



**Araştırma Makalesi / Research Article**

**KALKANLI DAĞLARINDA KAR YAMASI EROZYONU İLE OLUŞAN  
NİVASYON OYUKLARI**

**Nivation Hollows Formed by Snow Patch Erosion in the Kalkanlı Mountains  
(Turkey)**

**Hüseyin TUROĞLU**

İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, İstanbul  
turogluh@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0003-0173-6995>

**Makale Tariğesi**

Geliş 7 Mart 2022  
Kabul 1 Nisan 2022

**Article History**

Received 7 March 2022  
Accepted 1 April 2022

**Anahtar Kelimeler**

Kar Yaması Erozyonu, Nivasyon  
Oyuntuları, Doğu Karadeniz Dağları,  
Dipsizgöl Nivasyon Sirk Gölü.

**Keywords**

Snow Patch Erosion, Nivation Hollows,  
Black Sea Mountains, Dipsizgöl  
Nivation Cirque Lake

**Atıf Bilgisi / Citation Info**

Turoğlu, H. (2022) Kalkanlı Dağlarında  
Kar Yaması Erozyonu İle Oluşan  
Nivasyon Oyukları / Nivation Hollows  
Formed by Snow Patch Erosion in the  
Kalkanlı Mountains (Turkey),  
Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi /  
Journal of Geomorphological  
Researches 2022 (8): 61-77

doi: 10.46453/jader.1084239

**ÖZET**

Nivasyon oyukları, kar yaması erozyonu ile oluşan bir aşınım şeklidir. Bu aşınma; kar yamaları altında, detritik nitelikteki zeminin sığ üst zonunda meydana gelen donma-çözölme döngü süreci ile gerçekleşir. Nivasyon süreci olarak tanımlanan bu aşınma; iklim, jeomorfoloji, zeminin tekstür ve strüktür özellikleri ile bitki örtüsü özelliklerinin kontrolünde gelişir. Kar yaması; hem sıcaklığın gün içinde donma ve çözölme döngüsü içinde değişmesi için termal koruyuculuk yaparak, hem de nivasyon sürecinin çalışması için gerekli olan suyun teminine katkı yaparak aşınmanın yıl içindeki etki süresi ve şiddeti üzerinde önemli rol oynar. Bu çalışmada; nivasyon oyukları ele alınarak, Kalkanlı Dağları'ndan (Trabzon, Gümüşhane) kaynağını alan Yanbolu Deresi yukarı çığı 2000-2200m yükselti kademesindeki nivasyon oyukları örneklemelerinde onların oluşum ve gelişimlerinin açıklanması amaçlanmıştır. Araştırma kapsamında; yüzey analizleri için 1m yersel çözölme noktasındaki topografik veritabanı drone verisinden üretilmiştir. Çalışma sahasının nivasyon koşullarının değerlendirilmesi amacıyla; Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilen, 2050m yükseklikteki Torul/Zigana Kayak Merkezi (İstasyon no: 17696) meteoroloji istasyonu iklim verileri kullanılmıştır. Yüzey analizleri için ArcMap 10.7 yazılımı tercih edilmiştir. Arazi çalışmasında nivasyon oyukları incelenerek, ölçümler Garmin Etrex 10 El Tipi GPS ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıca Google Earth görüntülerinden de faydalanılmıştır. Nivasyon oyuklarının oluşum ve gelişimlerine ait daha önceki araştırmaların bulgu ve sonuçları; araştırma sahasındaki örnekler ile karşılaştırılabilir olarak değerlendirilmiştir. Nivasyon gelişiminin güncel bir jeomorfolojik süreç olması nedeni ile sahanın güncel iklim özellikleri dikkate alınarak, nivasyon süreci perspektifinde değerlendirilmiştir. İklim verilerinin nivasyon sürecinin aktif olmasını desteklediği görölmüştür. Arazi çalışmaları ile elde edilen sahanın jeomorfolojik özellikleri, zeminin tekstür ve strüktür özellikleri, orman örtüsünden yoksun alpin çayır katı hakkındaki bulgular; 2000-2200m yükselti kademesinde halen kar yaması erozyonunun devam ettiğine işaret etmektedir. Arazi çalışmasında, nivasyon oyuklarının enine, boyuna ve dairesel türleri tespit edilmiş olup, bunlar karakteristik özelliklerine göre başlangıç, gençlik ve olgunluk gelişim aşamaları şeklinde sınıflandırılmıştır. Sahada gözlenen nivasyon oyukları genellikle başlangıç ve gençlik gelişim aşamalarında olduğu anlaşılmaktadır. Sahada görölen olgunluk gelişim aşamasındaki dairesel nivasyon oyuğu; Dipsizgöl nivasyon sirkidir. Nivasyon sirk göllerinin ideal bir proksi kapalı olduğunu ve geçmişin coğrafi arşivini sakladıklarını, Dipsizgöl tabanına ait kurtarılmış sedimentlerinin analizleri doğrulamıştır. Bu bilimsel öneminin yanı sıra nivasyon sirk göllerinin korunması gereken birer doğal miras olduğu da kabul edilmelidir.

**ABSTRACT**

Nivation hollows are erosional landforms formed due to snow patch erosion. This erosion occurs due to the freeze-thaw cycle that occurs in the shallow upper zone of the regolith ground under the snow patches, and is named the nivation process. The nivation process develops under the control of climate, geomorphology, texture, and structural properties of the ground as well as vegetation characteristics. The snow patch plays an important role in the duration and severity of the erosion throughout the year, both by providing thermal protection for the temperature to change during the freezing and thawing cycle during the

day, and by contributing to the supply of water necessary for the nivation process to work. This study aims to explain the formation and development of the nivation hollows at an altitude of 2000-2200 m in the upstream of Yanbolu river, which takes its source from the Kalkanlı Mountains (Trabzon, Gümüşhane). A 1 m spatial resolution topographic database was produced from drone data for surface analysis. To evaluate the nivation conditions of the study area, the climate data of the Toru/Zigana Ski Center (station no: 17696) meteorology station, situated at an altitude of 2050 m, were used, and obtained from the General Directorate of Meteorology. ArcMap 10.7 software was preferred for surface analysis. In the field study, the nivation hollows were examined, and the measurements were taken with a Garmin Etrex 10 Handheld GPS. Google Earth images were also used. The findings of previous studies on the formation and development of nivation hollows were evaluated in comparison with examples in the research area. Since the development of the nivation is a current geomorphological process, it has been evaluated in the perspective of the nivation process, taking into account the current climatic characteristics of the region. It was seen that the climate data supported the active nivation process. Findings from fieldwork on the geomorphological features of the region, texture and structural features of the ground, and the alpine meadow zone without forest cover indicate that the snow patch erosion continues at the altitude of 2000-2200 m. The transverse, longitudinal, and circular types of the nivation hollows were identified during the fieldwork and these were classified as the initiation, youth, and maturity developmental stages, according to their characteristic features. It is understood that the nivation hollows observed in the region are generally in the beginning and youth development stages. The circular nivation hollow in the maturity stage seen in the region is the Dipsizgöl nivation cirque lake. Analysis of sediments recovered from the bottom of Dipsizgöl lake confirm that the nivation cirque lakes are an ideal proxy trap and preserve the geographical archive of the past. In addition to this scientific importance, it should be accepted that nivation cirque lakes are a natural heritage that should be protected.

© 2022 Jeomorfoloji Derneği / Turkish Society for Geomorphology  
Tüm hakları saklıdır / All rights reserved.

## 1. GİRİŐ

Kalkanlı Dağları'nın (Trabzon, Gümüşhane) 2750-3000m yükseltelerinden kaynağını alan Yanbolu Deresi yukarı çığırında, 2000-2200m yükselti kademesi içindeki İstavroma, Dumanlı, Lenda yaylaları ve çevrelerinde (40°38'30"-40°39'50" Kuzey enlemleri, 39°45'36"-39°47'10" Doğu boylamları) (Şekil 1), kar yaması erozyonunun yaygın Őekilde aktif olduğu görülür. Kar yaması; hava sıcaklıklarının yükselmesiyle beraber, kar örtüsünün ortadan kalkmasına rağmen, yükselti, eğim, baki, yarıma derecesi ve yapısal engebelilik gibi jeomorfolojik özelliklerin kontrolünde korunarak, yıl içinde uzunca bir süre varlıklarını sürdürebilen, genel olarak birkaç 10m boyutlarındaki küçük, mevsimlik kalıntı kar birikintileridir. Periglasiyal iklim koşulları altında gelişen kar yaması erozyonu; genellikle kuzeybatı, kuzey veya kuzeydoğuya bakan az eğimli yamaçlardaki regolit örtü üzerinde, farklı boyutlarda gelişmiş, eğim yönüne dik veya eğim yönünde ya da dairesel çanak formdaki aşınım yer Şekillerinin gelişmesine neden olmaktadır. Bu aşınım Şekilleri *Nivasyon oyukları* olarak isimlendirilir (Lewis, 1939; McCabe, 1939; Thorn, 1978; Rademacher, 1980; Rapp, 1984; Christiansen, 1998; Thorn & Hall, 2002; Hjort, 2006; French, 2008; Margold, vd. 2011). Bu çalışmada; kar yaması altında

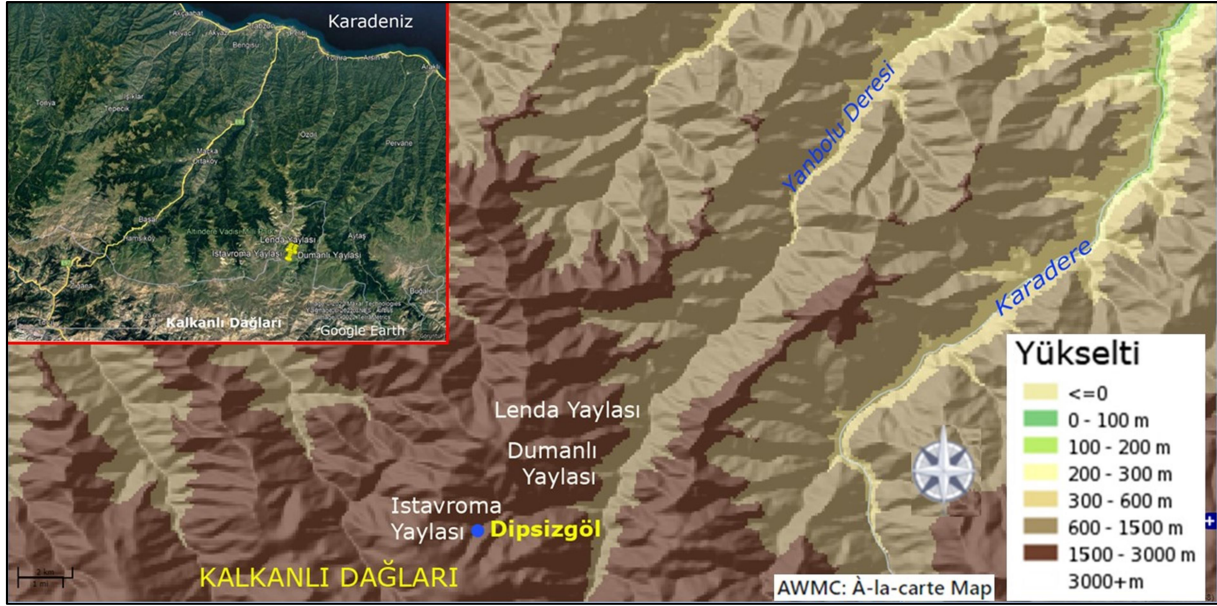
gelişen nivasyon oyukları incelenerek, Yanbolu Deresi yukarı ığırındaki yaylalarda gelişen nivasyon oyukları örneklemelerinde, onların jeomorfolojik özellikleri, oluşum ve gelişim koşullarının açıklanması hedeflenmiŐtir.

## 2. MATERYAL ve YÖNTEM

Nivasyon oyuğu türlerine ait örnekler kabaca belirli bir yükselti aralığında yer alırlar. Bunların bazıları fotoğraflanarak metin içinde kullanılmıştır. Dairesel nivasyon oyuğu olan Dipsizgöl çanağı ise bu araŐtırmanın hedefleri doğrultusunda detaylı olarak ele alınan örnektir. Dipsizgöl nivasyon sirki ve yakın çevresine ait yüksek yersel znrlkl veri tabanı oluŐturulması için drone teknolojisi tercih edilmiştir. Bu araŐtırmada kullanılan Dipsizgöl ve çevresine ait topografik veritabanı; 1m yersel znrlkte olup, 14 Eylül 2020 tarihinde, drone verisinden üretilmiştir. Bu veritabanı için 12 mp sensör znrlklğne sahip DJI Mavic Air Drone ile 60m yükseltiden 1,8cm/px yersel znrlkte, 163 görüntü alınmıŐtır. Dijital drone görüntülerinin fotogrametrik iŐlemleri Agisoft Photoscan Pro yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yüzey analizleri için ArcMap 10.7 yazılımı tercih edilmiştir. Ayrıca Google Earth görüntülerinden de

faaydalanılmıştır. Arazi alışması sırasındaki lmler Garmin Etrex 10 El Tipi GPS ile gerçekleştirilmiştir. Periglasiyal iklim koşullarının görülmesi amacıyla bölgeye en yakın istasyon olan Torul/Zigana Kayak

Merkezi (İstasyon no: 17696) Meteoroloji İstasyonu (Yükseklik 2050m), 2009-2022 yıllarına ait sıcaklık ve yağış iklim verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir.



**şekil 1.** Kar yaması erozyonu örneklerin lokasyon zellikleri. / **Figure 1.** Location characteristics of snow patch erosion samples.

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Kar Yaması Erozyonu

Nivasyon süreci ile oluşan oyuntu şekilleri; günlük donma-zlmenin belirgin şekilde etkili olduğu iklim bölgelerinin, kar yaması ile ilgili olarak gelişen yaygın yamaç aşınım şekli örnekleridir (McCabe, 1939; Henderson, 1956; Nichols, 1963; Derbyshire & Peterson, 1977; Washburn, 1980; Thorn, 1988; Christiansen, 1998; Thorn & Hall, 2002; Slee, 2015). Kar yaması erozyonu; nivasyon koşulları kontrolünde, birden fazla sürecin etkin rol almasıyla, kar kütlesi altındaki zeminde erime-donma döngüsü ile gelişen bir aşınım türüdür (Lewis, 1939; Kariya, 2002; Hjort, 2006; Margold, vd. 2011; Slee, 2015). Erozyona neden olan kar örtüsünün önemli özelliği; diğer mevsimsel kar örtülerinin erimelerinden sonra da bir süre topografya yüzeyinde kalan, irili ufaklı ve hareketsiz kar yaması (şekil 2) olmalarıdır (Lewis, 1939; Henderson, 1956; Hjort, 2006).

Periglasiyal iklim koşullarının ilk kez Troll (1944) tarafından tanımlandığı grlmektedir. Daha sonra, farklı coğrafı parametrelerin de dâhil edilmesiyle yapılan tanımlamalar (Peltier,

1950; Wilson, 1968; Flint, 1971; Washburn, 1980; Matthews, vd. 1998) dikkati çeker. French (2007) tarafından yapılan tanımlamada yükselti, enlem, güneşlenme, sıcaklık gibi coğrafı parametreleri de dikkate alarak 5 farklı coğrafı bölgeye göre periglasiyal iklim koşulları önerilmiştir. French (2007) in periglasiyal iklim koşulları için yaptığı tanım ve sınıflamadaki yaklaşımla; donma derecesinin (0° C) stnde ve altındaki günlük sıcaklık değişimleri ve çoğunluğu kar yağışı olmak üzere yıllık toplam yağışın 750-1000mm lerede olduğu iklim koşulları; bu araştırma için periglasiyal iklim koşulları olarak kabul edilmiştir.

Yukarıdaki yaklaşım çerçevesinde; çalışma sahası ve benzer periglasiyal iklim koşullarının hâkim olduğu sahalarda, anakaya üzerindeki örtü malzemedede; yılın belli bir döneminde donma ve bir bölümünde ise günlük donma ve zlme süreci etkili olur. Zemindeki daimi donma; mevsimsel olarak 0° C den düşük sıcaklıkların etkisi altında, yüzeyden itibaren, farklı derinliklerde gerçekleşir. Daha sonra, mevsim değişimine bağlı olarak, sıcaklıkların yükselmesiyle donmuş zemin, yüzeyden itibaren üzülür. Kar örtüsünün kalkmasını takiben, yıl içindeki gece ve gündüz hava

sıcaklıklarının 0° C altında ve üstünde belirgin farklılıklar göstererek değişme periyodunda; neme doygun zeminlerde, zemin yüzeyinde günlük donma ve çözülme süreci ile soliflüksiyon ve geliflüksiyon şeklindeki yavaş kütle hareketleri gerçekleşir (Flint 1971; Embleton & King, 1975; Washburn, 1980; Matsuoka, 2001; French, 2008; Turoğlu, 2009).



**Şekil 2.** Mevsimlik kar örtüsünün kalkması sonrasındaki kar yaması örnekleri. / **Figure 2.** The snow patch examples after the seasonal snow cover.

Mevsimlik kar yamaları; çevredeki kar örtüsünün eriyerek kalkması sonrasında, yamacın yükselti, eğim, bakı, yarıлма derecesi ve engebелilik gibi jeomorfolojik özellikler, ayrıca rüzgâr ve bitki örtüsünün de kontrolünde, niteliklerini ve varlıklarını yıl içinde daha uzunca bir süre koruyabilen, genel olarak birkaç 10m boyutlarındaki kar birikintileridir (Embleton & King, 1975; Dohrenwend, 1984; Lund, 1991; Christiansen, 1998; Kariya, 2002; Margold, vd. 2011; Brauchli, vd. 2017; Mott, vd. 2018). Jeomorfolojik özellikler; kar kütlesinin, güneşlenme süresini ve şiddetini azaltmak sureti ile termal olarak kalıcılıklarına pozitif etki ederken, aynı zamanda rüzgârla taşınan karların buralarda tutunmasına ve birikmesine yüzey şekli özellikleriyle de uygun koşullar sağlayarak, kar yaması kütlesinin artmasına katkı yapar (Mott, vd. 2018). Kar yaması; altındaki zemin için termal koruyucu bir rol üstlenir. Bir başka ifadeyle, nivasyon sürecinin devamına ait izolasyon örtüsü olarak çalışarak, nivasyon sürecinin yıl içindeki etki süresi ve şiddetinin artmasına vesile olur. Bu katkı; nivasyon süreci için sıcaklık ve su temini koşullarını sağlaması nedeni ile altındaki kendi

etki alanına ait zeminde erozyonu teşvik edici niteliktedir (Thorn, 1978; Rademacher, 1980; Nyberg, 1991; Hjort, 2006).

Kar yaması erozonunun gelişiminde; kar yamasının kalınlığı (derinlik), yıl içindeki varlığını koruduğu süresi, kar erime suyu, bu sisteme yamaçtan dâhil olan yüzeysel sular ve bu suyun hareketi; nivasyon süreci ve oluşturduğu erozyon şiddeti üzerinde belirleyici ve etkili olan faktörlerdir (Thorn, 1978; Rademacher, 1980; Nyberg, 1991; Hjort, 2006). Nivasyonun erozyon; kabaca alpin çayır katına denk gelen ve üzerinde ot formasyonunun geliştiği, az eğimli, yer yer anakayanın yüzeylendiği bu yükselti kuşağında, ana kayayı örten regolitler, ayrışmış anakaya kırıntılarında oluşan yamaç enkaz örtüsü veya bazı bölgelerde morenler, ya da periglasiyal birikinti örtüsü üzerinde gelişir (Dohrenwend, 1984; Hjort, 2006; Thorn & Hall, 1980; Christiansen, 1998; Thorn & Hall, 2002; Margold, vd. 2011).

Periglasiyal iklim koşulları altındaki yamaçlarda kar örtüsü kalktığında, sıcaklıkların hızla yükselmesi nedeniyle zemindeki çözülme yüzeyden derine doğru hızla gelişir ve yıl içindeki nivasyon etkisi zemindeki donun çözülmesi ile başlar ve nivasyon koşullarının ortadan kalması ile son bulur. Bu süre; son yıllarda küresel iklim değişikliği etkisi nedeni ile giderek hızla kısalmaktadır. Dolayısıyla nivasyonun erozyon etkisi de giderek azalmaktadır. Buna karşın, yamaçta, yılın daha uzunca bir süresi için varlığını koruyan kar yamaları; nivasyon sürecinin devamı için koşulları koruyan etkiye sahiptir. Kar yamaları; buldukları konuma ait bakı, yarıлма derecesi ve yamaçtaki eğim düzensizliklerinin sağladığı daha kısa güneşlenme süresi ve daha az güneşlenme şiddetinin avantajı ile altlarındaki zeminde nivasyon sürecinin, yaz aylarında da hem termal koşulları sağlayarak ve hem de gerekli nemin kar erime suyu ile temini yoluyla devamına imkân verir.

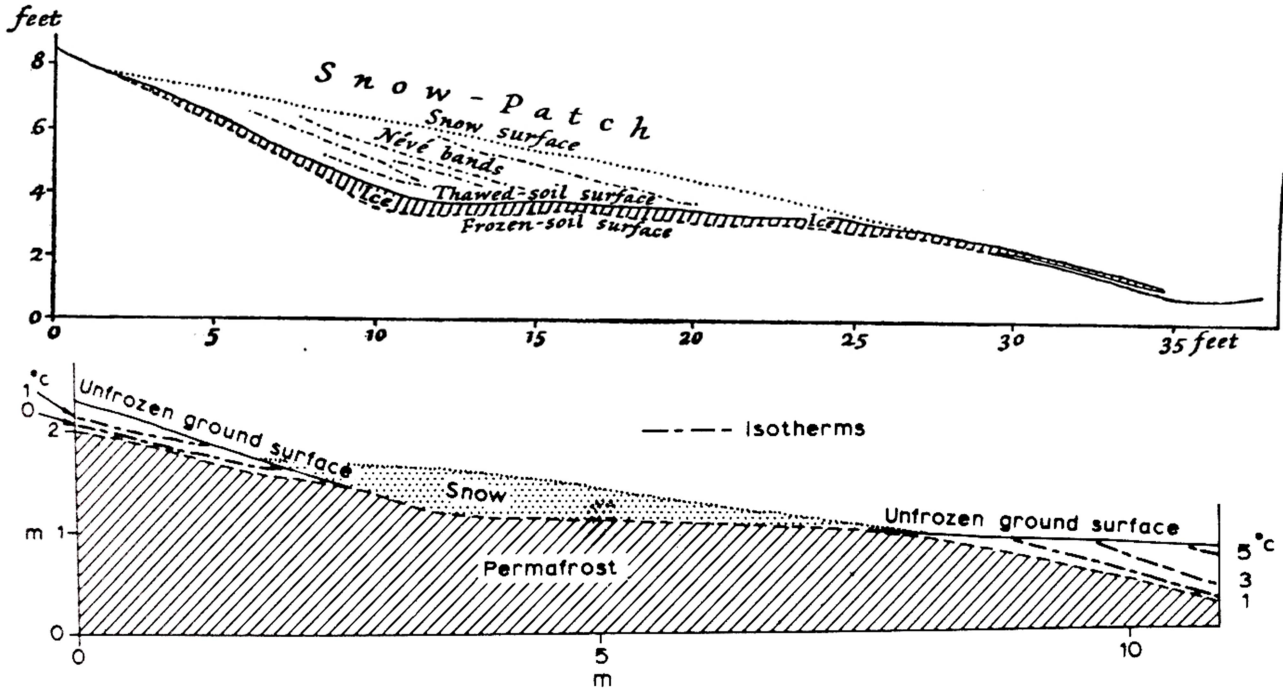
### 3.2. Nivasyon Süreci

Nivasyon süreci; yılın büyük bölümünde kalıcı olan hareketsiz kar yaması altında gerçekleşir. Bu şekillendirici süreç; periglasiyal iklim koşulları altında gelişen, yoğun donma-çözülme aktivitesi, şiddetli kimyasal ayrışma, ayrışma ürünlerinin yamaç yıkanması ile

taşınması faaliyetlerinin tümünü, yani erozyonu birlikte temsil eder. Bu kapsamda yamacın zemin (kaya-örtü) zellikleri, yamaç eğimi ve iklim özelliklerine bağlı olarak, sıcaklığın gün içinde donma noktasındaki değişim Şiddeti ve ortamın nem(su) içeriği dikkate alınması gereken parametreler olarak öne çıkar (McCabe, 1939; Thorn, 1978; Rademacher, 1980; Dohrenwend, 1984; Hjort, 2006; Margold, vd. 2011; Slee, 2015; Mott, vd. 2018). Nivasyon sürecini kontrol eden coğrafi faktörler; örtü malzemelerden oluşan az eğimli plato yüzeylerinde ve yamaçlar üzerinde gelişen, yataydaki boyutları, Şekil zellikleri ve dağılışları ile ilgili değişkenlik gösteren aşınım Şekillerinin meydana gelmesine neden olur (Embleton & King, 1968; Dohrenwend, 1984; Thorn, 1988; Colhoun, 2002; Margold, vd. 2011).

Sıcaklıkların yükselmesi ve kar erimelerin başlamasıyla birlikte oluşan kar erime suları; yzeyssel olarak ve örtü zeminlerde infiltre olabildikleri siğ zon içinde, günün güneşin

etkili olduğu bölümünde, eğim yönünde hareket ederler. Bu suların infiltre olabildikleri ve hareket edebildikleri derinlik; yılın bu döneminde zeminin yüzeyden itibaren buzunun çözüldüğü, genel olarak 5-15cm derinlik kadardır. Su; bu hareketi sırasında, donmuş zemin üzerinde, kayma düzlemi boyunca, detritik ince taneli anakaya malzemelerini de beraberinde, eğim yönünde, akma Şeklinde taşır. Güneşin ısıtıcı etkisi ortadan kalktığında, gece hava sıcaklığı 0° C in altına düşer ve zeminin siğ derinliği içindeki bu hareketi sağlayan su donar, akma-taşınma durur (Şekil 3). Sabah olup, güneş ısıtıcı etkisini gösterdiğinde zemindeki buz çözülür ve erozyona neden olan hareket tekrar başlar. Nivasyonu tanımlayan, kar yaması altında, gün içindeki bu donma-zlme süreci; yılın günlük sıcaklıkların 0°C in üstünde ve altında değiştiği bölümünde etkili olarak gerçekleşir (Lewis, 1939; McCabe, 1939; Derbyshire & Peterson, 1977; Margold, vd. 2011; Slee, 2015; Mott, vd. 2018).



**Şekil 3:** Yamaç üzerinde gelişen nivasyon oyuklarının oluşmasına ait enkesit. / **Figure 3:** Cross-section of the formation of nivation hollows on slope (McCabe, 1939; Embleton & King, 1975).

Kar yaması altında kalan zeminlerde, günlük donma ve zlme süreci; kar örtüsünden yoksun zeminlerdekinden daha fazla etkili olur (McCabe, 1939; Kariya, 2002; Hjort, 2006; Margold, vd. 2011). Bunun sebebi; kar örtüsünden yoksun yüzeylerdeki donma-zlme süreci ve onu oluşturan klimatik

zellikler zayıflasa ya da tamamen ortadan kalksa dahi, kar yamalarının altındaki zeminlerde, kar yamasının termal koruyuculuğu ve su temini etkisi ile yıl içinde daha uzunca bir süre nivasyon sürecinin devam etmesine olanak sağlanmasıdır. Gün içinde meydana gelen donma-zlme süreci ile kar

yaması altındaki zemin yüzeyinde, taneler arasındaki kohezyon büyük oranda zayıflar ya da kaybolur. Suya doygun bu ince detritik zon, gravitasyon etkisi altında akışkanlık kazanarak, kar yaması altındaki erime boşluğunda eğim yönünde hareket eder. Günlük olarak devamlılığı olan bu erozyonal gelişme; zamanla kar yamasının altında bir oyuk oluşmasına neden olur (Şekil 3) ve zemindeki taneli tekstür unsurlarının taşınmasını, yamaçtaki karsız zemindekilerden daha şiddetli ve yıl içinde daha uzunca bir süre etkili olarak gerçekleştirir. Böylece, yamaçtaki kar yaması altında hızla oyuntu erozyonu gelişir (Lewis, 1939; McCabe, 1939; Derbyshire & Peterson, 1977; Christiansen, 1998; Colhoun, 2002; Margold, vd. 2011). Nivasyon sürecinin etkili olduğu süre kesintisiz devam ettiğinde oyuntunun yamaç tarafındaki dikliği daha fazla belirginleşir ve ileri aşamalarda dik ve yüksek bir aşınım duvarına dönüşebilir.

### 3.3. Nivasyon Oyukları

Bu tip yer şekilleri; kar yamalarının etkisi altındaki, boyutları gelişme aşamalarına ve coğrafi özelliklere bağlı olarak, genellikle birkaç on metre civarında (nadiren 100 m civarında ya da daha fazla) olan oyuntu formlarındaki aşınım şekilleridir. En yaygın şekiller dikkate alındığında; *enine*, *boyuna* ve *dairesel* olmak üzere, 3 farklı nivasyon oyuntu şekilli aşınım tipi sınıflandırılmıştır (Lewis, 1939; Henderson, 1956; Rademacher, 1980). Aşınım süreç farklılığı olmamasına karşın, ortaya çıkan şekilsel farklılıklar için kar yamasının oluşmasında ve uzunca bir süre korunmasında rol oynayan yamaç jeomorfolojisi önemli yönlendirici faktördür. Yamacın; eğim, bakı, yarıлма şiddeti ve engebelilik derecesi gibi jeomorfolojik özellikleri kar yamasının, dolayısıyla kar yaması erozyonunu nasıl gelişeceğini büyük oranda belirler (Christiansen, 1998). Çalışma sahasında bu nivasyon oyuntu şekillerini; Büyük kısmı *Başlangıç*, daha az oranda *Gençlik* ve nadir olarak *Olgunluk* gelişim aşamalarına ait örnekleriyle görmek mümkündür.

Yamaç eğimi morfolojik faktörlerden biridir. Özellikle kar örtüsünün tutunmasında ve nivasyon sürecinin gerçekleşmesinde etkili olur. Çalışma sahasındaki az eğimli yüzeyler kar örtüsünün tutunmasına önemli etki yapar.

Nivasyon süreci ile zeminin hareketi için eğimin 2° kadar olması dahi yeterlidir. Genellikle yamaçtaki çıkıntı ya da eğim düzensizlikleri (engebelilik) de kar yaması ve onun yıl içinde korunmasında etkili olan diğer morfolojik faktördür. Dolayısıyla, kar yamaları; topografya yüzeyindeki diklik ya da eğim düzensizliklerinin önünde daha kolay oluşurlar ve uzunca bir süre korunabilirler. Zira jeomorfolojinin bu özellikleri; hem rüzgâr etkisinden ve hem de güneşlenmenin etkisinden kar örtüsünü koruyarak, çevredeki kar örtüsünün eriyerek temizlenmesi sonrasında da, bu kar birikinti kalıntılarının daha uzunca bir süre varlıklarını koruyabilmelerine imkân tanır.

Kar yamalarına bağlı nivasyon oyuklarının gelişim hızları; iklim, jeomorfoloji, zemin tekstürü ve bitki örtüsü özelliklerinin kontrolünde gelişen nivasyon sürecinin yıl içindeki etki süresine ve şiddetine bağlıdır. Bu yüzden bir genelleme yapılması doğru değildir. Etkili olan coğrafi özelliklerin farklılaşması ile nivasyon oyuklarının gelişim hızları da değişir. Yapılan araştırmalar (Kariya, 2002; Palacios, vd. 2003; Natek, 2007; Margold, vd. 2011); nivasyon oyuklarının gelişiminin enlem ve yükseltiye bağlı olarak bölgeden bölgeye farklılık gösterdiğine, güncel koşullarda, orta enlemlerdeki donma-çözölme aktivitesinin yüksek enlemlere oranla daha az etkili olduğuna, yüksek enlemlere çıkıldıkça uygun koşul yükselti aralığının da daha alçak seviyelere indiğine işaret etmektedirler. Nivasyon oyuklarının gelişimlerini yavaşlatan küresel etki ise yıl içindeki sıcaklık ortalamalarının yükselmesi ve sıcak gün sayısının artmasıyla kendini hissettiren iklim değişikliği gerçeğidir. Son 30 yıllık dönemde, bahar ve yaz sıcaklıklarının yükselmesiyle aktif nivasyon oyuklarının gelişim hızlarının da azaldığı kabul edilmektedir (Palacios, vd. 2003). Bu durumda; nivasyon süreci için uygun iklimik koşullarının, orta enlemlerdeki yükselti aralığının giderek daha yüksek kesimlere doğru bir kayma eğilimi içinde olduğu kabul edilebilir.

#### 3.3.1. Kalkanlı Dağları Nivasyon Oyukları

Nivasyon ile gerçekleşen, kar yaması erozonunun oluşturduğu nivasyon oyuklarının Anadolu'da yaygın olarak yer aldığı sahalardan

biri de Kalkanlı Dağları'nın 2000-2200m yükselti kuşaaındaki İstavroma, Dumanlı, Lenda yaylaları ve çevrelerindeki (Gümüşhane) az eğimli yamaçlarıdır (Şekil 1, 4). Bu yükselti aralığında çok sayıda farklı gelişme aşamalarında olan ve gelişimleri halen devam eden güncel nivasyon oyukları (kar birikinti erozyonu yer şekilleri) yer alır (Şekil 5).



**Şekil 4:** Bu çalışmada gözlemlenen, farklı gelişme aşamalarındaki nivasyon oyuklarının yer aldığı 2000-2200m seviyelerindeki yaylar bölgesi. / **Figure 4:** The plateau region at 2000-2200m asl with the nivation hollows at different developmental stages observed in this study.

İklim, jeomorfoloji, zeminin tekstür ve strüktür özellikleri ile bitki formasyonunun belirgin etkisi; çalışma sahasındaki aktif kar yaması oyuklarının oluşumu ve gelişimi üzerinde açıkça görülür. Çalışma sahasında görülen çapları ve derinlikleri birbirinden farklı kar yaması oyukları; bu coğrafi özelliklerin kontrolündeki gelişiminin farklı aşamalarını temsil eden örneklerdir. Şekil 5'te, üstte görülen; çapları 1-2 m olan, derinlikleri 1m den az aşınım çukurlukları henüz başlangıç aşamasını temsil eden nivasyon oyuklarıdır. Şekil 5 ve Şekil 9 da yan yana görülen, anfitiyatro formu şekillenmeye başlayan 3 adet nivasyon sirkisi de gençlik gelişim aşamalarındaki aşınım çukurlarıdır. Bu aşamalardaki nivasyon sirkileri tabanlarında su barındırmazlar. Buna karşın farklı boyutlardaki anakaya kırıntılara sıkça rastlanır. İlerleyen aşamada bu malzemelerin üzeri giderek daha ince taneli sedimentlerle örtülür ve bu daha iri taneli kırıntılar daha sonraki göl sedimentleri

Bölgede; enine (Şekil 6), boyuna (Şekil 7) ve dairesel (Şekil 5, 8, 9, 10) olmak üzere nivasyon oyuklarının her üç tipine de rastlamak mümkündür. Ancak bölgedeki en yaygın olarak görülen nivasyon oyuğu türü; dairesel olan *nivasyon sirkisi* aşınım şekli olup, büyük çoğunluğu başlangıç, bir kısmı ise gençlik aşamasındadır (Şekil 5, 9, 10).

altındaki taban ya da kaide çakıl-blokları olarak rol üstlenirler.

Nivasyon sirkilerinin tabanlarında su biriktirmeleri; onların olgunluk safhaları ile ilişkilidir. Zira nivasyon sirkilerinin olgunluk safhası; sirk tabanında soliflüksiyon ve rüzgâr etkisi ile taşınan ince taneli sediment birikimi ile tanımlanabilir. Bu sedimentlerin sirk tabanında birikebilmesi için nivasyon sirkisinin hem boyut olarak sediment tutabilecek yeterli büyüklüğe ulaşması gerekir ve hem de tabanda su geçirimsizliğini sağlayacak ince taneli sediment birikiminin gerçekleşmiş olması gerekir. Bu her iki koşul için de nivasyon sürecinin yıllar boyu uzunca bir süre ve şiddetli olarak etkili olmasına ihtiyaç vardır. Dipsizgöl nivasyon gölü bu niteliklere sahip bir doğal göldür. Ya da doğal bir göldü demek gerekiyor artık. Zira tahrip edilerek bir havuza dönüştürülmüştür (Şekil 10, 11, 12).



**Şekil 5:** Istavroma, Dumanlı, Lenda yaylaları ve çevrelerinde yer alan farklı gelişme aşamalarındaki nivasyon oyuklarından bazı örnekler. / **Figure 5:** Some examples of nivation hollows at different stages of development in the Istavroma, Dumanlı, Lenda plateaus and their surroundings.

### 3.3.2. Enine Nivasyon Oyukları

Eğim yönüne dik doğrultuda gelişen oyuntu formundaki kar yaması erozyonunun aşınım şekilleridir. Yamaç üzerindeki litolojik veya tektonik kökenli yapısal, ya da aşınımına bağlı ki bu bazı hallerde kriyoplanasyon terasları (Thorn & Hall, 2002) da olabilir, eğim kırığına ait diklik önünde, kabaca onun uzantısına uyumlu, enine uzantılı biriken kar yamaları; enine nivasyon oyuklarının gelişmesine neden olur. Çalışma sahasının Dumanlı ve Istavroma

Yaylası çevresinde tipik örneklerine rastlanır (Şekil 3, 6, 7).

### 3.3.4. Boyuna Nivasyon Oyukları

Eğim yönünde gelişen oyuntu formundaki kar yaması erozyonunun aşınım şekilleridir (Şekil 7, 9). Oluşumlarında yamaç eğimi ve akarsu başlangıç dizinlerinin etkili olduğu kabul edilmektedir (Lewis, 1939; Embleton & King 1975). Yüzeysel akış yarınları; kar birikimleri ve korunmaları için uygun diğer korunak morfolojileri durumdadır. Bu yarınlar içinde



yerleşik olarak kalan kar yamaları nivasyon sürecini etkin kılar. Su erozyonuna ait yarıntı; nivasyon süreci ile şekilsel deformasyona uğrayarak, kabaca kar yamasının etki alanı sınırlarında, derinlik, genişlik, eğim ve şekilsel olarak değişmek suretiyle, eğim yönünde uzanan bir oyuntu aşınım şekline dönüşür. Dumanlı ve Lenda Yaylalarındaki yamaçlarda,

akarsuyun birinci dizin yarıntısına yerleşerek onu deforme eden başlangıç ve gençlik gelişim aşamalarındaki boyuna nivasyon oyuklarına sıkça rastlanır. Istavroma Yaylası Dipsizgöl Deresi yamaçlarındaki başlangıç ve gençlik gelişim aşamalarındaki boyuna nivasyon oyukları da belirgindir (Şekil 7, 9).



**Şekil 6:** Enine gelişen nivasyon oyuğu (Istavroma Yaylası). / **Figure 6:** The transverse nivasyon hollows (Istavroma Plateau).



**Şekil 7:** Enine ve boyuna gelişen nivasyon oyuğu örnekleri (Istavroma Yaylası, Dipsizgöl Deresi kuzeybatı yamacı). / **Figure 7:** Examples of transverse and longitudinal nivation hollows (Istavroma Plateau, northwest slope of Dipsizgöl Stream).

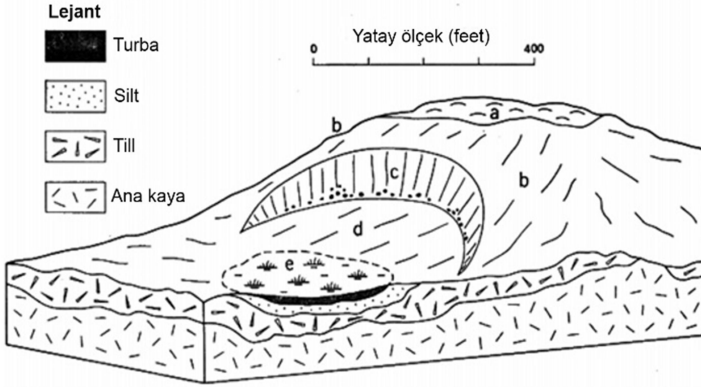
### 3.3.5. Dairesel Nivasyon Oyukları

Kar yaması altında, nivasyon süreci ile oluşan dairesel çanak şekilli aşınım formlarıdır (Şekil

8). Bu tür nivasyon oyukları *Nivasyon Sirkisi* olarak isimlendirilmiştir (Nichols, 1963; Watson, 1966; Derbyshire & Peterson, 1977; Christiansen, 1998; Natek, 2007). Nivasyon

sirklerinin oluşumunda; nivasyon srec koşullarının yanı sıra, uygun yamaç eğimleri ve nispeten daha kalın bir enkaz örtüsünün varlığı belirleyici faktörler olarak kabul edilir (Lewis, 1939; Henderson, 1956; Christiansen, 1998). Kabaca 10-15° eğimli ve ayrışmış anakaya kırıntıları, regolit ya da moren örtüsünden oluşan yamaçlardaki kar yamaları altında gelişen nivasyon süreci, zamanla zemin yüzeyinde erozyona neden olarak çanak şekilli

bir oyuntu oluşturur. Bu oyuntunun genişlik ve derinliği arttıka, yamaç tarafında dik bir aşınım duvarı belirginleşir. Çanak şekilli oyuntunun çapı büyüdükçe oyuntu dikliği 30-40° eğim kazanır ve yüksekliliği de artar. Çanak yamaçlarında dairesel halkalar şeklindeki akma izleri; hareketin, bir başka ifadeyle aşınmanın güncel olarak devam ettiğinin kanıtı niteliğindedir (şekil 8, 9, 10).



**şekil 8:** Nivasyon oyuk blokdiyagramı ve Dipsizgöl nivasyon sirkisi (tahrip edilmeden öncesi) a. Andezit anakaya yüzeylenmeleri, b. 10-15° eğimli yamaçlar, c. Oyuntu dikliği (30-40° eğimli), d. Az eğimli ( $\pm 5^\circ$ ) kar yaması altındaki drift eden zemin, e. Bataklık, ince taneli sediment dzliğ. / **Figure 8:** Nivation hollow block diagram and Dipsizgöl nivation cirque (before it was destroyed) a. Andesite rock outcrops on slope and hill, b. 10-15° inclined slopes, c. Backwall (slope 30-40°), d. Drifting ground on a slight slope ( $\pm 5^\circ$ ) under snow patch, e. Swamp, fine-grained sediment flat (Henderson, 1956; Embleton & King, 1975; Rademacher, 1980).

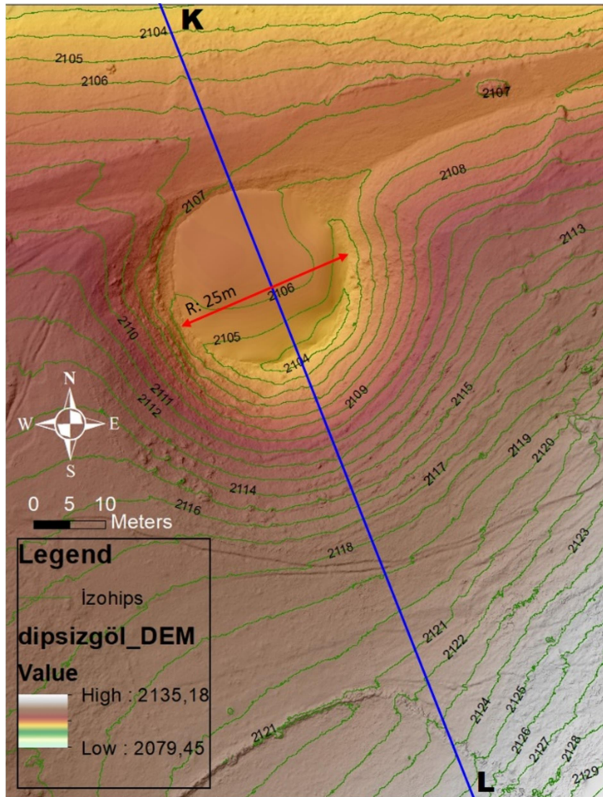


**şekil 9:** Farklı boyutlardaki dairesel nivasyon oyuğu (sirkisi) rnekleri (Istavroma Yaylası, Dipsizgöl Deresi kuzeydoğu yamacı). / **Figure 9:** Examples of circular nivation hollows (cirques) in different sizes (Istavroma Plateau, the northeast slope of the Dipsizgöl Stream).

Çalışma sahasındaki örnekler dikkate alındığında; boyutları, şekil özellikleri, tabanlarındaki sediment birikiminin niteliği ve su tutup tutmamaları gibi özelliklerinden hareketle, hangi gelişim aşamalarında

olduklarına ait sınıflandırma yapmak mümkündür. Nivasyon sirklerinin başlangıç aşamasında olanları; çapları 5-15m arasında değişen ve 1,0-1,5m derinlikleri olan dairesel, çanak şekilli oyuntulardır (şekil 2, 5). Gelişmiş

olanları, gençlik safhasındaki nivasyon sirkleridir. Bunların çapları 10-30m arasında, derinlikleri 2-4m arasında değişir. Şekil özellikleri çanak formundan anfitiyatro formuna doğru dönüşüm gösterir. Oyuntunun dik eğimli, yüksek duvarı, yamaç tarafındadır (Şekil 5, 9). Tabanları düz, düze yakındır ve çoğunlukla çakıl boyutundan, 5-6 cm ve 10-15 cm boyutlarına kadar değişen andezit anakaya kırıntısı bloklar yer alabilir. Gençlik safhasındaki dairesel oyuntular genel olarak su tutmazlar. Olgunluk aşamasındaki nivasyon sirklerinin tabanlarında; kaba taneli unsurların üzerine gelen ince taneli sedimentler geçirimsizlik sağlayarak göl oluşumuna fırsat verir. Zaman içinde, sirk tabanındaki çukurluk; kar yaması altından gerçekteşen akmanın taşıdığı ince kum, silt, kil gibi ince taneli sedimentlerin birikmesi ile proksi kapanı gibi çalışmasına sahne olur (Şekil 8, 10, 11, 12) (Henderson, 1956; Embleton & King 1975; Derbyshire & Peterson, 1977; Rademacher, 1980). Bu özelliklerin tümünü Dipsizgöl nivasyon sirkinde görmek mümkündür.



**Şekil 11:** Dipsizgöl nivasyon sirki, yüksek yersel çözünürlüklü sayısal yükselti modeli (SYM) ve morfometrik özellikleri. / **Figure 11:** High spatial resolution digital elevation model (DEM) and morphometric properties of the Dipsizgöl nivation cirque.

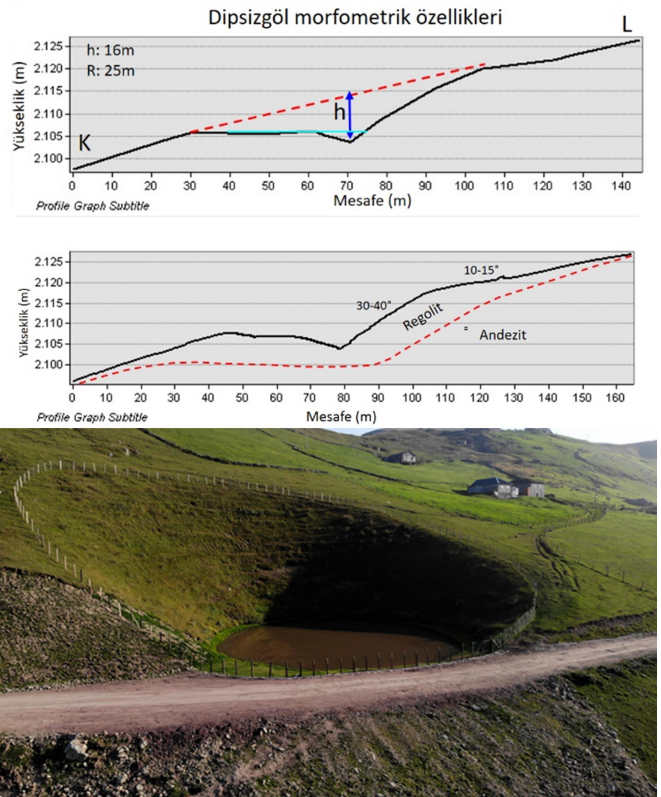
Anfitiyatro formundaki Dipsizgöl nivasyon sirkinin taban düzlüğü 25m çapında olup, doğu duvar dikliği eğimi  $\pm 30^\circ$  civarındayken, güney

### 3.3.6. Dipsizgöl Nivasyon Sirki

Bölgedeki nivasyon sürecinin şekillendirdiği dairesel aşınım şekillerinden en tipik ve gelişmiş aynı zamanda tanınan örneği Dipsizgöl Nivasyon Sirki'dir (Turoğlu, vd. 2020; Turoğu & Yiğitbaşıoğlu, 2021). Dipsizgöl nivasyon sirki; Istavroma köyü yakınlarında, Yanbolu Deresi'nin başlangıç dizinlerinden biri olan Dipsizgöl Deresi alt dizin havzası içinde, 2100-2150 m yükselti aralığında kalır (Şekil 1, 4, 10, 11).



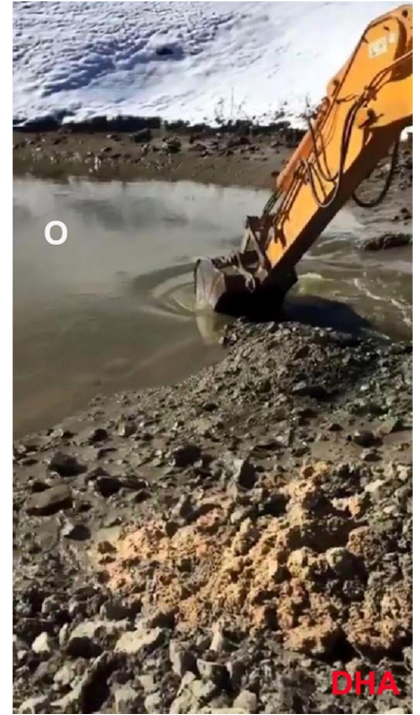
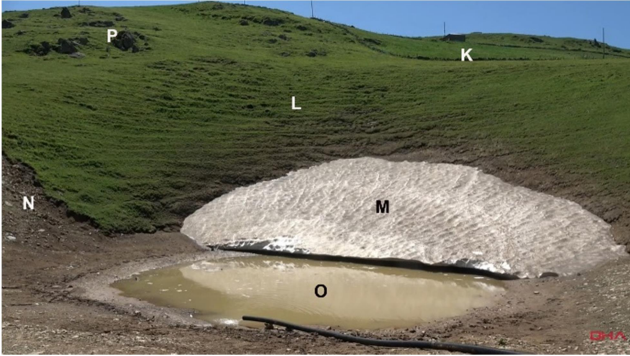
**Şekil 10:** Dipsizgöl nivasyon sirki ve yakın çevresinin genel görünümü. / **Figure 10:** General view of Dipsizgöl nivation cirque and close vicinity.



duvar dikliği eğimi  $30-40^\circ$ , batı duvar dikliği ise  $40^\circ$  den fazla eğime sahiptir (Şekil 11). Dipsizgöl nivasyon sirkinin şekil ve kesit

özelikleri; Şekil 3 blokdiyagram (Henderson, 1956; Embleton & King, 1975) ile büyük oranda benzerlik göstermektedir. Andezit anakayası üzerinde yer alan, kalınlığı değişken örtü zemin içinde açılmıştır (Şekil 11, 12N, 13). Andezit anakayası; nivasyon sirkinin doğu ve kuzeydoğusundaki yamaç üzerinde yer yer yüzeylenmiştir (Şeki 8, 10, 12P). Yamacın bu bölümünde genel eğim daha fazla olup, yamaç düzensizliği andezit anakaya yüzeylenmeleri nedeni ile daha fazla belirgindir (Şekil 8, 10, 11, 12P). Ana kaya üzerindeki örtü zemin; regolit nitelikteki andezit kırıntılarında oluşur.

Sirkin batı, kuzeybatı ve kuzeyindeki yamaçlar; sirkin doğu yamacına oranla daha kalın bir birikime ve daha az bir yüzey eğimine sahiptir (Şekil 11, 12-N, 13). Dipsizgöl nivasyon sirki; aynı zamanda tabanında derinliği değişmekle birlikte, yıl boyu  $\pm 2,00\text{m}$  su barındıran doğal bir göl niteliğindedir ve  $\pm 3\text{ m}$  civarında bir göl tabanı çökeline sahipti (Şekil 12-O) (Turoğlu, vd. 2020; Turoğu & Yiğitbaşıoğlu, 2021). Ancak 06 Kasım 2019 tarihinde kazılarak tahrip edildiği için doğal ve bilimsel özelliğini kaybetmiştir.



**Şekil 12:** Dipsizgöl nivasyon sirki tanımlayıcı morfolojik özellikleri: (K) 10-15° eğimli üst yamaç, (L) Oyuntu dikliği (30-40° eğimli), (M) Kar yaması, (N) regolit örtü, (O) Nivasyon sirk gölü ve dip çökelleri, (P) Yamaçtaki andezit anakaya yüzeylenmeleri. / **Figure 12:** Descriptive morphological features of Dipsizgöl nivation cirque: (N) 10-15° inclined upper slope, (L) Backwall (slope 30-40°), (M) Snow patch, (N) Regolith ground, (O) Nivation cirque lake and bottom sediments, (P) Andesite bedrock outcrops on the slope.

### **Dipsizgöl Nivasyon Sirki Oluşum Süreci**

Çalışma sahasının içinde bulunduğu 2000-2200 m yükselti kuşağı; güncel olarak, yılın sonbahar, ilkbahar ve yaz aylarının bir bölümünde, gün içindeki sıcaklıkların 0°C

üstünde ve altında değişim gösterdiği bir zondur (Tablo 1). Bu durum, nivasyon sürecinin temel iklimik koşulu olarak kabul edilir (Embleton & King, 1968; Flint 1971; Embleton & King, 1975; Washburn, 1980; Matthews, vd.

1998; French, 2007). Dipsizgöl nivasyon sirkinin bulunduğu Istavroma yaylası ve yakın çevresinde (2000-2200 m yükseltiler) iklim elemanlarına ait rasat yapan MGM istasyonu yoktur. Dipsizgöl ve çevresine ait Nivasyon süreci için MGM Torul/Zigana kayak merkezi (ist no: 17696, yükseklik 2050 m) ve simüle edilmiş geçmiş iklim ve hava durumu verileri

birlikte kullanılmıştır (Tablo 1). Ortalama maksimum ve minimum sıcaklıkların donma noktasındaki değişimi ve buna soğuk gece sıcaklıkların katkısı Tablo 1'de belirgin olarak görölmektedir. Aylık ortalamalar; gün içindeki değişimlerin aylık aritmetik ortalamalarını temsil etmektedir.

**Tablo 1:** Torul/Zigana Kayak Merkezi Meteoroloji İstasyonu (yükseklik 2050m) sıcaklık ve yağış (MGM, 2022) ve Dumanlı (yükseklik 1980m) için simüle edilmiş geçmiş iklim verileri. /b**Table 1:** Temperature and precipitation data measured in Torul/Zigana Ski Center Meteorology Station (2050m asl) (MGM, 2022), and simulated historical climate data for Dumanlı (altitude 1980m asl).

Sıcaklık-Yağış \ Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ortalama Aylık Sıcaklık(C°)	-4,8	-2,7	-1,1	3,4	8,0	11,0	12,9	13,5	10,6	7,2	1,8	-2,3
Ortalama Günlük Maksimum Sıcaklık(C°)	0,0	0,0	4,0	10,0	14,0	15,0	17,0	17,0	16,0	12,0	7,0	2,0
Ortalama Günlük Minimum Sıcaklık(C°)	-7,0	-7,0	-4,0	0,0	4,0	6,0	9,0	9,0	6,0	3,0	-1,0	-5,0
Soğuk Geceler Sıcaklık(C°)	-15,0	-15,0	-12,0	-6,0	-2,0	1,0	4,0	5,0	1,0	-3,0	-7,0	-13,0
Ortalama Aylık Toplam Yağış (mm)	12,4	19,1	48,6	50,2	84,0	51,2	25,1	24,8	39,1	55,0	42,3	28,3
Kar Yağışlı Gün	9,6	8,9	7,5	2,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	3,2	6,2



**Şekil 13:** Dipsizgöl nivasyon sirkinin içinde kazıldığı zemine ait kesitin tekstür özellikleri. Kesit; (a)Ot formasyonunun tutunduğu ince taneli 20-30 cm lik koyu renkli sığ zonu, (b) Daha açık renkli içine az oranda kenarlı köşeli anakaya kırıntılarının da olduğu 100-150 cm lik regolit zonu, (c) Kötü boylanmış kenarlı köşeli anakaya kırıntılarının daha fazla oranda yer aldığı alt regolit zonu, (d) Anakaya ayrışma zonu görölmektedir. / **Figure 13:** Textural features of the section of the ground in which the Dipsizgöl nivation cirque was incised. Section; (a) The fine-grained 20-30 cm dark-colored shallow zone with the alpine meadow, (b) The 100-150 cm regolith zone, including a few the lighter colored angular bedrock fragments (c) The lower regolith zone, consisting with the angular bedrock fragments. (d) The bedrock weathering zone.

Dipsizgöl nivasyon sirki ve içinde bulunduğu yamaç; kalınlığı değişkenlik gösteren, anakaya kırıntılarında oluşan regolit örtü ve bu örtünün altındaki andezit anakayasından oluşur. Çalışma sahasında regolit örtünün yüzeyi ot formasyonu ile kaplıdır. Zemin yüzeyinden ±25cm derinliğe kadarki zon daha koyu renkli ve ince taneli unsurlardan oluşur (Şekil 13a). Derine doğru; iri taneli unsur oranının artmaya başladığı, daha açık renk dönüşümünün izlendiği bir tekstür

farklılaşması çok belirgindir (Şekil 13b). Regolit-anakaya geçişi ya da alt regolit zonu; iri taneli, kenarlı köşeli ana kaya kırıntılarının ağırlıklı olduğu bir zonu (Şekil 13c) ile temsil edilir. En altta ise anakaya ayrışma zonu yer alır (Şekil 13d).

Kar yaması altında, sıcak 0°C in altında düştüğünde regolit örtü yüzeyden başlayarak derine doğru donar. Taneler arasındaki suyun donması; oluşan hacimsel genişleme ile taneleri birbirinden ayırır, uzaklaştırır. Gün

içinde sıcaklığın yükselmesi ile gece donmuş olan regolit örtü, yüzeyden itibaren çözülmeye başlar. Ancak bu çözülme çok derine inemez ve buzu çözülen sığ yüzey zonun altı halen donmuş vaziyettedir. Yüzeydeki ince taneli sığ örtü zonu çözümesi nedeniyle (Şekil 13a, koyu renkli üst zon) taneler arasındaki büyüyen boşluk hacmi, erime suyu ile dolar, suya

doğun hale gelerek akışkan nitelik kazanır, 2° lik eğimlerde dahi kar altında hareket ederek, eğim yönünde soliflüksiyon mekanizmasıyla (Turoğlu, 2009) yer değiştirir. Bu hareket; yüzeyde, yamaç eğim yönüne dik doğrultuda yarınlar ve eğim yönüne doğru kopma yaraları, akma halkaları oluşturur (Şekil 5, 8, 9, 12, 14).



**Şekil 14:** Kar örtüsü altındaki zeminin, sığ, üst zonunda; günlük donma-çözülme ile gerçekleşen kopma ve akma izleri. / **Figure 14:** The ground rupture and flow due to diurnal freeze-thaw in the shallow upper zone of the ground under the snow cover.

#### **Gelişmiş Nivasyon Sirklerinin Bilimsel Önemi**

Yıl içinde zaman zaman derinliği değişim gösterse dahi, tabanında uzun yıllar su barındıran nivasyon sirk gölleri ideal bir proksi kapidır. Gerek yüzeysel akış ve soliflüksiyon ile göl tabanına taşınan sedimentler ve gerekse rüzgâr ile taşınan sedimentler ve polenler bu durgun su göl tabanında, ideal bir yerleşme ve eksiksiz bir istif ile bozulmadan korunabilirler. Dolayısıyla sediment birikimi başlangıcından, günümüze kadarki süreye ait geçmişin iklim, bitki ve doğal ortam koşulları hakkında önemli bilgileri saklayan, doğal arşiv niteliği taşırlar (Margold, vd. 2011).

Dipsizgöl; tabanında geçmişin arşivini barındıran, olgun bir nivasyon sirk gölüydü. 06.11.2019 tarihinde resmi izin ve bir legal heyet eşliğinde yapılan kazı ile önce göl içindeki su boşaltılmış ve daha sonra sirk gölü tabanında biriken çökeller iş makinası marifeti ile 3-4 m derinliğinde kazılarak, yamaçtan aşağıya kontrolsüzce atılmıştır (TRT Haber, 2019, 14 Kasım; T24, 2019, 14 Kasım; Milliyet, 2019, 15 Kasım; İHA, 2019, 16 Kasım; Karadeniz, 2019, 16 Kasım; Hürriyet, 2019, 22

Kasım; Haber61, 2019, 22 Kasım). Atılan bu çökellerin; geçmişe ait iklim ve bitki örtüsü hakkında önemli veriler sağlama potansiyeline sahip olduğu, kurtarılabilen örnekler üzerinde yapılan XRD analizleri ve polen analizlerinden anlaşılmıştır (Turoğlu, vd. 2020). Buna karşın, göl tabanı istifinin bozulmuş olması ve bu örneklerin istif içindeki seviye belirsizliği güvenilirlik zafiyeti; tarihlendirme yapılmasının da göz ardı edilmesine neden olmuştur. Göl tabanındaki çökel istifinin bozulmuş olması nedeni ile birikimin başlangıcına ait sedimente ulaşma ve istifi temsil edecek sağlıklı bir sediment örnekleme yapma imkânı maalesef kalmamıştır. Bu nedenle tarihlendirme de yapılmamıştır. Dipsizgöl nivasyon sirk göl tabanında yapılan kazı; bilimsel anlamda geçmişe ait telafisi mümkün olmayan çok önemli bir veri kaybına neden olmuştur (Turoğlu, vd. 2020; Turoğlu & Yiğitbaşıoğlu, 2021).

#### **4. SONUÇ**

Yanbolu Deresi (Trabzon) yukarı çığırında, başlangıç dizinlerine ait 2000-2200m yükselti

kademesi içindeki alt havzaların az eğimli yamaçlarında ve bu yükseltilerdeki İstavroma, Dumanlı, Lenda yayla yerleşimlerinin yer aldığı az eğimli plato yüzeyleri ve yamaçlar periglasiyal iklim koşullarının etkisi altındadır. Bu iklim koşulları, bölgede; mevsimlik kalıntı kar birikintilerine bağlı gelişen güncel nivasyon sürecinin devamına imkân tanımaktadır. Olgunluk gelişim aşamasındaki Dipsizgöl nivasyon sirkinin tarihlendirmesi yapılmamış olmasına rağmen, bu bölgede; başlangıç ve gençlik gelişme aşamalarında olan, enine, boyuna ve dairesel şekillere ait farklı türlerdeki nivasyon oyukları oldukça yaygın olarak yer almakta olup, bu aşınım şekillerinin gelişimleri halen aktif olarak devam etmektedir.

Dairesel nivasyon oyuntuları (nivasyon sirki) çalışma sahasındaki yaygın tür olup, Dipsizgöl nivasyon sirki bu türün olgunluk gelişim aşamasındaki örnek nivasyon süreci ile oluşan aşınım şeklidir. Onun şekil ve morfometrik özellikleri, anfiyatiro formu, güncel donma-çözülme sürecinin sirk duvarlarındaki izleri, sirk doğu, batı ve güney duvarlarının eğim özellikleri, sirk yer aldığı yamaç ve çevresinin doğal eğim değerleri, anakaya ve anakaya kırıntılarında oluşan regolit örtünün profili, oyuntu tabanında biriken  $\pm 3$ m kalınlığındaki göl tabanı çökelleri, bu çökellerden kurtarılmış olan örneklerle yapılan XRD analizleri ve polen analizlerinden iklim ve bitki örtüsü verilerinin alınabilmiş olması; bu yeryüzü şeklinin nivasyon sirki olarak tanımlanmasındaki jeomorfolojik delillerin öne çıkarılmasıdır.

Dipsizgöl nivasyon sirki gibi olgunluk gelişim aşamasındaki nivasyon sirkleri; güvenilir proksi kapanı olup, sahip oldukları eksiksiz ve bozulmamış sediment ve polen birikimlerine ait göl tabanı çökelleri nedeni ile bilimsel anlamdaki geçmişin arşivi niteliği taşırlar. Bu bilimsel öneminin yanı sıra, sahip oldukları onları tanımlayıcı jeomorfolojik özellikler nedeni ile ayrıca doğal miras olarak özel önem ve değer arz eden yeryüzü şekilleridir.

## KATKI BELİRTME ve TEŞEKKÜR

Dipsizgöl nivasyon sirki ve yakın çevresinde drone verisi teminini bu çalışma için gerçekleştiren YL öğrencim Furkan

KARABACAK'a, ayrıca makalenin değerlendirilmesi aşamasında katkılarda bulunan sayın hakemlere ve sayın editöre teşekkür ederim.

## KAYNAKÇA

- Brauchli, T., Trujillo, E., Huwald, H., Lehning, M. (2017). Influence of slopescale snowmelt on catchment response simulated with the Alpine 3D model. *Water Resources Research*. 53: 10723–10739. <https://doi.org/10.1002/2017WR021278>
- Christiansen, H.H. 1998. Nivation forms and processes in unconsolidated sediments, NE Greenland. *Earth Surface Processes and Landforms*, 23(8): 751-760. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-9837\(199808\)23:8<751:AID-ESP886>3.0.CO;2-A](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9837(199808)23:8<751:AID-ESP886>3.0.CO;2-A)
- Colhoun, E.A. 2002. Periglacial landforms and deposits of Tasmania. *South African Journal of Science*, 98: 55-63. [https://www.antpas.org/uploads/7/9/8/3/7983921/sajsci\\_v98\\_n1\\_a23.pdf](https://www.antpas.org/uploads/7/9/8/3/7983921/sajsci_v98_n1_a23.pdf)
- Derbyshire, E. & Peterson, J.A. 1977. Nivation Cirque. *Australian Landform Example No:31. Australian Geographer*, 13: 416-419. <https://doi.org/10.1080/00049187708702721>
- Dohrenwend, J.C. 1984. Nivation Landforms in Western Great Basin and Their Paleoclimatic Significance. *Quaternary Research*, 22: 275-288. [https://doi.org/10.1016/0033-5894\(84\)90022-X](https://doi.org/10.1016/0033-5894(84)90022-X)
- Embleton, C. & King, C. A.M. 1968. *Periglacial Geomorphology*. Edward Arnold, SBN: 7131-5377-6, Printed in Great Britain.
- Embleton, C. & King, C. A.M. 1975. *Glacial and Periglacial Geomorphology*. Edward Arnold, ISBN: 0-7131-5794-1, London.
- Flint, R. F. 1971. *Glacial and Quaternary Geology*. John Wiley and Sons, Inc. ISBN: 0-471-26435-0, USA.
- French, H. M. 2008. *The Periglacial Environment*, 3rd ed. John Wiley & Sons, Ltd. ISBN-13: 978-0-470-86588-0, ISBN-13: 978-0-470-86589-7.
- Jennings, J.N. 1978. The Geomorphic Role of Stone Movement through Snow Creep Mount Twynam, Snowy Mountains, Australia *Geografiska Annaler. Series A, Physical Geography*, 60(1/2): 1-8. [https://www.jstor.org/stable/520960?seq=1#metadata\\_info\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/520960?seq=1#metadata_info_tab_contents)
- Jennings, J.N. & Costin, A.B., 1978. Stone movement through snow creep, 1963–75 Mount Twynam, Snowy Mountains, Australia. *Earth Surface*

- Processes, 3(1): 1-22.  
<https://ur.booksc.org/dl/1329763/c147dd>
- Haber61 (2019, 22 Kasım). Dipsiz Göl'ün Jeolojik gizemi. Erişim adresi: <https://www.haber61.net/dipsiz-gol-un-jeolojik-gizemi-makale,4118.html>
- Henderson, E. P. 1956. Large Nivation Hollows near Knob Lake, Quebec. The Journal of Geology, Volume 64, Number 6, <https://doi.org/10.1086/626394>
- Hjort, J. 2006. Environmental factors affecting the occurrence of periglacial landforms in Finnish Lapland: a numerical approach. Academic dissertation. Department of Geography Faculty of Science University of Helsinki. ISBN 952-10-3080-1 (PDF). [https://www.researchgate.net/publication/47932730\\_Environmental\\_Factors\\_Affecting\\_the\\_Occurrence\\_of\\_Periglacial\\_Landforms\\_in\\_Finnish\\_Lapland\\_A\\_Numerical\\_Approach](https://www.researchgate.net/publication/47932730_Environmental_Factors_Affecting_the_Occurrence_of_Periglacial_Landforms_in_Finnish_Lapland_A_Numerical_Approach)
- Hürriyet (2019, 22 Kasım). Dipsiz Göl'de son durum: Ve başladı. Erişim adresi: <https://www.hurriyet.com.tr/gundem/dipsiz-golde-son-durum-ve-basladi-41380434>
- İHA (2019, 16 Kasım). 12 bin yıllık Buzul Göl olduğu iddia edilmişti; su birikintisi çıktı. Erişim adresi: <https://www.ih.com.tr/haber-12-bin-yillik-buzul-gol-oldugu-iddia-edilmisti-su-birikintisi-cikti-811919/>
- Karadeniz (2019, 16 Kasım). Dipsiz göl denilen yer su birikintisi çıktı. Erişim adresi: <https://www.karadenizgazete.com.tr/karadeniz/gumushane/dipsiz-gol-denilen-yer-su-birikintisi-cikti/241311>
- Kariya, Y. 2002. Geomorphic processes at a snowpatch hollow on Gassan volcano, northern Japan Permafrost and Periglacial Processes, 13(2): 107 – 116. <https://doi.org/10.1002/ppp.412>
- Lewis, W. V. 1939. Snow-Patch Erosion in Iceland. The Geographical Journal, 94(2): 153-161. <https://www.jstor.org/stable/1787251>
- Lund, R.N. 1991. Geomorphic processes at snowpatch sites in the Abisko mountains, northern Sweden. Zeitschrift für Geomorphologie, 35(3): 321-343. DOI: 10.1127/zfg/35/1991/321
- Margold, M., Treml, V., Petr, L., Nyplová, P. 2011. Snowpatch hollows and pronival ramparts in the Krkonoše Mountains, Czech Republic: distribution, morphology and chronology of formation. Geografiska Annaler, Series A, Physical Geography, 93: 137–150. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0459.2011.00422.x>
- Matsuoka, N. 2001. Solifluction rates, processes and landforms: a global review. Earth-Science Reviews, 55(1–2): 107-134. [https://doi.org/10.1016/S0012-8252\(01\)00057-5](https://doi.org/10.1016/S0012-8252(01)00057-5)
- Matthews, J.A., Shakesby, R.A., Berrisford, M.S., McEwen, L.J., 1998. Periglacial patterned ground on the Styggedalsbreen glacier foreland, Jotunheimen, southern Norway: micro-topographic, paraglacial and geocological controls. Permafrost and Periglacial Processes, 9: 147–166. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1530\(199804/06\)9:2<147::AID-PPP278>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1530(199804/06)9:2<147::AID-PPP278>3.0.CO;2-9)
- McCabe, L. H. 1939. Nivation and Corrie Erosion in West Spitsbergen. The Geographical Journal, Vol. 94, No. 6, pp. 447-465.
- Milliyet (2019, 15 Kasım). 'Dipsiz Göl' yok oldu. Erişim adresi: <https://www.milliyet.com.tr/galeri/dipsiz-gol-yok-oldu-6080157/1>
- Mott, R., Vionnet, V., Grünewald, T. 2018. The Seasonal Snow Cover Dynamics: Review on Wind-Driven Coupling Processes. Frontiers in Earth Science, 6:197. <https://doi.org/10.3389/feart.2018.00197>
- Natek, K. 2007. Periglacial Landforms in The Pohorje Mountains. Dela, 27: 247-263. <https://doi.org/10.4312/dela.27.247-263>
- Nichols, R. L. 1963. Miniature Nivation Cirques Near Marble Point, McMurdo Sound, Antarctica Journal of Glaciology, Volume 4, Issue 34, pp. 477 – 479. DOI: <https://doi.org/10.3189/S002214300002791X>.
- Nyberg, R. 1991. Geomorphic processes at snowpatch sites in the Abisko mountains, northern Sweden. Zeitschrift für Geomorphologie, 35(3): 321 – 343. DOI: 10.1127/zfg/35/1991/321.
- Palacios, D., Andrés, N., Nicolau, E. L. 2003. Distribution and effectiveness of nivation in Mediterranean mountains: Peñalara (Spain). Geomorphology, 54(3-4): 157-178. DOI:10.1016/S0169-555X(02)00340-9.
- Peltier, L.C. 1950. The geographic cycle in periglacial regions as it is related to climatic geomorphology. Annals of the Association of American Geographers, 40: 214-236. [https://www.jstor.org/stable/2561059?seq=1#metadata\\_info\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/2561059?seq=1#metadata_info_tab_contents)
- Rademacher, C.L. 1980. Morphometric Properties of Nivation Hollows on Hart Mountain, Lake County, Oregon. A thesis submitted to Oregon State University, Master of Science.
- Rapp, A. 1984. Nivation Hollows and Glacial Cirques in Söderåsen, Scania, South Sweden. Geografiska Annaler. Series A, Physical



- Geography, 66A(1/2): 11-28.  
[https://www.jstor.org/stable/520937?seq=1#meta-data\\_info\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/520937?seq=1#meta-data_info_tab_contents)
- Slee, A.J. 2015. The distribution and paleoclimate implications of periglacial landforms in eastern Australia. A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy at The University of Queensland, Australia.
- T24 (2019, 14 Kasım). Define sylentisi zerine 12 bin yıllık gl yok edildi. Erişim adresi: <https://t24.com.tr/haber/define-soylentisi-uzerine-12-bin-yillik-gol-yok-edildi,848071>
- Thorn, C. E. 1978. The Geomorphic Role of Snow. *Annals of the Association of American Geographers*, Vol. 68, No. 3, pp. 414-42.
- Thorn, C. E. & Hall, K. 1980. Nivation: An Arctic-Alpine Comparison And Reappraisal. *Journal of Glaciology*, Volume: 25, No. 91, pp: 109-124.
- Thorn, C. E. 1988. Nivation: a geomorphic chimera. In: Clark, M.J. (ed.). *Advances in periglacial geomorphology*, 3-31. John Wiley & Sons, Chichester.
- Thorn, C. E. & Hall, K. 2002. Nivation and cryoplanation: the case for scrutiny and integration. *Progress in Physical Geography*. Volume 26, No:4, pp. 533-550.
- TRT Haber (2019, 14 Kasım). Dipsiz Gl'deki kazının sebebi belli oldu. Erişim adresi: <https://www.trthaber.com/haber/turkiye/dipsiz-goldeki-kazinin-sebebi-belli-oldu-441178.html>
- Turoğlu, H. 2009. Aksu Deresi Havzası (Giresun) Periglasiyal Sahasında Ktle Hareketleri (The Mass Movements in The Periglacial Region of Aksu River Basin (Giresun). *Trk Coğrafya Dergisi*, 52: 41-54, Basılı ISSN 1302-5856, Elektronik ISSN 1308-9773, İstanbul
- <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/198477>
- Turoğlu, H. Erginal, A.E., Caner, H., Yiğitbaşıoğlu, H. 2020. Dipsizgl Nivasyon Sirkisi (Dipsizgol Nivation Cirque), TURQUA 2020 Bildiri zleri Kitabı (Abstracts Book), sayfa: 34-35. [http://www.turqua.itu.edu.tr/docs/librariesprovider22/default-document-library/turqua\\_abstract\\_book\\_2020\\_v34fcf3e4bceeb6433bf21ff0000f8c30d.pdf?sfvrsn=0](http://www.turqua.itu.edu.tr/docs/librariesprovider22/default-document-library/turqua_abstract_book_2020_v34fcf3e4bceeb6433bf21ff0000f8c30d.pdf?sfvrsn=0)
- Turoğlu, H. & Yiğitbaşıoğlu, H. 2021. Istavroma Periglasiyal Blgesindeki Nivasyon Sirkisi (Nivation Cirques in Istavroma Periglacial Region). 73. Trkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri zleri ve Tam Metin Bildiriler Kitabı (Proceedings Of Abstracts And Extended Abstracts), TMMOB Jeoloji Mhendisleri Odası Yayınları No: 143, ISBN: 978-625-7653-17-6, sayfa: 481-482. [https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/02d915fa0bf0f11\\_ek.pdf](https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/02d915fa0bf0f11_ek.pdf)
- Troll, C. 1944. Strukturbden, Solifluktion und Frostklimat der Erde. *Geologische Rundschau*, 34(7-8): 545-694. Doi. 10.1007/BF01803103. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/BF01803103.pdf>
- Washburn, A.L. 1980. *Geocryology - a survey of periglacial processes and environments*. ISBN 0-470-6582-5, John Wile & Sons, New York.
- Watson, E. 1966. Two nivation cirques near Aberystwyth, Wales. *Biuletyn Peryglacialny*, 15: 79-101.
- Wilson, L. 1968. Morphogenetic classification. In: *Geomorphology. Encyclopedia of Earth Science*. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/3-540-31060-6\\_248](https://doi.org/10.1007/3-540-31060-6_248)