin*, 83, 3025-3058.
- Roer, I.; Kääb, A.; Dikau, R. (2005) Rockglacier acceleration in the Turtmann valley (Swiss Alps): Probable controls. *Norsk Geografisk Tidsskrift*, 59, 157-163.
- 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.
- Shikari, A. (2014) Baltoro Glacier, San Francisco, (http://en.wikipedia.org/wiki/File:Baltoro_from_Urdukas_campsite.JPG, 14.03.2014).
- Shroder, F. J.; Bishop, P. M.; Copland, L.; Sloan, V. F. (2000) Debris-covered glaciers and rock glaciers in the Nanga Parbat Himalaya, Pakistan. *Geografiska Annaler*, 82, 17-31.
- Singh, P.; Kumar, N.; Ramasastri, K. S.; Singh, V. (2000) Influence of a fine debris layer on the melting of snow and ice on a Himalayan glacier. In M. Nakao, A. Fountain ve C. F. Raymond (Eds.), *Debris-covered Glaciers*, IAHS Publication Washington, 63-69.
- 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.
- Spedding, N. (2000) Hydrological controls on the sediment transport pathways: implications for debris-covered glaciers. In M. Nakao, A. Fountain ve C. F. Raymond (Eds.), *Debris-covered Glaciers*, IAHS Publication Washington, 133-142.
- Sugden, D. E.; Marchant, D. R.; Potter Jr, N.; Souchez, R. A.; Denton, G. H.; Swisher III, C. C.; Tison, J.-L. (1995) Preservation of Miocene glacier ice in East Antarctica. *Nature*, 376, 412-414.
- Takeuchi, Y.; Kayastha, B. R.; M., N. (2000) Characteristics of ablation and heat balance in debris-free and debris-covered areas on Khumbu Glacier, Nepal Himalayas, in the pre-monsoon season. In M. Nakao, A. Fountain ve C. F. Raymond (Eds.), *Debris-covered Glaciers*, IAHS Publication Washington, 53-61.
- Tompson, M. H.; Kirkbride, M. P.; Brock, B. W. (2000) Twentieth century surface elevation change of the Miage Glacier, Italian Alps. In M. Nakao, A. Fountain ve C. F. Raymond (Eds.), *Debris-covered Glaciers*, IAHS Publication Washington, 219-225.
- van Everdingen, O. R. (1998) *Multi-language glossary of permafrost and related ground-ice terms*: National Snow and Ice Data Center, Boulder.
- Wahrhaftig, C.; Cox, A. (1959) Rock glaciers in the Alaska Range. *Geological Society of America Bulletin*, 70, 383-436.
- Washburn, A. L. (1979) *Geocryology: A survey of periglacial processes and environments*: Arnold, London.
- Whalley, W. B.; Martin, H. E. (1992) Rock glaciers: II models and mechanisms. *Progress in Physical Geography*, 16, 127-186.
- White, S. E. (1976) Rock glaciers and block fields, review and new data. *Quaternary Research*, 6, 77-97.