

## BUZULLARIN JEOMORFOLOJİK YÖNDEN KLASİFİKASYONU

Prof. Dr. Ayhan SÜR  
Prof. Dr. Özdoğan SÜR

Bugün, yeryüzünde yaklaşık olarak 15 milyon km<sup>2</sup>'lik alan kaplayan buzulların bazı kriterlere göre sınıflandırılmaları, muhtelif araştırmacılar tarafından düşünülmüş ve tasnif metodları ileri sürülmüştür. Bunlardan, Ahlmann'ın<sup>1</sup>, buz kütlelerinin hacimleri ve şekilleri esas alınarak morfolojik yönden bir klasifikasyona; buzulların hareket derecelerine göre dinamik ve bir de termal sınıflandırmaya gidilmesi hususundaki teklifi önem kazanmış, böylece 3 tip klasifikasyona yer verilmiştir. Ancak, gerek termal gerekse dinamik açıdan bakılırsa, bunlarla jeomorfolojik yönden tasnif arasında sıkı bir ilişki bulunduğu da anlaşılır, çünkü hareket halinde olan buzulun bu aktivitesini sağlayan faktörlerin başında sıcaklık ve basınç koşulları gelmektedir.

Buz kütlelerinin sıcaklığı göz önüne alındığında, ılımlı glasiyeler ve soğuk glasiyeler (polar glasiyeler) ayrımı yapılabilir.

Bir buzulda kenarlardan ve alttan erime nedeniyle hasıl olarak akan sular, detaylı bir sıcaklık ölçümü yapılmasa bile, buzulun ılımlı bir karadktere sahip olduğunu ifade eder. Kış mevsiminde bu karakterdeki glasiyenin üst kısmında sıcaklık oldukça düşüktür, ancak, buzulun kalınlığı oranında dibe ya"pacağı basınç erimeye yol açar ve bu durumda meydana gelen su, bir akış yolu bulabileceği gibi, belli bir derinlikte de toplanabilir. Böylece, buzul için ıslak zemin üzerinde kolayca kayabilme koşulu hazırlandığı gibi, yatak erozyonu da önem kazanır. Yaz mevsiminde ise, erimeler hem akkümülyasyon hem de ablyasyon alanında görülür. Hatta, birikme alanındaki olay nevelleşmeyi hızlandırır. Alp'lerde ve İskandinavya'daki glasiyelerin<sup>1</sup> çoğunun ılımlı karakterde buldukları anlaşılmıştır. Bunlardan daha farklı olan soğuk glasiyeler ise, nevelerinin özellikleri nedeniyle subpoîar ye yüksek po-

1 H.W. Ahlmanrı (1948) Glaciological Research on the North Atlantic Coasts. R. georg. Soc. Res. Ser. 1, sayfa: 83.

lar glasiyeler olarak ayırd edilmişlerdir. Şöyle ki, subpolar tipin akkümülyasyon alanında yaklaşık 20 metre derinliğe kadar neve kristalin haldedir. Yaz mevsiminde yüzeyde erime olabilir. Yüksek polar tipte ise, birikme alanında yazın bile erime yoktur, çünkü burada sıcaklık donma noktasının altındadır ve neveleşme de çok ağır gelişebilir. Polar glasiyeler dibinden çıkan dereler olabilirse de, buz kütleleri, ılımlı tipte olduğu kadar fazla erozyon yapamaz.

Buzullarda sıcaklığın dağılışı bazı faktörlere göre değişir. Örneğin, yüzey sıcaklığının mevsimlik veya daha uzun bir perioda ait değişimleri, buzulun kalınlığına ve buz altındaki jeotermal ısı akımına bağlıdır. Robin'e göre<sup>2</sup>, az da olsa yüzeyde bir akümülyasyon içteki sıcaklığı etkilemektedir. Nye ise<sup>3</sup>, buzulu, stabil farzederek, muhtelif derinliklerdeki muhtemel sıcaklıkları hesaplamıştır. Jeotermal ısı akımının senede  $38 \text{ cal/cm}^2$  olduğunu düşünerek buz kütesinin tabanında  $1^\circ\text{C}/44 \text{ m}$ . lik bir gradyandan söz etmiştir. Yine, Nye'e göre, diğer bir ısı kaynağı da, buzulun tabanında kayma esnasında sıkışma veya gerilme sonucu meydana gelen çatlamalardır. Robin, Gröndland buz külesi tabanında bu tür gerilme değerinin 0.88 bar olduğunu ve yılda 10 metrelik bir bazal hareketle  $21 \text{ Cal/ m}^2$  lik jeotermal ısı akımı hasd olabileceğini hesaplamıştır. Yine Robin'e göre, sıcaklığı erime noktasına yakın bir buza basınç uygulanırsa buzda erime olur. Çünkü\* yüzeyde erime noktası, normal halde (0) derecede bulunur, dipte ise basınç sebebiyle düşüktür. Örneğin, -30 metrede  $-0.0192^\circ\text{G}$  dir. Alpin glasiyelerin çoğunda basınçla erime noktası buz kalmbğma bağlıdır. Fakat, polar glasiyeler çok düşük atmosfer sıcaklığının etkisinde bulduklarından bu nokta (0) derecenin çok daha altındadır. Böylece, basınçla erime noktasının altında bir bazal sıcaklığa sahip buz tabakasının harekete geçebilmesi için, ılımlı glasiyelerde olduğundan daha fazla shear stress'e gerek vardır. Bir başka ifade ile, polar tipte erime azlığı buzulun hareketini ağırlaştırmaktadır.

Bazı araştırmacılara göre de, bir buzulun bütünü tek bir kategoride mütalâa etmek doğru değildir. Bir glasiyenin üst kısmı neve çizgisinin üstünde ılımlı bir karaktere sahip olabileceği gibi, ablasyon zoununda polar karakterde olabilir.

2 G. De Robin (1955) Ice Movement and Temperature Distribution in Glaciers and Ice Shcets. J. Glaciol. 2, 523-532.

3 J.F. Nye (1952) The Mechanics of Glacier Flow. J. Glaciol. 2, 82-83.

Erinç, S. (1971) Jeomorfoloji I I .

Glasiyelerin aktiviteleri termal özelliklerinden bir dereceye kadar etkilenebilir. Fakat, dinamik aktiviteleri onların kütle dengeleri ile yakından ilgilidir. Bu nedenle, dinamik klasifikasyonda aktif, passif, ölü glasiyeler olmak üzere üç ayrı tipe yer verilmiştir. Bu ayrım, glasiyal tabakalaşmamış depoları yakından ilgilendirmektedir.

Aktif glasiyeler, kar yağışı fazla olan yerlerde bir veya bir kaç sirkten beslenen, büyük bir bütçeye sahip, hareket halindeki buzullardır ve ablyasyonları hızlı, yatak eğimleri kuvvetlidir. Ancak, bazılarının çarakterleri farklıdır ve rejenere tip olarak sınıflandırılmışlardır. Bunlar akkümülyasyon alanından daha aşağıda, zemine düşen çığlarla beslenirler. Örneğin, Fransız Alp'lerindeki Nantes glasiye küçük ve aktif bir rejenere buzul tipidir. Fazla hareketli değildir, az da olsa, aktivitesini kanıtlayan büyük terminal morenlere sahiptir.

Glasiyelerin dinamik karakterleri, doğrudan doğruya bir pozitif kütle dengesine bağlı olmaz. Bazdan aktif dinamik hareketlerini negatif bir bütçe ile de bir müddet sürdürebilirler. Ancak, bir glasiyenin hızı, kısmen onun kalınlığına ve dolayısıyla kütle dengesine bağlı olduğuna göre, bu durum uzun süre devam edemez.

Bir glasiyeyi besleyen kar stokunun az olması, yatak eğiminin zayıflığı, rüzgârdan fazla etkilenme, zamanla buzulun pasifleşmesine yol açan nedenlerdir. Yine, yüksek düzlüklerde, yamaç tipinden dolayı da buzul passif halde olabilir.

Ahlmann'a göre, bir akümülyasyon alanından uzun süre beslenemeyen buz kütlesi "ölü buz"dur. Eğimle bağındı halde hareketi sınırlanmıştır. Başka bir ifadeyle, bu, statik bir buz kütlesidir ve yüzeyinde erime hızlıdır. Ölü buz'un en tipik örneği, Alaska'da Malaspina glasiyesinin dış kenarında bulunmaktadır. Ölü buzul ile çeşitli glasyal depolardan oluşan yer şekilleri arasındaki ilgi jeomorfolojik yönden önem taşır.

Jeomorfolojik klasifikasyona, farklı buz kütlelerinin hacim ve şekilleri ile, onların çevrelerinin özellikleri göz önünde tutularak yer verilmiştir. Burada yükseklik, buzulun bölgesel dağılışı ile ilgili önemli bir faktördür. Jeomorfolojik yönden ayırd edilen glasiye tipleri-i şunlardır:

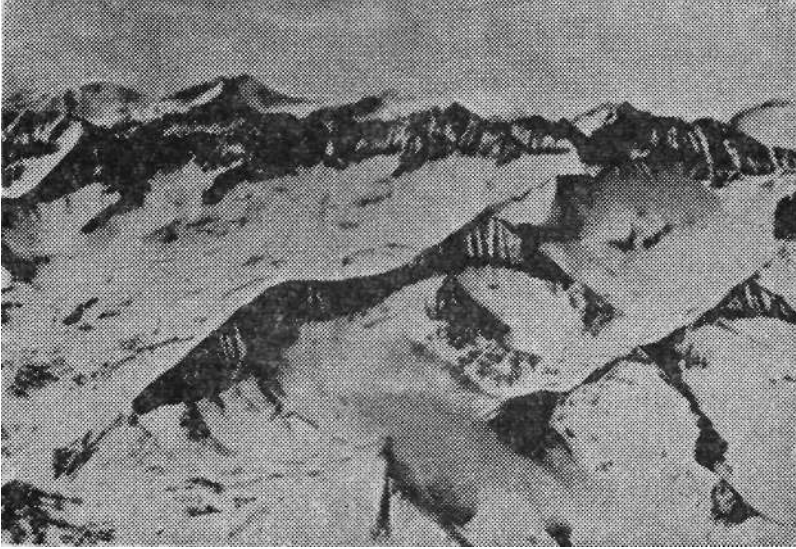
1. Yamaç Glasiyeleri. 42° ye kadar diklikteki yamaçlar üzerinde sığ, huni biçimli çukurluklara yerleşen kar kümeleri zamanla buzul buzu haline gelir. Genetik bakımdan, daha büyük olan sirk glasiyelerine benzerler. Şöyle ki, gerek iklim koşulları, gerekse strüktür aynı şekilde etkilidir. Bir bakıma, yamaç glasiyeleri, sirk glasiyelerinin gelişmesindeki ilk safhayı teşkil eder. Bu tip içinde, kayalık yamaçlardaki çentiklerin,

suların etkileri ile boyuna çukurluklar halini almaları ve buralarda yataklanmış kar kümelerinin uzun zamanda, çeşitli safhalardan geçtikten sonra buzullaşmaları neticesinde meydana gelen glasiyeler de yer alır. Bunlar, vadi yamaçları bulunmayan, ana vadi tabanına kadar sarkamayarak asdı kalan dik kenarlı birer buzul dili görünümündedir (Resim: 1),



Resim 1- İsveç'te, Kebnekaise'de Kaskasa buzulu, iki sirkten beslenen bir yamaç glasiyesidir. Buzul dili asdı görünümündedir.

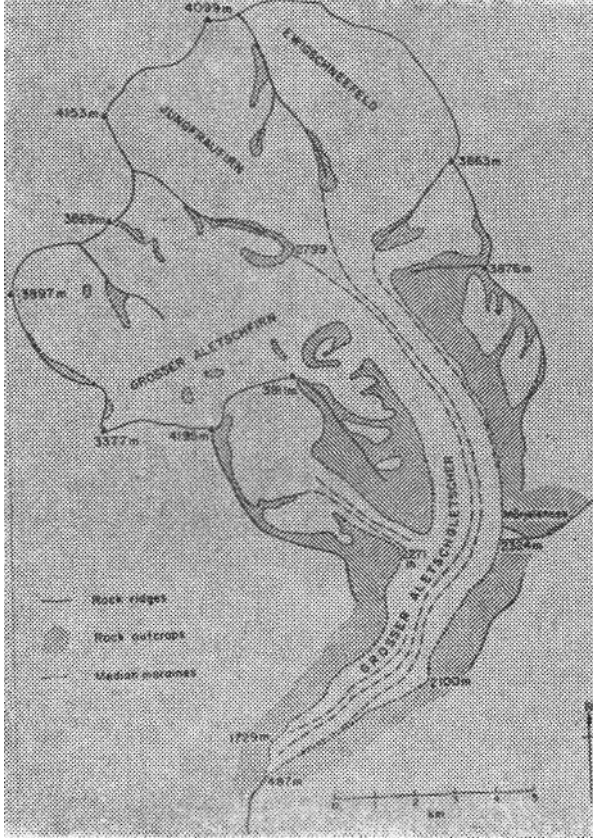
2. Sirk Glasiyeleri. — Genellikle yarım daire veya elips şeklinde ve üç taraftan dik yamaçlarla kuşatılmış çanaklardaki buzullardır. Vadiye bakan kısımlarında birer eşik bulunur. Sirkler, önce belli kalınlıktaki kar yığınının yaptığı aşındırmalarla oluşmaya başlar ve zamanla meydana gelen glasiye buzunun oyma işlemi ile de gelişirler. Çoğu kez, dağların kuzeye bakan yamaçlarında sıcaklık ve ablasyon düşük olduğu için, kar birikimi, buzullaşma ve sirk oluşumu kolaylaşır. Bu hususta, sirk alanının litolojik karakterinin, hatta preglasyal şekillerin de rolleri vardır. Vadi buzullarını besleyen ve dil kısımları bulunmayan glasyal sirkler, ancak kalıcı kar sınırının biraz üstünde meydana gelirler ve bu seviyenin altında oluşamazlar (Resim: 2).



Resim 2- Sierra Nevada'da sirk glasiyeleri. Sirk yamaçlarının şiddetli konjdiraksiyona uğradığı dikkati çekiyor. (Foto: Machatschek'den).

3. Vadi Glasiyeleri veya Alpin Glasiyeler. — Bunlara dağ glasiyeleri de denir. Akış doğrultuları ve birer yatağı bulunan buzullardır. Sirklerden ve yamaçlardan taşma sonunda meydana gelirler. İki kısımdan oluşan bu glasiyelerde, kalıcı kar sınırının üstünde kalanı bir veya bir kaç sirk in meydana getirdiği neve (beslenme alanı), diğeri ise erime ve buharlaşmanın hakim olduğu dil (ablasyon kısmı) alanıdır. Vadi glasiyelerinin büyüklükleri muhteliftir. Örneğin, Alaska'da Hubbard Glasiye'nin batı kolu 135 km uzunluğundadır. Buna karşın, bazılarının boyları ise 1 km'yi bile bulamaz. Bugün, tipik vadi glasiyelerine Alp'lerde rastlanmaktadır.

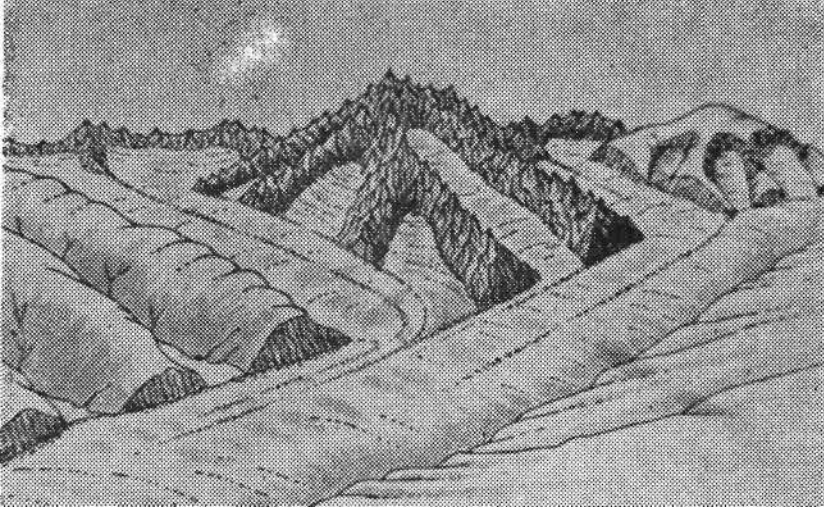
Ahlmann, vadi tipi glasiyeleri, alan yüksekliğini gözönüne alarak dört gruba ayırmıştır: I. Gruptakiler, örneğin, Rhone glasiyede olduğu gibi, buldukları yerlerde ortalama yükseltinin biraz üzerinde önemli alan işgal etmişlerdir. II. Grupta bulunanlar, oldukça yüksek bir seviyedeki geniş neve alanlarına sahip olanlardır. Örneğin, Büyük Aletsch Buzulu (Şekil: 1). III. Gruptaki glasiye havzalarının hemen bütünü alçak seviyelerdedir. Böyle buzullar daha yükseklerdeki karlı alanlardan gelen çığlarla beslenirler (Resim: 3). Örneğin, Norveç'de Styggedalsbreen ve Orta Asya'daki glasiyelerin çoğu bu şekilde gelişirler. IV. Grubu oluşturanların özelliği ise, kapladıkları alanların büyük kısımlarının, o yerlere ait ortalama yükseltinin biraz altında bulunmalarıdır, kuzeybatı Spitsbergen glasiyelerinde olduğu gibi.



Şekil 1- Büyük Aletsch buzulu. 27 km boyunda bir vadi glasiyesidir. Beslenme alanı oldukça yüksekte, geniş üç sirk halindedir. Dil kısmı ise gittikçe daralmaktadır. (Embleton'dan).

Maksimum akkümülyasyon zonunda geniş yer tutan glasiyeler diğçerlerine göre her bakımdan daha avantajlı durumdadır. Bu kategorideki glasiyelerin başlıca özellikleri, dik yamaçlı vadiler içinde yataklanarak uzanmaları ve dar birer dil ile sona ermeleridir (Resim: 4).

4. Vadi Glasiyesinin Taşma veya Çıkışlı (Outlet) tipi. — Yüksek bir platodaki bir buz takkesinin kenarlarından çıkarak uzanan dil şeklindeki glasiyelerdir. Bunların aşağı kesimleri bir önceki tipi andırır haldedir. Yukarı kesimleri ise farklıdır. Yani, diğçerlerinde olduğu gibi, sirklerden değil de sadece buz takkesinden beslenirler. Antartika'da 400 km uzunluğunda bir dil şeklindeki Lambert glasiye bu tipin güzel bir örneğidir. Ayrıca, izlanda, Norveç ve Grönland'da bu tipe rastlanır (Resim: 5).



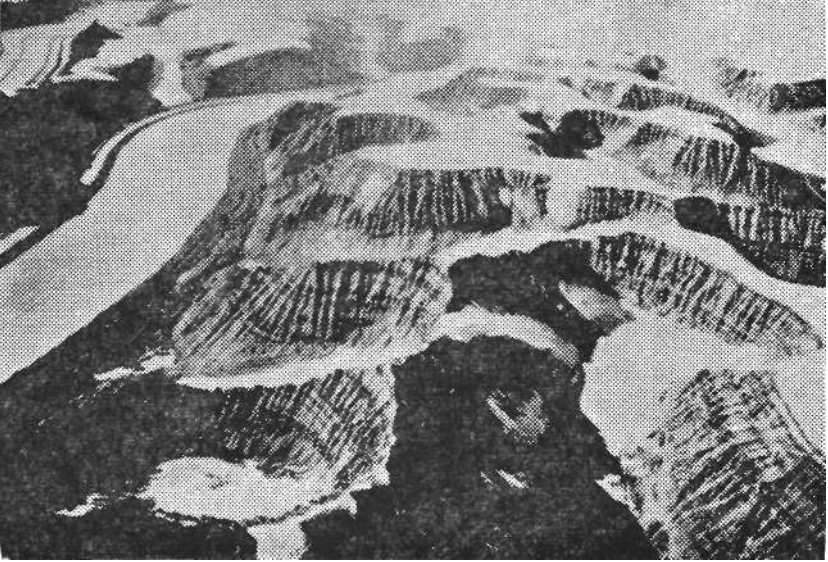
Resim 3a- Vadi glasiyelerine ait bir manzara krokisi. Sirkler ve yan buzullarla beslenen bir i glasiyeyi ifade ediyor. (Foto: Wyckoff'dan).



Resim 3b- İsviçre'de, Berner Alplerindeki Fiescher glasiye. Vadi buzuluna bir örnek. (Foto: Gresswell'den).



Resim 4- Büyük Aletsch buzulu. Bir vadi glasiyesi tipidir. (Foto: A.^Evrensel).

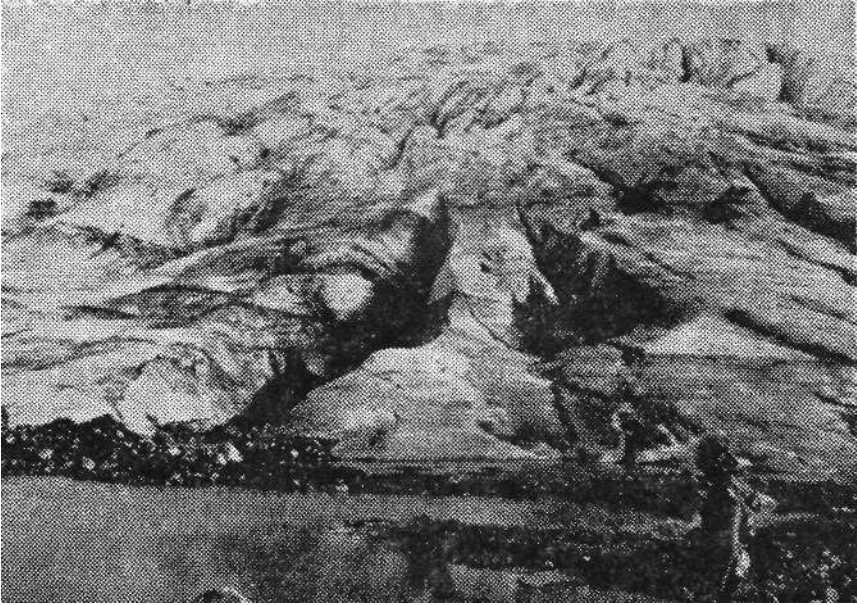


Resim 5- Grönland'da Biscuit Board röliefi. Glasiyelerle derin oyulmuş platolar ve sirkler yanında bir outlet glasiye görülmektedir (resmin solunda). Yüksek bir platodaki buz örtüsüne bağlıdır. (Foto: Monkhouse'dan).



5. Vadi Sistemi (Transection) Glasiye Tipi. — Dağlar üzerinde muhtelif doğrultulardan aşağılara uzanan vadilere yerleşmiş, bazan uzunlukları 10-15 km'yi bulan buzullardır.» Bu sistemde alan dağılışı yüksek seviyelerde daha fazladır. Bunlar takke buzuldan beslenirler. Spitsbergen ve Lowenckjold buzulları bu tipin örneklerindedir.

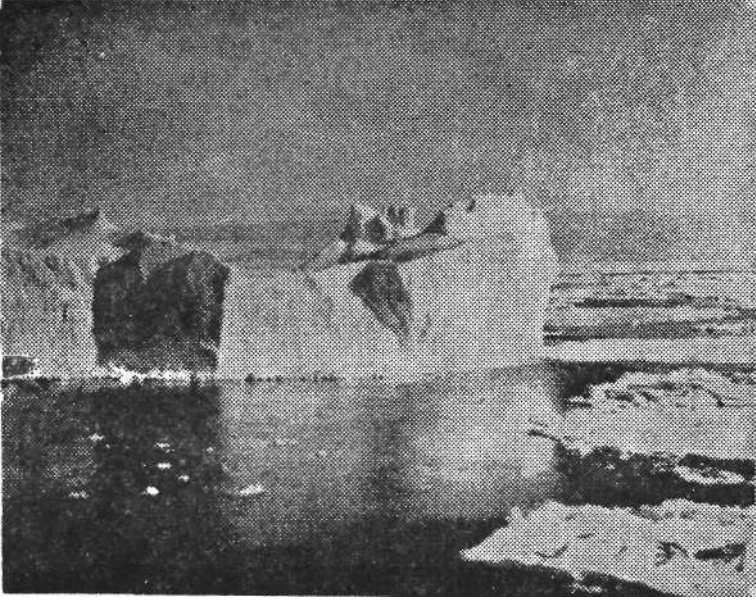
6. Piedmont Glasiye Tipi. — Vadi glasiyelerinin dil kısımlarının dağ eteğinde veya bir düzlükte birleşerek meydana getirdikleri tek ve geniş alanlı bir örtü halindedir. Bunun klasik bir örneği Alaska'daki Malaspina buzuludur. Pasifik kıyısında, kalınlığı 600 metre, tabanı deniz seviyesinin altında olan geniş bir lop oluşturmuştur (Resim: 6). Ayrıca, Spitsbergen'deki Murray glasiye ve İzlanda'daki Vatnajökull' da bu tipin güzel örneklerindedir. Oldukça aktif haldeki bu glasiyeler dağ üzerindeki buz takkesinden beslenirler.



Resim 6- Piedmont glasiye tipi. Blaaisen glasiye. Boyuna yarıkları fazladır. Önünde alçak bir moren seddi uzanmaktadır. (Foto: Gresswell'den).

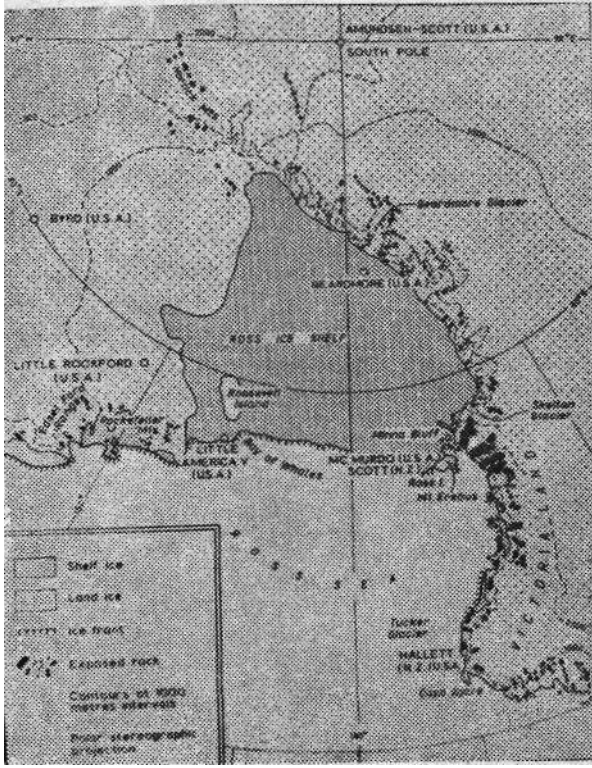
7. Yüzen Glasiye Dilleri. — Göl yüzü ve deniz seviyesine kadar uzanan buzulların, göl veya deniz içinde yüzen kısımlarıdır. Şekilleri ile kıyı röliefi arasında bir ilgi vardır. Bu tipe ait örnekler, Grönland'daki Steensby, Petermanns ve Ryder glasiyeleridir. Bunlar, yüzen glasiye dillerinin birleşmelerinden hasıl olan şelf buzlarından ve yüzen

buz örtülerinden çok farklıdır. Bu tip, arktik bölgede nadiren görülür. Çünkü, böyle glasiyeler kırıklıdır ve dil kısımları yüzme durumuna geçmeden fazlaca dağılır. Esas glasiyenin parçalanma yoluyla kaybettiği buz kütleleri ise Iceberg'lerdir (Resim: 7). Şelf buzu ise, Antarktika'da karakteristiktir. Çünkü, akkümülyasyon kıta kenarlarında fazladır ve buz beslenmesi bu yoldan olur. Burada Ross şelf (Şekil: 2) kütlesi bir neveyi andırır. Yüzen buz yaklaşık 400 metre kalınlıkta olup, 550.000 km<sup>2</sup> lik yer tutar. Buz yarları oldukça yüksektir (Resim: 8). Ross şelf-de deniz suyu yardımıyla alttan erime söz konusudur.

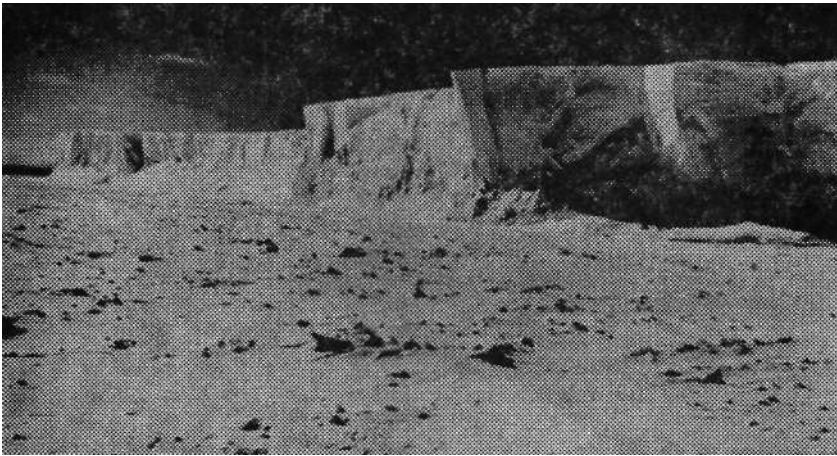


Resim 7- Weddel denizinde büyük bir iceberg ve yüzen daha küçük buz kütleleri; (Foto: Gresswell'den).

8. Dağ-Buz Takkeleri (Örtüleri). —Yüksek platolar üzerinde bulunurlar, bazan buradan daha aşağı seviyelere uzanabilirler. İslanda'da Vatnajökull (8000 km<sup>2</sup>) ile Norveç'de bulunan Jostedal (1250 km<sup>2</sup>) bu tipin örneklerindendir (Resim: 9) Bu buzulların kenarlarından çıkarak daha alçak seviyelere kadar uzanan dilleri bulunmaktadır. Ancak, bunların kaknhkları azdır. Şimdiki buz takkeleri Pleistosen'deki büyük buzul örtüsünden arta kalmış değildir. KKmatik optimumdan beri buzul yeniden gelişmiş olmalıdır (Şekil: 3).



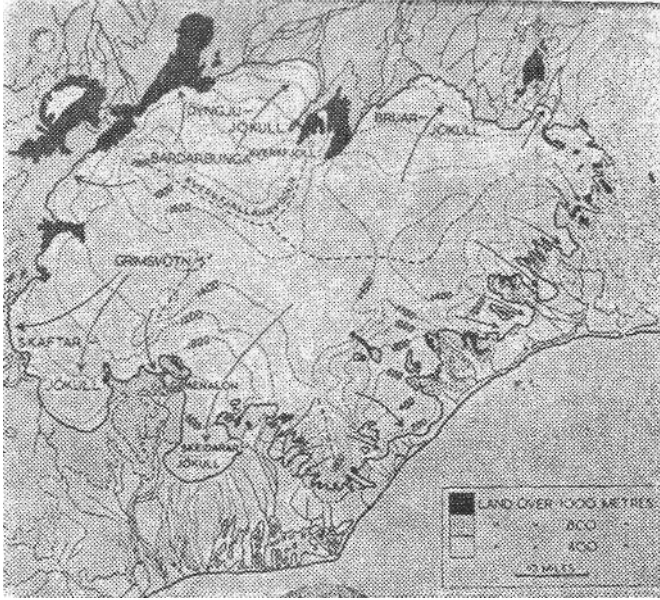
Şekil 2- Ross şelf. Antarktika'daki şelf buzudur. (Embleton'dan)



Resim 8- Ross şelf buzulu. Antarktika'da, yer yer kıyılar boyunca uzanan buz örtüşüdür. Su üzerindeki yüksekliği 30-50 metre arasında değişir. (Foto: Wyckoff'dan).



Resim 9- Norveç'de Jostedalbreen. Avrupa kıtasının en büyük buz örtüsüdür. Merkezindeki kalınlığı yaklaşık olarak 2500 metredir. (Foto: Cresswell'ten).



Şekil 3- Vatnajökull, İslanda'da. /2000 metrenin üzerindeki yüksek platolar alanında buztak-kesi karakterindedir. Daha sonra, çevreye doğru uzanan glasiyelerden ikisi dağ eteğinde pied-mont tipini oluşturmuştur. (GressweH'den).

9. Buzul Takkesi veya Alçak Düzlüklerin Buz Takkesi. — Yüksek arktik alanlarda, oldukça düz yerlerdeki düşük seviyelerde buz kütlelerinin gelişmeleri sonunda oluşurlar. Bunun tipik örneklerine kuzey Kanada'nın arktik bölgelerinde rastlanır. Baffin adasındaki Barnes buz takkesi oldukça alçak bir plato yüzeyinde uzanır. Fakat, glasyolojik yönden aktif değildir (Resim: 10).

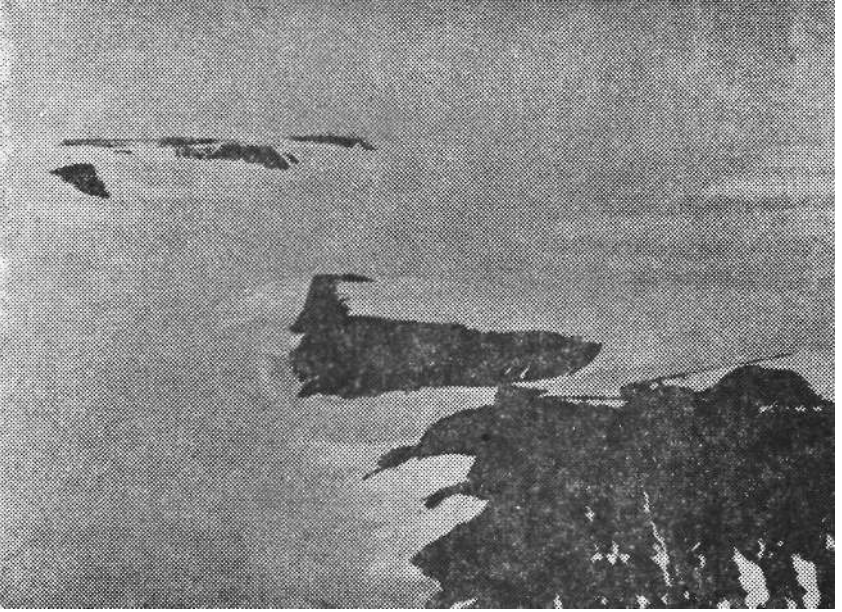


Resim 10- Güney Baffin adasının seri glasiyeleri. (Foto: Embleton'dan).

10. Grönland ve Antarktika Buz Örtüleri (İnlandsis'ler). — Bu örtülerin büyüklükleri rejimleri ile yakından ilgilidir. Antarktika'da 13 milyon  $\text{km}^2$ 'lik yer tutan İnlandsis, Güney Yarım Küre'nin iklimi üzerinde ve yaşam koşulları bakımından çok etkili olmuştur. Bugün, Dünya'daki buzulların %'85'i Antarktika'ya aittir (Resim: 11). Grönland örtüsü ise 1.600.000  $\text{km}^2$  lik alan ile, yeryüzündeki buzulların

% 11'ini oluşturur (Şekil: 4). Antarktika ve Grönland inlandsisleri çok kalın olup, kendi ağırlıklarının sağladığı hareketle merkezden çevreye doğru akış gösterirler.

Eriñ ise<sup>2</sup>, glasiyeleri a) Vadi Glasiyeleri, b) Örtü Glasiyeleri, c) Karışık Tip Glasiyeler olarak gruplandırdıktan sonra, bunların herbiri içine giren alt tipleri de ayrıca belirtmiştir.

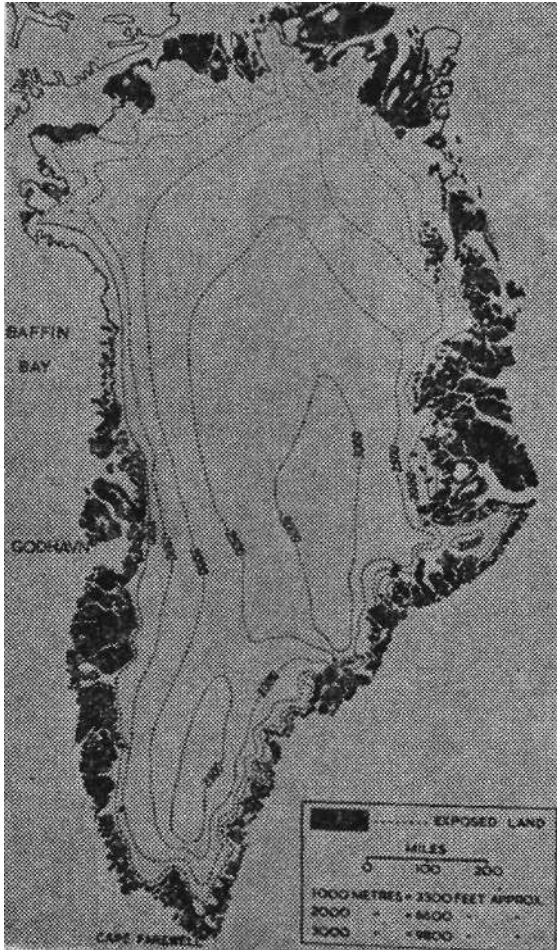


Resim 11- Antarktika-buz örtüsü. En yüksek inlandsistir. Theron dağları burada nunataklar halinde görülmektedir. Çok kaim olan buz örtüsünün büyük bir kısmı deniz seviyesinin altındadır. (Foto: Gresswell'den).

Jeomorfolojik yönden klasifikasyonlarda buzulların fiziksel özellikleri kadar, oluşum ve gelişmelerine yardımcı olan diğer koşulları da gözönünde tutulduğu anlaşılmaktadır.

Bugün, glasiyeler dünyanın muhtelif yerlerinde olduğu gibi, Türkiye'de kalıcı kar sınırına bağlı şekilde dağılmışlardır, ancak sayıları çok az olup, bazı yüksek dağların genellikle kuzeye bakan yamaçlarında yer almışlardır. Şöyle ki, Cilo Dağı (4168 m), Sat dağı (3810 m), Erciyes (3917 m), Süphan (4058 m) ve Rize dağları (Kaçkar 3937 m, Uçdoruk Tepe "Verçinin" 3711 m) üzerinde yer almış bulunanlar vadi glasiyeleri karakterindedir. Orta Toroslardaki Aladağ'da (3910 m) ise

küçük sirk glasiyeleri bulunmaktadır. Ağrı Dağı'nın zirvesini ise bir buzul takkesi örtmüştür. Blumenthal'e göre, 10 km<sup>2</sup> den fazla yer tutan bu glasiyeden çıkan 10 kadar dil, koni yamaçlarında 3800-3900 metrelere kadar uzanırlar. Bunlardan, çok fazla eğimli, Cehennemde» Vadisini izleyen dilden kopan buz kütleleri daha aşağı seviyelerde birikerek bir rejenere glasiye oluşturmuşlardır.



Şekil 4- Grönland buz örtüsü. Adamn hemen 3/4'iinden fazlasını kaplamıştır, kalınlığı orta kısımlarında 3300 metre civarındadır. Örtü kenarlara doğru incelmektedir. (Gre8swell'den)

## Bibliyografya

- Embleton, C. ve King, C. (1968) *Glacial and Periglacial Geomorphology*. England.
- Erinç, S. (1971) *Jeomorfoloji II*. ist. Üniv. Coğ. Enst. yay» No. 23, İstanbul.
- Gresswell, K. (1958) *The Physical Geography of Glaciers and Glaciation*. England.
- Machatschek, F. (1969) *Geomorphology*. Edinburgh.
- Monkhouse, F.J. ve Small, J. (1978) *A Dictionary of the Natural Environment*. England.
- Wyckoff, J. (1966) *Rock-Time and Landforms*. New York.