



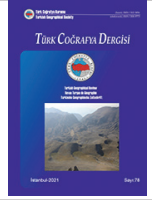
Basılı ISSN 1302-5856

Türk Coğrafya Dergisi

Turkish Geographical Review





www.tcd.org.tr

Elektronik ISSN 1308-9773



Ilgaz Dağları'nda yükseltiye bağlı sıcaklık değişiminin periglasyal şekillerdeki toprak özellikleri üzerine etkisi

The effect of temperature change due to elevation on soil properties in periglacial landforms in Ilgaz Mountains

Volkan Dede ^{*a}  Orhan Dengiz ^b  Burçin Şeyda Zorlu ^c  Kuttusi Zorlu ^a 

^a Ardahan Üniversitesi, İnsani Bilimler ve Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Ardahan, Türkiye.

^b Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun, Türkiye.

^c Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü, Samsun, Türkiye.

ORCID: V.D. 0000-0003-4523-1390; O.D. 0000-0002-0458-6016; B.Ş.Z. 0000-0002-0085-4351; K.Z. 0000-0001-8924-6549.

BİLGİ / INFO

Geliş/Received: 30.09.2021

Kabul/Accepted: 19.10.2021

Anahtar Kelimeler:

Periglasyal şekiller
İklim
İstatistik
Toprak özellikleri
Ilgaz Dağları
Türkiye.

Keywords:

Periglacial landforms
Climate
Statistic
Soil properties
Ilgaz Mountains
Turkey.

*Sorumlu yazar/Corresponding author:

(V. Dede) volkandede@ardahan.edu.tr

DOI: 10.17211/tcd.1002568



Atf/Citation:

Dede, V., Dengiz, O., Zorlu, B.Ş., & Zorlu, K. (2021). Ilgaz Dağları'nda yükseltiye bağlı sıcaklık değişiminin periglasyal şekillerdeki toprak özellikleri üzerine etkisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (78), 23-32.

<https://doi.org/10.17211/tcd.1002568>

ÖZ / ABSTRACT

Çalışmanın amacı; yükseltiye bağlı sıcaklık değişimlerinin, Ilgaz Dağları'nın zirve düzlüğünde bulunan periglasyal şekiller üzerinde oluşmuş farklı toprakların fiziko-kimyasal özelliklerine olan etkisinin ortaya çıkarılmasıdır. Bu amaçla, girland, taş kümesi, çember ve tufurların buldukları yükselti basamaklarının sıcaklıkla olan ilişkisi değerlendirilmiştir. Ele alınan yükselti aralığı 1943-2398 m arasında olup, bu yükselti aralığında dağılışı gösteren periglasyal şekillerden toprak örnekleri alınmış ve farklı sıcaklık değişimleri ile toprak özellikleri istatistiksel olarak ilişkilendirilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde, yükselti ile periglasyal şekillerin bünyesinde bulunan toprakların bazı fiziko-kimyasal özellikleri (EC: Elektriksel iletkenlik, OM: Organik madde, Na+, K+, kil, kum, HA: Hacim ağırlığı, TK: Tarla kapasitesi, SN: Solma noktası, YS: Yarayışlı su, DO: Dispersiyon oranı, SSI: Strüktür stabilite indeksi, KO: Kil oranı ve CF: Kabuk oluşumu) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanamamıştır. Fakat, istatistiksel olmasa da analiz değerlerine göre yükselti artışı ile birlikte özellikle OM ve kil oluşumunda önemli bir azalma olduğu görülmüştür. Bu ise jeo-fiziko-kimyasal reaksiyonunda azaldığını ifade etmektedir. Ayrıca, incelenen periglasyal şekillerde oluşan toprakların kimyasal özelliklerinden kireç, Ca, Mg, pH ve fiziksel özelliklerden ise AS (Agregat stabilitesi) ve Hİ (Hidrolik iletkenlik) değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı oldukları saptanmıştır.

The aim of the study is to reveal the effect of temperature changes in dependent on elevation on the physico-chemical properties of different soils formed on periglacial landforms located on the summit plain of the Ilgaz Mountains. For this purpose, the relationship of the elevation steps of the non sorted step, the stone cluster, the non sorted circle and the thufurs on the temperature has been evaluated. The elevation range is considered between 1943 m and 2398 m and soil samples have been taken from the periglacial landforms distributed in this elevation range and soil properties with different temperature changes have been statistically correlated. In the statistical approach, there is no statistically significant difference between the elevation and the values of the soils distributed in periglacial landforms related to some physico-chemical properties (EC: Electrical conductivity, OM: Organic matter, Na+, K+, clay, sand, HA: Bulk weight, TK: Field capacity, SN: Wilting point, YS: Useful water, DO: Dispersion ratio, SSI: Structure stability index, KO: Clay ratio and CF: Crust formation). However, according to the analysis values, although not statistically, it is determined that there is a significant decrease in elevation increase, especially in OM and clay formation. It can be said that this situation is caused by a decrease in the geo-physico-chemical reaction, as well as the bio-chemical reaction. In addition, it is determined that the chemical properties of lime, Ca, Mg, pH and physical properties of the soils formed in the considered periglacial landforms are statistically significant in terms of AS (Aggregate stability) and HI (Hydrological conductivity) values.

Extended Abstract

Introduction

Periglacial regions on Earth are considered as areas around the glacier. Periglacial zones are areas where cold conditions dominate. It can also be defined as the surroundings of the glacial areas where glaciation takes place or the regions shaped under cold climate conditions without glaciation. Periglacial zones correspond to tundra belts at high latitudes and to alpine belts in high mountain areas at mid and low latitudes. Freeze-thaw events and mass movements are dominant in periglacial regions (Tricart, 1968; Feuillet & Matsuoka, 2014). These processes also control the development of periglacial landforms.

The term 'periglacial' was first used to describe physical weathering in the Carpathian Mountains (Lozinski, 1909) to describe areas dominated by cold climatic conditions and evolving landforms. Later, 'periglacial geomorphology' was accepted as a sub-discipline of geomorphology (French, 2007).

Periglacial landforms, as they indicate the paleoclimatic conditions of the period in which they were formed, continue their development today. For this reason, they are affected by both past and present climatic conditions. Scientific studies are carried out in order to determine the formation of periglacial landforms that develop under periglacial processes (Johnson, 1978; Ballantyne, 1996; Clark et al., 1998; Barrows et al., 2004; Colucci et al., 2016; Uxa & Mida, 2017; Uxa et al., 2017; Wolter et al., 2018; Drewes et al., 2018; Hughes, 2018; Soto & Alberti, 2019; Knight et al., 2019; Oliva et al., 2016, 2018, 2020...).

The periglacial regions of Anatolia, located at low latitudes, correspond to the alpine belt in high mountain areas. They are where cold climatic conditions prevail in Anatolia are generally defined as the Eastern Black Sea Mountains, Taurus Mountains and Volcanoes (Kurter, 1991; Çiner, 2004). The Eastern Black Sea Mountains start from the Karagöl Mountains (3036 m) in Giresun in Northeastern Anatolia and continue to the Yalnızçam Mountains (3167 m) on the Ardahan border. The Taurus Mountains cover the area from Sandıras Mountain (2295 m) in Muğla to the Buzul (Cilo) Mountains (4168 m) in Hakkâri. Among the volcanoes are Uludağ (2543 m), Ağrı (5137 m), Süphan (4058 m), Erciyes (3917 m) e.g. Scientific studies are carried out by researchers in order to determine the geomorphological development in the periglacial regions of Anatolia (Erinç, 1949, 1955; Beret, 1956; Bilgin, 1960, 1969, 1972; Planhol & Bilgin, 1961; Erinç et al., 1961; Altın, 2006; Türkeş & Öztürk, 2011; Sarıkaya & Tekeli, 2014; Çakır & Kopar, 2017; Dede et al., 2015, 2020...) (Figure 1).

Data and Method

In the study, a digital elevation model has been created by digitizing the 1/25.000 scaled Kastamonu F31-c3 and F31-c4 maps. The geomorphology map is obtained by placing the periglacial landforms, which have been determined as a result of fieldworks, on the digital elevation model. In order to determine the geological characteristics of the study area, the 1/100.000 scaled Kastamonu F31 sheet published by the General Directorate of Mineral Research and Exploration has been simplified and redrawn (Uğuz & Sevin, 2011).

Temperature and precipitation parameters are important

indicators in climate studies. The importance of meteorological stations in obtaining these data is quite high. However, the fact that there are few or no station points in high mountain areas creates the problem of data deficiency. In such studies, interpolation methods are used to overcome this deficiency. Temperature and precipitation values reduced by the Schreiber formula is a frequently used reduction formula for interpolation methods.

Accordingly, the temperature data of the stations are reduced to sea level by means of formula (1) depending on their elevation. In addition, the precipitation data of the stations are reduced to sea level by means of the formula (2) attributed to Schreiber (Ardel et al., 1969; Dönmez, 1990) depending on their elevation.

$$TdS = TiS + (hi * 0.5) \quad (1)$$

$$TdY = Ti \pm (hiY * 0.54) \quad (2)$$

iscalculated as.

TdS = Average temperature reduced to sea level (°C), TiS = Average temperature of the station (°C), hi = Elevation of the station above sea level (m) and TdY = Average total precipitation reduced to sea level (mm), TiY = Average total precipitation of the station (mm), hi = height of the station above sea level (m). In addition, IDW (inverse distance weighting) interpolation method has been used through geographic information systems to test the accuracy and reliability of the obtained data (Philip & Watson, 1982; Watson & Philip, 1985). It is seen that the obtained results overlap with each other.

Results and Discussion

Elevation-temperature relationship

The elevation-temperature values of the periglacial landforms that developed in the Ilgaz Mountains are given in Table 1. The most common of the periglacial landforms is non sorted step, and the elevation ranges in which they occur are between 1943 m and 2398 m. The temperature values of the elevation steps where these landforms are formed are around 5 °C to 2.5 °C on an annual average. Non sorted circles are also among other common landform. It has been determined that they are common between 2016 m and 2323 m elevations. The temperature values of the environment where then non sorted circles are formed are between 4 °C and 2.5 °C. Stone clusters are located between 2089 m and 2380 m elevation levels of the mass. At the elevation where these landforms are formed, the temperatures are similar to the ambient temperature where the non sorted circles are formed, and it has been determined to be around 4 °C to 2.5 °C. In addition, the thufurs are similar to the elevation levels where non sorted circle and stone cluster landforms are formed as elevation steps. These landforms are common between 2092 m and 2398 m and the temperature conditions are again between 4 °C and 2.5 °C. Mass movements occurring under cold climatic conditions with the effect of severe periglacial processes in the field are also common in there search area. They develop in the direction of the slope at elevations of 2068 m and 2215 m as congeliturbate, and the temperature values of the levels formed by the landforms have been found to be around 4 °C and 3.5 °C.

Evaluation of some physico-chemical properties of soils belonging to periglacial landforms according to elevation-temperature changes Table 2 shows the evaluation of the

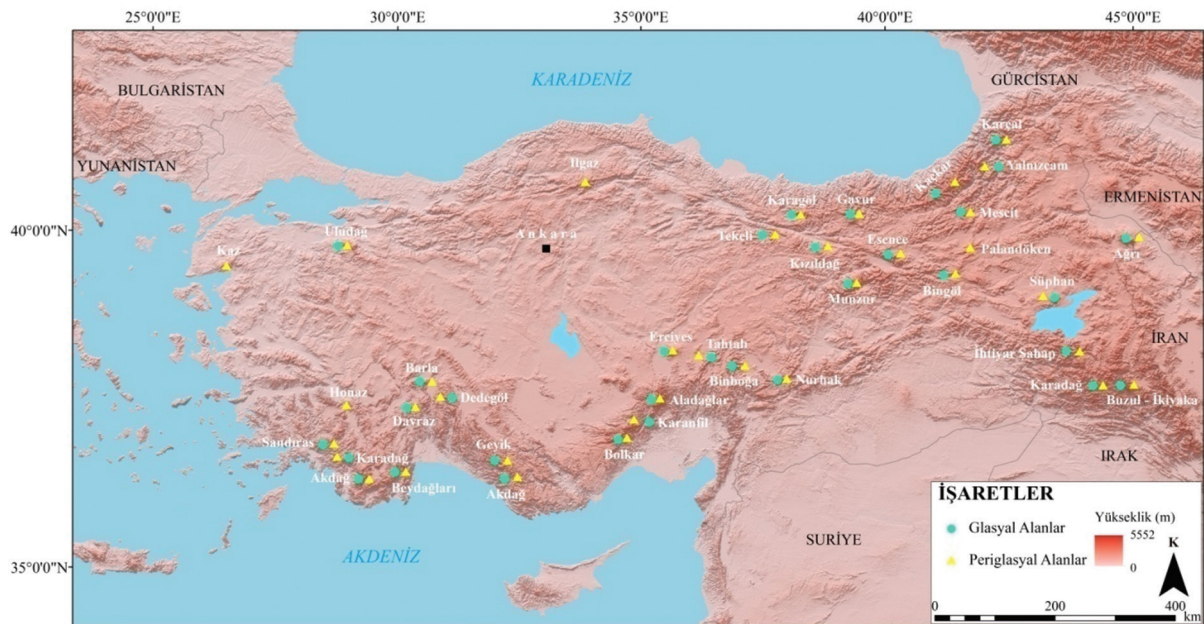
physico-chemical parameters of the soils formed in some periglacial landforms (Non sorted step, stone cluster, non sorted circle and thufur) spreading in the Ilgaz Mountains according to the elevation and temperature changes. Accordingly, no significant difference has been found between the EC: Electrical conductivity, OM: Organic matter, Na⁺, K⁺, clay, sand, HA: Bulk weight, TK: Field capacity, SN: Wilting point, YS: Useful water, DO: Dispersion ratio, SSL: Structure stability index, KO: Clay ratio and CF: Crust formation values of the soils distributed in periglacial patterns with elevation. However, although a statistically significant relationship can not be determined between elevation and some properties, it has been determined that there is a tendency for organic matter to decrease as the elevation increased, especially in the organic matter contents of all the soils belonging to the periglacial landforms discussed. While the OM in the form of non sorted step at an elevation of 1943 m is 8.33 %, this rate increases to 5.41 % at 2395 m. It has been determined that the OM in the soil in the form of thufur located between the elevations (2092-2398 m) varies between 4.16 % and 2.24 %. This situation is also valid for non sorted circles, while the OM is 9.4 % in the soils formed within the non sorted circles at an elevation of 2090 m, this rate decreases to 2.94 % when the elevation of 2323 m is increased. A similar situation is observed in clay formations, although not as evident as in organic matter. For example, while the clay content of the soil at 1943 m elevation has been determined as 33.72 %, at 2210 m 27.69 % and at 2395 m, it has been determined as 26.62 %.

1. Giriş

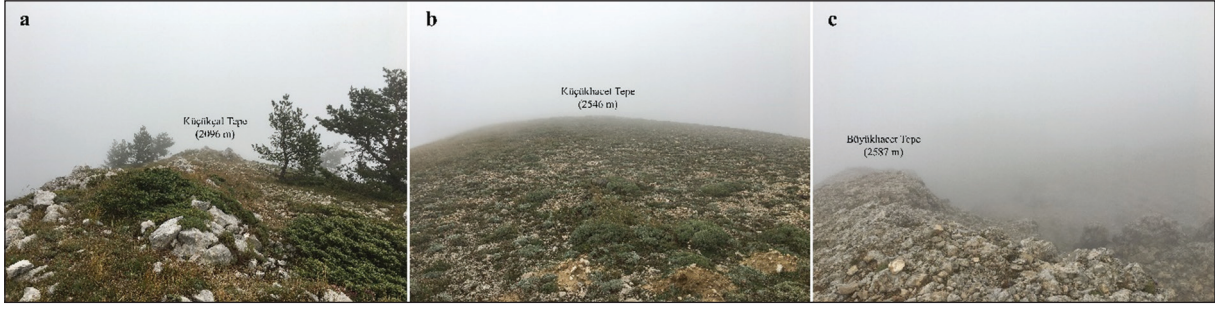
Yerküre’de periglasyal bölgeler, buzul çevresi alanlar olarak kabul edilmektedir. Bu bölgeler, buzullaşmanın gerçekleştiği alanların çevreleri ya da buzullaşma olmadan soğuk iklim şartları altında şekillenen bölgeler olarak da bilinmektedir. Soğuk iklim koşullarının egemen olduğu alanları ve bu koşullar altında gelişen yer şekillerini tanımlayan ‘periglasyal’ terimi ilk kez Karpat Dağları’ndaki fiziksel ayrışmayı belirtmek için kullanılmıştır (Lozinski, 1909). Sonrasında ise ‘periglasyal jeomor-

foloji’ jeomorfolojinin bir alt disiplini olarak kabul edilmiştir (French, 2007). Periglasyal bölgelerde donma-çözülme olayları ile kütle hareketleri hâkim durumdadır (Tricart, 1968; Feuillet & Matsuoka, 2014). Bu süreçler aynı zamanda periglasyal şekillerin gelişimini de denetlemektedir. Söz konusu şekiller oluştukları döneme ait paleoiklim koşullarını belirttiği gibi günümüzde de uygun iklim ve ortam şartları altında gelişimlerini devam ettirmektedirler. Başka bir deyişle bu şekillerin hem geçmiş hem de günümüz iklim koşullarından etkilenmeleri söz konusudur. Bu nedenle periglasyal şekiller hem geçmişten günümüze iklim değerlendirmeleri hem de geleceğe yönelik veri setleri oluşturmada önemli belirteçler durumundadır.

Dünya yüzeyindeki periglasyal bölgeler, yüksek enlemlerde tundra kuşaklarına, orta ve alçak enlemlerde ise yüksek dağlık alanlardaki Alpin kuşaklara karşılık gelmektedir. Periglasyal bölgelerin, alçak enlemlerde dağılışı gösterdiği önemli alanlardan biriside Anadolu yarımadasıdır. Anadolu’da da bu bölgeler, yüksek dağlık alanlardaki Alpin kuşaklara denk gelmektedir. Anadolu’da soğuk iklim koşullarının hüküm sürdüğü bu kuşaklar, genel hatları ile Doğu Karadeniz Dağları, Toroslar ve volkanik kütleler olarak bilinmektedir (Kurter, 1991; Çiner, 2004) (Şekil 1). Örneğin, Doğu Karadeniz Dağları, Kuzeydoğu Anadolu’da Giresun’daki Karagöl Dağları’ndan (3036 m) başlayarak Ardahan sınırındaki Yalnızçam Dağları’na (3167 m) kadar uzanmaktadır. Genel literatür incelendiğinde, periglasyal bölgelerin ve bu bölgelerde gelişen şekillerin tespiti için birçok çalışma yapıldığı görülmektedir. Uluslararası düzeyde yapılan çalışmaların (Johnson, 1978; Ballantyne, 1996; Clark vd., 1998; Barrows vd., 2004; Colucci vd., 2016; Uxa & Mida, 2017; Uxa vd., 2017; Wolter vd., 2018; Drewes vd., 2018; Hughes, 2018; Soto & Alberti, 2019; Knight vd., 2019; Oliva vd., 2016, 2018, 2020 gibi) yanı sıra Anadolu’nun periglasyal bölgelerinde de elli yılı aşkın süredir birçok çalışma (Eriç, 1949, 1955; Beret, 1956; Bilgin, 1960, 1969, 1972; Planhol & Bilgin, 1961; Eriç vd., 1961; Altın, 2006; Türkes & Öztürk, 2011; Sarıkaya & Tekeli, 2014; Çakır & Kopar, 2017; Dede vd., 2015, 2020 gibi) yürütülmüştür.



Şekil 1. Anadolu’da glasyal ve periglasyal alanların dağılışı (Kurter, 1991 ve Çiner, 2004’ten yeniden çizilmiştir).
Figure 1. Distribution of glacial and periglacial areas in Anatolia (Redrawn from Kurter, 1991 and Çiner, 2004).



Fotoğraf 1. Ilgaz Dağları zirveler düzlüğünün batıdan doğuya doğru genel hatları (a: Küçükçal Tepe, b: Küçükhacet Tepe, c: Büyükhacet Tepe).

Photo 1. The general perspectives of the Ilgaz Mountains summit plain from west to east (a: Küçükçal Peak, b: Küçükhacet Peak, c: Büyükhacet Peak).

Mevcut araştırmada saha olarak seçilen Ilgaz Dağları'nda ise periglasyal jeomorfoloji anlamında yürütülen ilk çalışma Erinç ve ark. tarafından 1961 yılında gerçekleştirilmiştir. Erinç ve ark. Küçükhacet (2546 m) ve Büyükhacet (2587 m) tepelerinden oluşan kütlelerin Küçükhacet tepe bölümünü çalışmışlardır (Foto 1). Söz konusu çalışmada, Ilgaz Dağları zirveler kuşağında girland, taş kümesi, taş halkası, şeritli toprak ve nivasyon sirklerinin varlığından söz edilmiştir.

Fakat mevcut literatürde periglasyal şekillerde, yükselti-sıcaklık-toprak ilişkisini ele alan herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Yükselti-sıcaklık ilişkisi, toprak oluşumundaki jeo-bio-fiziko-kimyasal olaylar üzerinde etkili olması nedeniyle önemli bir faktör olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, yükseldikçe hava sıcaklığı ve nem miktarının azalmasından dolayı kayaçlarda kimyasal ayrışmanın daha sınırlı olduğu ve çoğunlukla jeo-kimyasal süreçler yerine fiziksel parçalanma süreçlerinin yaşandığı bilinmektedir. Nitekim, Van't Hoff'un sıcaklık kuralı dikkate alındığında, sıcaklıktaki her 10 °C'lik artışın, kimyasal reaksiyon hızını da iki ile üç kat arttırdığı belirtilmektedir (Jenny, 1994). Aynı şekilde, Dengiz ve Ekberli (2017), yeryüzünün değişik yerlerindeki sıcaklık farklarının, toprakta meydana gelen kimyasal olayların hızını etkilediğini ve toprak oluşumunu da dolaylı biçimde yönlendirdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, yükselti artışlarına paralel olarak biyolojik faaliyetlerde özellikle mikroorganizma aktivitelerinde de bir azalma görülmektedir. Kızılkaya ve ark. (2019), Ilgaz Dağları'nda farklı yükseltilerde oluşmuş topraklarda mikroorganizma aktivitesini belirlemek amacıyla dehidrogenaz enzim aktivitesini incelemişler ve yükseklik ar-

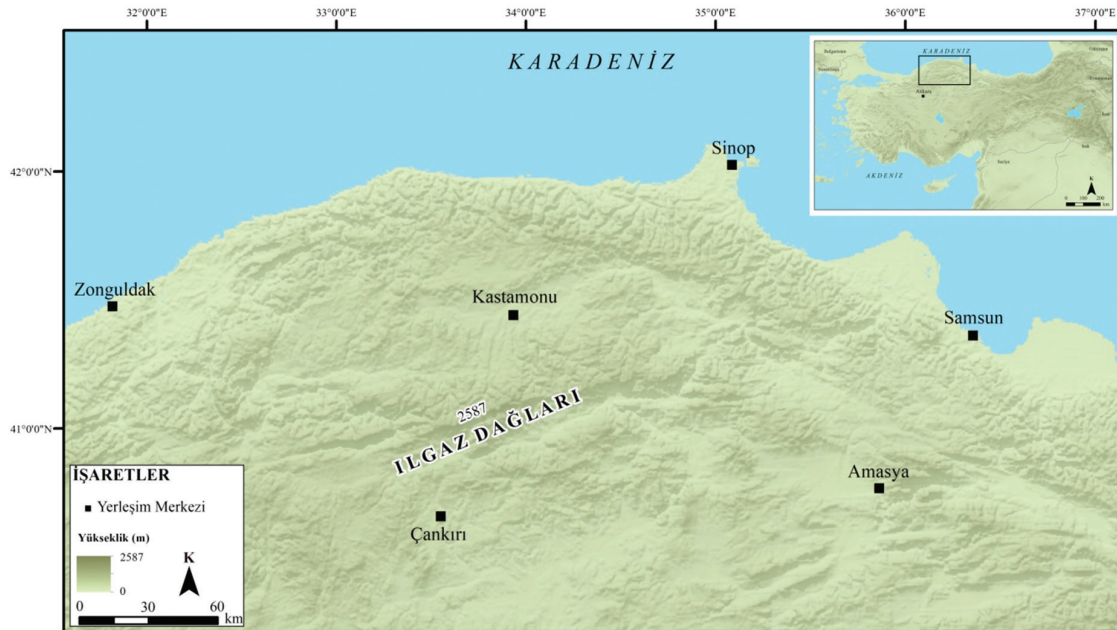
tışı ile söz konusu aktivitelerin azaldığını tespit etmişlerdir. Bu bağlamda, toprak sıcaklık ve nem rejim değişimlerine ait özelliklerin belirlenmesi, sadece toprak oluşumlarının ortaya konulması açısından değil, toprakların gerek sınıflandırılmalarının da gerekse de yönetilmelerinde büyük önem arz etmektedir.

Yukarıda bahsedilen genel çerçeve ve literatürdeki söz konusu boşluk referans alındığında, bu araştırmanın amacı: yükseltiye bağlı sıcaklık değişimlerinin, Ilgaz Dağları'nda bulunan periglasyal şekiller üzerinde oluşmuş farklı toprakların fiziko-kimyasal özelliklerine olan etkisinin ortaya çıkarılmasıdır. Bu amaçla, yükseltiye bağlı sıcaklık değişimi ile toprakların fiziko-kimyasal özellikleri arasındaki ilişki istatistiksel olarak incelenmiştir. Söz konusu araştırmanın, teorik anlamda literatüre önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

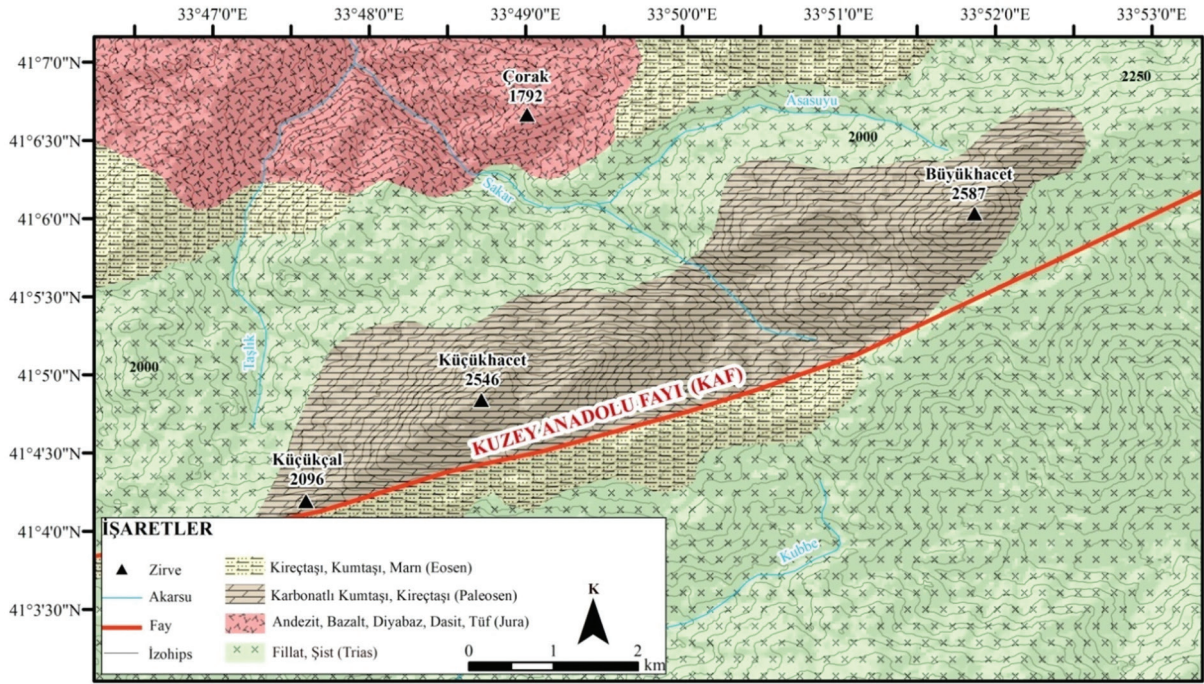
2.1 Çalışma Alanı

Ilgaz Dağları (2587 m) Anadolu'nun kuzeyinde Karadeniz Bölgesi'nin batısında 41°03'-41°06' kuzey enlemleri ile 33°46'-33°53' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Ayrıca Ilgaz Dağları, Batı Karadeniz Bölümü'nün en yüksek dağlık alanını da oluşturmaktadır. Zirveler düzlüğü doğudan batıya doğru Büyükhacet (2587 m) ve Küçükhacet (2546 m) tepelerinden meydana gelmektedir (Şekil 2). Ilgaz Dağları güneybatı-kuzeydoğu yönünde kuş uçuşu 10 km uzunluğa, kuzey-güney yönünde ise 2.5 km genişliğe sahip bir küttedir. Ilgaz Dağları'nı Kube, Asasuyu, Taşlık ve Sakar dereleri boşaltmaktadır.



Şekil 2. Ilgaz Dağları'nın yer bulduru haritası.

Figure 2. Location map of Ilgaz Mountains.



Şekil 3. Ilgaz Dağları'nın topografik özellikleri ve jeolojik yapısı (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü 1/100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Kastamonu F-31 Paftası'ndan sadeleştirilmiştir).

Figure 3. Topographic features and geological structure of Ilgaz Mountains (Simplified from Kastamonu F-31 Map, General Directorate of Mineral Research and Exploration 1/100.000 Scale Geological Maps of Turkey).

Ilgaz Dağları üzerinde periglasyal şekillerin meydana geldiği zirveler kuşağında karbonatlı kumtaşı, kireçtaşı ve marn yaygın olarak görülmektedir. Paleosen ve Eosen yaşlı bu kayaların temelinde ise Trias yaşlı fillat ve şistler bulunmaktadır (Uğuz & Sevin, 2011). Bu bağlamda temelin metamorfik, zirveler kuşağının ise sedimanter kayalardan oluştuğu söylenebilir. Ilgaz Dağları zirveler düzlüğü güneyinde Kuzey Anadolu Fayı güneybatı-kuzeydoğu yönlü uzanış göstermektedir (Şekil 3).

2.2 Yöntem ve Analizler

Araştırmada arazi çalışmalarıyla toplanan birincil, ikincil ve mekânsal veriler laboratuvar ve ofis çalışması aşamalarıyla analiz edilerek anlamlı hale getirilmiştir. Araştırmada kullanılan verilerin analizleri çeşitli aşamalarda gerçekleştirilmiştir.

İlk olarak, araştırma sahasının çeşitli tematik haritaları (lokasyon, dağılışı, jeoloji ve jeomorfoloji) oluşturulmuştur. Bu çerçevede 1/25.000 ölçekli Kastamonu F31-c3 ve F31-c4 paftaları sayısallaştırılmış ve oluşturulan sayısal yükselti modeli üzerine, arazi çalışmaları neticesinde tespiti gerçekleştirilen periglasyal şekiller yerleştirilerek jeomorfoloji haritası elde edilmiştir. Çalışma alanının jeolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla da Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan 1/100.000 ölçekli Kastamonu F31 paftası sadeleştirilerek yeniden çizilmiştir (Uğuz & Sevin, 2011).

İkinci olarak, yükseltiye göre sıcaklık değişimini değerlendirebilmek için araştırmada kullanılan meteorolojik veriler, enterpolasyon yöntemleriyle uygun hale getirilmiştir. Nitekim iklim çalışmalarında sıcaklık ve yağış parametreleri önemli belirteçler durumundadır. Bu verileri elde etmede meteoroloji istasyonları oldukça önemlidir fakat yüksek dağlık alanlarda istasyon noktalarının çok az ya da hiç olmaması veri eksikliği sorununu ortaya çıkarmaktadır. Bu tarz çalışmalarda bu ek-

sikliğin giderilebilmesi için enterpolasyon yöntemleri kullanılmaktadır. Schreiber formülü ile indirgenen sıcaklık ve yağış değerleri enterpolasyon yöntemleri için çok sık kullanılan bir indirgeme formülüdür.

Schreiber'a göre istasyonların sıcaklık verileri yüksekliklerine bağlı olarak formül (1) aracılığıyla deniz seviyesine indirgenmektedir. Ayrıca istasyonların yağış verileri yüksekliklerine bağlı olarak Schreiber'e atfedilen (Ardel vd., 1969; Dönmez, 1990) formül (2) aracılığıyla da deniz seviyesine indirgenmektedir.

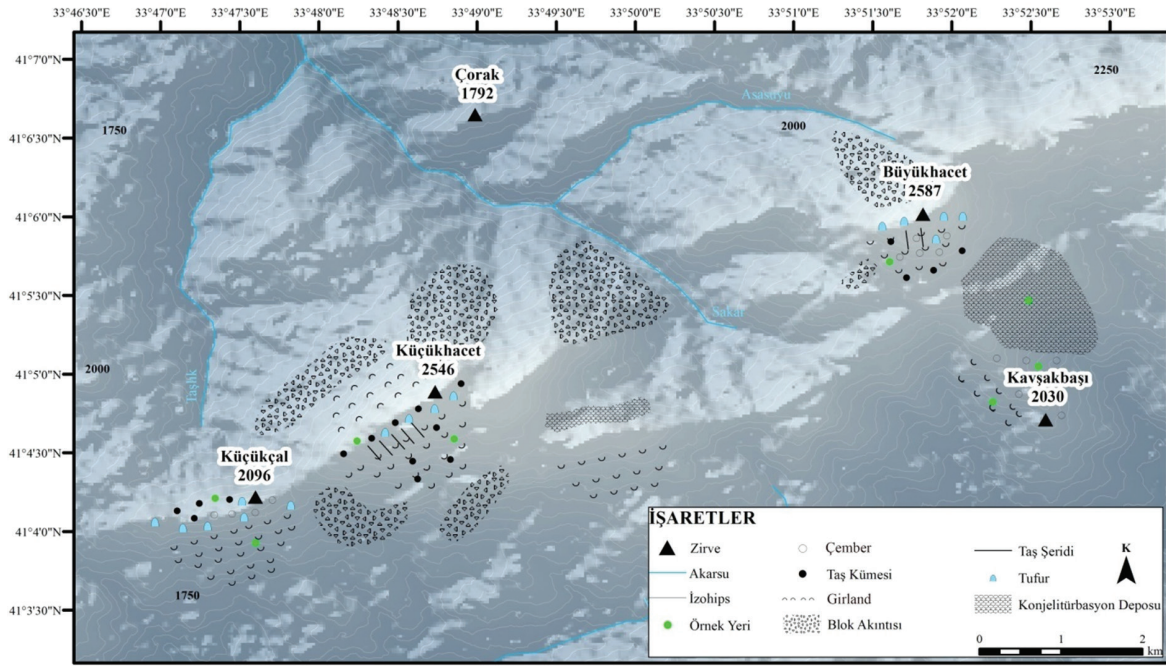
$$TdS = TiS + (hi * 0.5) \quad (1)$$

$$TdY = Ti \pm (hiY * 0.54) \quad (2)$$

şeklinde hesaplanır.

Burada, TdS = Deniz seviyesine indirgenmiş ortalama sıcaklık (°C); TiS = İstasyonun ortalama sıcaklığı (°C); hi = İstasyonun deniz seviyesinden yüksekliği (m) ve TdY = Deniz seviyesine indirgenmiş ortalama toplam yağış (mm); TiY = İstasyonun ortalama toplam yağış (mm); hi = İstasyonun deniz seviyesinden yüksekliğini (m) ifade etmektedir. Ayrıca elde edilen verilerin doğruluğu ve güvenilirliğini sınama adına Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) aracılığı ile IDW (Inverse Distance Weighting) enterpolasyon yöntemi de kullanılmıştır (Philip & Watson, 1982; Watson & Philip, 1985). Elde edilen sonuçların birbiri ile örtüştüğü görülmüştür.

Üçüncü olarak, Ilgaz Dağları'nda periglasyal şekillerin bulunduğu alanlardan toplamda 27 adet toprak örneği alınmış ve analiz edilmiştir. Örneklerin; 9 adeti gırland, 6 adeti taş kümesi, 4 adeti çember, 5 adeti tufur ve 3 adeti ise konjelitürbasyon depolarından oluşmaktadır (Şekil 4-Foto 2). Söz konusu toprak örnekleri, laboratuvarında 2 mm elekten geçirildikten sonra bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik analizler yapılmıştır. Toprakların bünye analizi için (Bouyoucos, 1962), pH 1:2,5'lik toprak-su

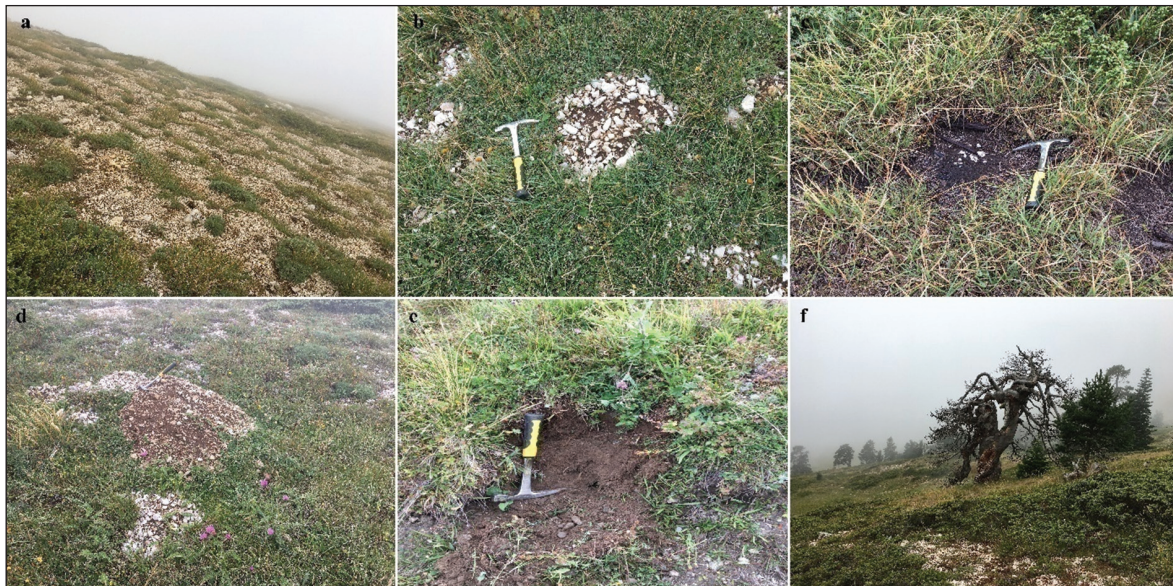


Şekil 4. Ilgaz Dağları'nın periglasyal jeomorfoloji haritası.
Figure 4. Periglacial geomorphology map of Ilgaz Mountains.

karışımında (Ülgen & Yurtsever, 1995), EC 1:2,5'lik toprak-su karışımında (Ülgen & Yurtsever, 1995), organik madde (Jackson, 1958), kireç analizi (Ülgen & Yurtsever, 1995) ve agregat stabilitesi yoder tipi eleme setinde ıslak eleme yöntemine göre belirlenmiştir (Kemper & Rosenau, 1986). Strüktür Stabilité İndeksi (SSI), hidrometre ölçümlerine dayanılarak (Leo, 1963), topraklara ait kil oranı (KO) indeks Bouyoucos (1935) yöntemine göre, toprak kabuk oluşması ise Pieri (1989)'a göre belirlenmiştir.

Son olarak, araştırma verilerinin istatistiksel analiz aşaması gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilerin analizinde IBM SPSS 22 paket programı kullanılmıştır. Programda veri seti oluşturulduktan sonra, nümerik değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri incelenmiştir. Değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri normal

dağılım gösteren değişkenler için ortalama (\pm) standart sapma, normal dağılım göstermeyen değişkenler için ise ortanca (min-maks) şeklinde sunulmuştur. Nümerik değişkenlerin normallik dağılımı "Shapiro-Wilk" testi kullanılarak analiz edilmiştir. Normal dağılım gösteren değişkenlerde gruplar arası karşılaştırmalarda "Tek yönlü varyans analizi (ANOVA)" kullanılmış ve anlamlı çıkan grupları saptamak için alt grup testlerinden "Tukey" veya "Tamhane" testlerinden faydalanılmıştır. Varyans homojenliği için "Levene" testine bakılmıştır. İkiden çok normal dağılım göstermeyen nümerik grupların karşılaştırılmasında "Kruskal-Wallis H" testinden yararlanılıp anlamlı çıkan grupları saptamak için "İkili karşılaştırmalar Bonferonni Düzeltmesi" uygulanmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyleri ise $p < 0.10$, $p < 0.05$, $p < 0.01$ ve $p < 0.001$ olarak kabul edilmiştir.



Fotoğraf 1. Ilgaz Dağları zirveler düzlüğündeki periglasyal şekiller (a: Girland, b: Taş kümesi, c: Çember, d: Tufur, e: Konjelitürbasyon, f: Genel görünüm).
Photo 1. Periglacial landforms in the Ilgaz Mountains summit plain (a: Non sorted step b: Stone cluster, c: Non sorted circle, d: Thufur, e: Congeliturbate, f: General view).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Yükselti-Sıcaklık İlişkisi

İlgaz Dağları'ndaki periglasyal şekillere ait yükseklik ve sıcaklık değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Periglasyal şekiller içerisinde en yaygın olanı girland olup, bunların oluştuğu yükseklik aralıkları 1943 m ile 2395 m'dir. Bu şekillerin oluştuğu yükselti basamaklarının sıcaklık değerleri yıllık ortalama 5°C ile 2.5°C civarındadır. Çemberler de ayrıca diğer yaygın şekiller arasındadır. Bunlarda 2016 m ile 2323 m yükseltileri arasında yer almaktadır. Çemberlerin oluştuğu ortamın sıcaklık değerleri ise 4°C ile 2.5°C aralığındadır. Taş kümeleri kütlelerin 2089 m ile 2380 m yükselti seviyeleri arasında bulunmaktadır. Bu şekillerin oluştuğu yükseltide ise sıcaklıklar çemberlerin oluştuğu ortam sıcaklığına benzer olup, 4°C ile 2.5°C civarında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, tufurlar da yükselti basamakları olarak çember ve taş kümelerinin oluştuğu yükselti seviyeleri ile benzerlik göstermektedir. Bu şekiller 2092 m ile 2398 m arasında yaygındır ve sıcaklık koşulları ise yine 4 ile 2.5°C seviyelerindedir. Sahada yaşanan periglasyal süreçlerin etkisi ile soğuk iklim koşulları altında oluşan kütle hareketleri de araştırma alanında yaygın olarak görülmüştür. Bunlar konjelitürbasyon depoları olarak 2068 m 2215 m yükselti aralıklarında eğim doğrultusunda gelişim göstermekte ve şekillerin oluştuğu seviyelerin sıcaklık değerleri ise 4 ile 3.5°C civarında olduğu saptanmıştır.

3.2. Periglasyal Şekillerdeki Toprakların Bazı Fiziko-Kimyasal Özelliklerinin Yükselti Ve Sıcaklık Değişimlerine Göre Değerlendirilmesi

İlgaz Dağları'nda yayılım gösteren bazı periglasyal şekillerde (girland, taş kümesi, çember ve tufur) oluşan topraklara ait fiziko-kimyasal parametrelerin yükselti ve sıcaklık değişimlerine göre değerlendirilmesi Tablo 2'de verilmiştir. Buna göre yükselti ile periglasyal şekillerde dağılım gösteren toprakların EC, OM, Na⁺, K⁺, kil, kum, HA, TK, SN, YS, DO, SSI, KO ve CF değerleri arasında anlamlı bir fark saptanamamıştır. Fakat, istatistiksel olarak yükselti ile bazı özellikler arasında anlamlı bir ilişki saptanmasa da, özellikle ele alınan tüm periglasyal şekillere ait toprakların OM içeriklerinde yükselti arttıkça azalma eğilimi olduğu belirlenmiştir. 1943 m yükseltide yer alan girlandlarda OM % 8.33 iken, 2395 m'de bu oran % 5.41'e, 2089 m yükseltide yer alan taş kümesinde oluşan toprakta OM % 12.24 iken, 2380 m yükseklikte bu oran % 6.96'a indiği ve yine yaklaşık benzer yükselti (2092-2398 m) arasında yer alan tufurlar bünyesindeki toprakta OM'nin % 4.16 ile 2.24 arasında değiştiği belirlenmiştir. Toprakların OM içeriklerine yönelik sınıflama içerisinde (< % 1 çok az, % 1-2 az, % 2-3 orta, % 3-4 iyi, >% 4 yüksek, Anonim, 1988) yükselti artışıyla azalma meydana gelse de hepsi yüksek sınıfa girdiği tespit edilmiştir. Bu

durum çemberler içinde geçerli olup, 2090 m yükseklikte yer alan çemberler içerisinde oluşan topraklarda OM % 9.4 iken 2323 m yüksekliğe çıkıldığında bu oran % 2.94'e inmiştir. Fakat çemberlerdeki azalma miktarının girlandlardan daha fazla olduğu ve organik madde miktarının orta düzeye kadar indiği belirlenmiştir. Benzer bir durum organik madde kadar belirgin olmasa da, kil oluşumları içinde gözlenmiştir. Örneğin 1943 m yükseltide toprakların kil içeriği % 33.72, 2210 m'de % 27.69 ve 2395 m'de ise % 26.62 olarak belirlenirken, taş kümesinde 2089 m yükseltide kil % 17.42 iken, 2380 m'de % 14.03 olarak belirlenmiştir. Benzer azalma çemberlerde oluşan toprak örneklerinde de belirlenmiştir.

Ekberli ve Dengiz (2017) sıcaklık derecesi arttıkça topraktaki organik madde ve dolayısıyla azot miktarı artan mikroorganizma etkinliği yüzünden azalmakta olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada ise yükselti artışına bağlı olarak organik madde ve kil oluşumundaki belirlenen azalma, azalan sıcaklık gerek kimyasal reaksiyonun yavaşlaması gerekse organik maddenin oluşumu için gerekli olan bitki örtüsündeki azalmadan ileri gelmekte olduğu söylenebilmektedir.

Yapılan istatistiksel incelemede, periglasyal şekillerin sıcaklık değerleri arasında en az bir grubun diğerlerinden farklı olduğu % 90 güvenle saptanmış olup, bu farklılığında girland ile tufurlar arasındaki sıcaklık farklılığından olduğu saptanmıştır. Toprakların pH değerleri girland, taş kümesi ve tufurlarda nötr ile hafif alkali (7.01 ile 7.13) özellik göstermekte iken, çemberlere ait topraklar asit reaksiyon (pH: 5.69) özelliği göstermektedir. İstatistiksel olarak pH değerleri ortalamaları arasında en az bir grubun ortalamasının diğerlerinden farklı olduğu %99 güvenle saptanmış ve bu farklılığında çember pH ortalamasının diğer şekillere göre düşük olmasından kaynaklandığı belirlenmiştir. Toprakların kireç (CaCO₃) içerik değerlerine göre karşılaştırıldığında, % 90 güvenle en az bir grubun diğerlerinden farklı olduğu saptanmıştır. Bu farklılık tufur, girland ve taş kümelerinin CaCO₃ değerlerinin benzer ve yüksek; taş kümesinin ve çemberin daha düşük ve birbirinden farklı olduğu saptanmıştır. Bu durum özellikle girland ve tufurların genellikle yayılım gösterdiği toprakların ana materyal özelliklerinin CaCO₃ kireçtaşı ve marnca yaygın olmasıdır. Benzer şekilde, toprakların Ca iyonu değerleri karşılaştırıldığında, % 90 güvenle en az bir grubun diğerlerinden farklı olduğu saptanmıştır. Taş kümesi Ca ortalaması en yüksek, girland ve tufurların ortalamaları benzer ve daha düşük, çember Ca ortalamasının ise daha düşük olduğu saptanmıştır. Diğer bir bazik katyon olan Mg değerleri karşılaştırıldığında, % 90 güvenle en az bir grubun diğerlerinden farklı olduğu saptanmış, girland ve taş kümesi Mg değerlerinin benzer ve yüksek, çember Mg değerinin ise en düşük olduğu belirlenmiştir.

Tablo 1. İlgaz Dağları'ndaki periglasyal şekillere ait yükselti-sıcaklık değerleri (MGM, 2021).

Table 1. Elevation-temperature values of periglacial landforms in İlgaz Mountains (Turkish Meteorological Service (TMS), 2021).

Periglasyal Şekil	Yükselti (m)	Sıcaklık(°C)
Girland	1943 - 2395	5 -2.5
Çember	2016 - 2323	4 -2.5
Taş Kümesi	2089 - 2380	4 -2.5
Tufur	2092 - 2398	4 -2.5
Konjelitürbasyon	2068 - 2215	4 -3.5

Toprakların önemli fiziksel özellikleri içerisinde yer alan hidrolik iletkenlik (Hİ) ve agregat stabilite (AS) özellikleri yönünden değerlendirildiğinde, Hİ değerlerine göre karşılaştırmada yine % 90 güvenle en az bir grubun diğerlerinden farklı olduğu tespit edilmiştir. Taş kümesi ve çembere ait toprakların Hİ değerleri, benzer ve diğerlerine göre daha yüksek olup, gırlanın tufura göre Hİ değerinin daha düşük olduğu saptanmıştır. Çünkü gırlanlara ait toprakların kil içerikleri daha yüksektir. Toprakta kum miktarının fazla olması toprağın havalanma ve su geçirgenliğini artırmaktadır, ancak su tutma kapasitesini ve kohezyonu düşürmektedir (Atalay, 1982). Buna karşılık, kil içeriği yüksek topraklar yüksek su tutma kapasitesine sahip olmalarına karşın havalanma ve geçirgenlikleri iyi değildir (Schahtschabel vd., 1993). AS değerlerine göre karşılaştırıldığında % 95 güvenle en az bir grubun diğerlerinden farklı olduğu saptanmıştır. Dört grubun AS değerleri istatistiksel açıdan birbirinden farklı olup, AS değeri yüksekten düşüğe doğru gırlan, taş kümesi, çember ve tufur olarak farklılık göstermekte olduğu belirlenmiştir. AS değerlerinin yüksek olmasının en önemli sebebi ise organik madde değerlerinin ve özellikle kil içeriklerinin yüksek, buna karşın tufurlar içerisinde dağılım gösteren

toprakların organik madde içeriğinin düşük ve kum oranlarının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Noori (1969), toprakların kil miktarı ile agregat stabilitesi arasında yüksek seviyede pozitif ilişki olduğunu belirlemiş ve kil fraksiyonunun diğer kaba toprak tanelerinin agregatlaşmasını sağlamaktan çok, kendi aralarında bağlayıcı rol oynadıklarını belirtmektedir. Saygın ve ark. (2019), Rize ili sınırları içerisinde yer alan mikro havzaya ait çay tarımı yapılan toprakların bazı fiziko-kimyasal özellikler ile agregat stabilitesi (AS) arasındaki ilişkinin değerlendirilmesine yönelik yaptıkları çalışmada, AS ve toprak özellikleri ilişkisinde en yüksek pozitif korelasyon organik madde ile azot arasında (0.89**) görülürken, en yüksek negatif korelasyonun ise kum ile silt (-0.83**) arasında olduğunu saptamışlardır. Yine buğday ekili alanlarda agregat stabilitesine etki eden faktörlerin belirlenmesine yönelik Gümüş ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada toprakların agregat stabilitesi ile kil miktarı arasında önemli (P<0.01) pozitif bir ilişki (R2: 0.82) belirlerken, Wagner ve ark. (2000) tarafından yapılan bir çalışmada ise; agregat stabilitesi ve kil içeriği arasında önemli bir pozitif ilişki olduğu belirtilmiştir.

Tablo 2. Periglasyal şekillerde oluşan topraklara ait bazı fiziko-kimyasal parametrelerin yükselti-sıcaklık değişimlerine göre değerlendirilmesi.

Table 2. Evaluation of some physico-chemical parameters of soils formed in periglacial landforms according to elevation-temperature changes.

Parametreler	Periglasyal şekiller				p değeri
	Gırlan	Taş kümesi	Çember	Tufur	
Yükselti (m)	2145(1943-2345)	2269(2089-2380)	2120(2016-2325)	2359(2092-2398)	0,130
Sıcaklık (°C)	4 (2,5-5)	3,05(2,5-4)	3,55(2,5-4,6)	2,5(2,5-3,7)	0,070
pH	7,067±0,326 ^a	7,013±0,351 ^a	5,697±0,597 ^b	7,13±0,494 ^a	<0,001
EC (dS/m)	0,303(0,20-0,68)	0,345(0,21-0,47)	0,193(0,16-0,44)	0,385(0,20-0,63)	0,359
OM (%)	6,467±3,182	8,032±3,724	6,088±2,710	4,160±1,750	0,247
CaCO ₃ (%)	7,173(0,74-61,79) ^a	4,084(3,32-32,80) ^b	2,507(0,74-2,76) ^c	7,004(2,81-32,08) ^a	0,074
Ca (cmol/kg)	17,799±10,959 ^a	24,768±12,217 ^c	5,977±1,736 ^b	17,934±9,684 ^a	0,073
Mg (cmol/kg)	19,72 (4,99-35,21) ^a	18,34(7,74-28,83) ^a	7,52(4,27-8,78) ^c	12,72(4,90-13,25) ^b	0,056
Na (cmol/kg)	0,529±0,074	0,544±0,146	0,419±0,068	0,492±0,098	0,258
K (cmol/kg)	0,827±0,532	0,594±0,326	0,555±0,329	0,498±0,306	0,476
Kil (%)	25,829±7,695	22,756±9,306	17,782±1,368	23,648±7,945	0,396
Silt (%)	28,122±6,183	36,285±6,211	30,151±4,385	34,469±5,805	0,167
Kum (%)	46,048±7,611	40,958±10,284	52,066±4,694	41,881±5,401	0,144
HA (gr/cm ³)	1,270±0,122	1,151±0,146	1,242±0,145	1,334±0,099	0,152
Hİ (mm/h)	14,29(6,27-58,72) ^c	36,13(18,87-75,64) ^a	36,98(28,78-44,13) ^a	17,38(7,18-42,67) ^b	0,055
TK (%)	32,477±4,545	33,383±3,170	28,450±3,823	30,680±4,544	0,283
SN (%)	18,766±4,101	17,800±3,703	14,750±2,192	16,600±4,520	0,375
YS (%)	13,711±1,549	15,583±1,572	13,700±1,764	14,080±1,023	0,124
AS (%)	44,711±21,475 ^a	31,542±15,962 ^b	22,626±6,105 ^c	18,503±4,831 ^d	0,034
DO (%)	17,956±9,691	24,423±13,619	15,248±8,745	23,853±10,429	0,458
SSI (%)	43,963±8,505	45,509±13,984	41,629±3,989	43,839±9,613	0,946
KO	3,266±1,534	4,109±2,148	3,914±1,183	3,763±2,048	0,820
CF	12,117±6,175	14,596±8,406	12,333±6,259	8,232±5,088	0,484

EC: Elektriksel iletkenlik, OM: Organik madde, HA: Hacim ağırlığı, Hİ: Hidrolik iletkenlik, TK: Tarla kapasitesi, SN: Solma noktası, YS: Yarayışlı su, AS: Agregat stabilitesi, DO: Dispersiyon oranı, SSI: Strüktür stabilite indeksi, KO: Kil oranı, CF: Kabuk oluşumu.

*Normal dağılım gösteren değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri ortalama ± standart sapma olarak ifade edilirken; normal dağılım göstermeyen değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri ortanca (min-max) olarak ifade edilmiştir. **Normal dağılım gösteren değişkenlerin karşılaştırılmasında ANOVA, normal dağılmayan değişkenlerin karşılaştırılmasında Kruskal-Wallis H testi kullanılmıştır; p<0.10, p<0.05, p<0.01 ve p<0.001 alınmıştır.

4. Sonuç

Bu çalışma, Ilgaz Dağları üzerinde farklı yükseltilerde dağılım gösteren periglasyal şekillere ait (girland, taş kümesi, çember ve tufur) toprakların bazı fiziko-kimyasal özellikleri ile yükselti ve sıcaklığın etkisinin istatistiksel olarak incelemesine yönelik olarak gerçekleştirilmiştir. Yapılan istatistiksel yaklaşımda yükselti ile periglasyal şekillerde dağılım gösteren toprakların bazı fiziko-kimyasal özelliklere (EC, OM, Na+, K+, kil, kum, HA, TK, SN, YS, DO, SSI, KO ve CF) ait değerler arasında anlamlı bir fark saptanamamıştır. Fakat, istatistiksel olmasa da analiz bulgularına göre yükselti artışı ile özellikle OM ve kil oluşumunda önemli azalma olduğu ve bu durumun ise jeo-fiziko-kimyasal reaksiyonun yanı sıra biyo-kimyasal reaksiyonun azalmasından kaynaklandığı ileri sürülebilir. Ayrıca, ele alınan periglasyal şekillerde oluşan toprakların kimyasal özelliklerinden kireç, Ca, Mg, pH ve fiziksel özelliklerden ise AS ve Hİ değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı oldukları belirlenmiştir.

Katkı Belirtme ve Teşekkür

Yazarlar, çalışmayı 2019-001 numaralı proje ile destekleyen Ardahan Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne ve arazi çalışmaları esnasındaki yardımlarından dolayı Soner Serin'e içtenlikle teşekkür eder.

Kaynakça

- Altın, T. (2006). Aladağlar ve Bolkar Dağları üzerinde görülen periglasyal jeomorfolojik şekiller, *Türk Coğrafya Dergisi*, 46, 105-122. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tcd/issue/21235/227865>.
- Anonim. (1988). *Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi*. T.C. Tarım Orman Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, 151, Teknik Yayınlar, T-59.
- Ardel, A., Kurter, A. & Dönmez, Y. (1969). *Klimatoloji Tatbikatı*, İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1123, Edebiyat Fakültesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları, 40, Taş Matbaası.
- Atalay, İ. (1982). *Toprak Coğrafyası*, Ege Üniversitesi, Sosyal Bilimler Fakültesi Yayınları, 8.
- Ballantyne, C. K. (1996). Formation of miniature sorted patterns by shallow ground freezing: A field experiment. *Permafrost and Periglacial Processes*, 7(4), 409-424. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1530\(199610\)7:4<409::AID-PPP230>3.0.CO;2-3](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1530(199610)7:4<409::AID-PPP230>3.0.CO;2-3).
- Barrows, T. T., Stone, J. O. & Fifield, L. K. (2004). Exposure ages for Pleistocene periglacial deposits in Australia, *Quaternary Science Reviews*, 23, 697-708. <https://10.1016/j.quascirev.2003.10.011>.
- Beret, B. (1956). Çakırgöl Dağı'nda glasyal izler, *Türk Coğrafya Dergisi*, 15-16, 115-125. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tcd/issue/21268/228333>.
- Bilgin, T. (1960). Kaz Dağı ve üzerindeki periglasyal şekiller hakkında, *Türk Coğrafya Dergisi*, 20, 114-123. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tcd/issue/21265/228296>.
- Bilgin, T. (1969). *Gavur Dağı Kütlesinde Glasyal ve Periglasyal Topğrafya Şekilleri*, İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1494.
- Bilgin, T. (1972). *Munzur Dağları Doğu Kısmının Glasyal ve Periglasyal Morfolojisi*, İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1757.
- Bouyoucos, G. J. (1935). The clay ratio as a criterion of soils to erosion. *Journal of the American Society of Agronomy*, 27: 738-751. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201301776020>.

- Bouyoucos, G. J. (1962). Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils 1. *Agronomy Journal*, 54(5): 464-465. <https://doi.org/10.2134/agronj1962.00021962005400050028x>.
- Clark, D. H., Steig, E. J., Potter, N. & Gillespie, A. R. (1998). Genetic variability of rock glaciers. *Geografiska Annaler*, 80A(3-4): 175-182. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.0435-3676.1998.00035.x>.
- Colucci, R. R., Boccali, C., Zebre, M. & Guglielmin, M. (2016). Rock glaciers, protalus ramparts and pronival ramparts in the south-eastern Alps, *Geomorphology*, 269, 112-121. <http://10.1016/j.geomorph.2016.06.039>.
- Çakır, Ç. & Kopar, İ. (2017). Palandöken Dağları'nda tufurlar ve doğal ortam özelliklerinin tufurların oluşumu üzerindeki etkisi, *Uluslararası Jeomorfoloji Sempozyumu, 12-14 Ekim 2017, Bildiriler Kitabı*, 103-110.
- Çiner, A. (2004). *Turkish glaciers and glacial deposits*, Ehlers, J., Gibbard, P. L. (Eds.), In: Quaternary Glaciations: Extent and Chronology, Part I: Europe, Elsevier, Amsterdam, 419-429.
- Dede, V., Çiçek, İ. & Uncu, L. (2015). Karçal Dağları'nda kaya buzulu oluşumları, *Hacettepe Üniversitesi, Yer Bilimleri Dergisi*, 36, 2, 61-80. <https://doi.org/10.17824/yrb.90910>.
- Dede, V., Dengiz, O., Demirağ Turan, İ., Türkeş, M., Gökçe, C. & Serin, S. (2020). Ilgaz Dağları periglasyal şekillerinde oluşmuş toprakların fizikokimyasal özellikleri ile bazı erozyon duyarlılık parametreleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi, *Ankara Üniversitesi, Coğrafi Bilimler Dergisi*, 18, 99-123. <https://doi.org/10.33688/aucbd.689755>.
- Dengiz, O. & Ekberli, İ. (2017). Bazı vertisol alt grup topraklarının fizikokimyasal ve ısıl özelliklerinin incelenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6(1):45-52. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/azd/issue/32198/357596>.
- Dönmez, Y. (1990). *Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları*. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, 3248, İstanbul Üniversitesi Yayınları, 3648.
- Drewes, J., Moreiras, S. & Korup, O. (2018). Permafrost activity and atmospheric warming in the Argentinian Andes, *Geomorphology*, 323, 13-24. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2018.09.005>.
- Ekberli, İ. & Dengiz, O. (2017). Bazı inceptisol ve entisol alt grup topraklarının fizikokimyasal özellikleriyle ısıl yayılım katsayısı arasındaki regresyon ilişkilerinin belirlenmesi. *Toprak Su Dergisi*, 5 (2): (1-10). <https://doi.org/10.21657/topraksu.268957>.
- Eriñç, S. (1949). Uludağ üzerinde glasyal morfoloji araştırmaları, *Türk Coğrafya Dergisi*, 11-12, 79-94.
- Eriñç, S. (1955). Glasyal ve periglasyal jeomorfoloji bakımından Honaz ve Bozdağ, *Türk Coğrafya Dergisi*, 13-14, 24-44. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tcd/issue/21251/227992>.
- Eriñç, S., Bilgin, T. & Bener, M. (1961). Ilgaz üzerinde periglasyal şekiller, *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 12, 90-99.
- Feuillet, T. & Matsuoka, N. (2014). *Periglacial Landforms*, In Encyclopedia of Planetary Landforms, Springer.
- French, H. (2007). *The Periglacial Environment*, Third edition, John Wiley & Sons Ltd. ISBN: 978-1-118-68494-8.
- Gümüş, İ., Şeker, C., Hegiş, H., Özyaytekin, H. H., Karaarslan, E. & Çetin, Ü. (2016). Buğday ekili alanlarda agregat stabilitesine etki eden faktörlerin belirlenmesi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD Özel Sayı*, 236-242. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/184835>.

- Hughes, P. D. (2018). Little Ice Age glaciers and climate in the Mediterranean Mountains: A new analysis. *Cuadernos de Investigación Geográfica* 44, 15-46. <https://doi.org/10.18172/cig.3362>.
- Jackson, M. L. (1958). *Soil chemical analysis*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ, 498 p.
- Jenny, H. (1994). *Factors of Soil Formation. A System of Quantitative Pedology*. Dover Publications, Inc, New York, 191p.
- Johnson, P. G. (1978). Rock glacier types and their drainage systems, Grizzly Creek, Yukon Territory. *Canadian Journal of Earth Sciences* 15: 1496-1507. <https://doi.org/10.1139/e78-155>.
- Kemper, W. D. & Rosenau, R. C. (1986). *Aggregate stability and size distribution*. Editor: Klute, A., Methods of Soil Analysis, Part I-Physical and Mineralogical Methods, 2nd ed., SSSA Book Series No: 5, SSA and ASA, Madison, Wisconsin, pp. 425-442.
- Kızılkaya, R., Dede, V., Dengiz, O. & Ay, A. (2019). Ilgaz Dağları'nda farklı periglasyal şekiller üzerinde oluşmuş topraklara ait özelliklerin dehidrogenaz enzim aktivitesine etkisi, *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 7, 121-127. <https://doi.org/10.33409/tbbbd.668882>.
- Knight, J., Harrison, S. & Jones, D. B. (2019). Rock glaciers and the geomorphological evolution of deglaciating mountains, *Geomorphology*, 324, 14-24. <http://10.1016/j.geomorph.2018.09.020>.
- Kurter, A. (1991). *Glaciers of Middle East and Africa-Glaciers of Turkey*, In: Satellite Image Atlas of the World, R. S. Williams, J. G. Ferrigno (Eds.). USGS Professional Paper, 1386-G-1, 1-30.
- Leo, W. M. (1963). A rapid method for estimating structural stability of soils. *Soil Science*, 96:342-346. <http://10.1097/00010694-196311000-00010>.
- Lozinski, W., von. (1909). Über die mechanische vermittlung der sandsteine im gemässigten Klima, *Bulletin International de l'Académie des Sciences de Cracovie class des Sciences Mathématique et Naturalles*, 1, 1-25.
- MGM, (2021). <https://www.mgm.gov.tr/tahmin/il-veilceler.aspx?il=Kastamonu>, Erişim tarihi: 22.09.2021, (MGM: Meteoroloji Genel Müdürlüğü).
- Noori, K. (1969). *Ankara Çevresinde Çeşitli Ana Materyal Üzerinde Oluşmuş Topraklara Ait Örnek Profillerin Önemli Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ve Bu Özelliklerin Erozyonla İlgisi*. Doktora Tezi (Basılmamış), Ankara Üniversitesi.
- Oliva, M., Sarıkaya, M. A. & Hughes, P. (2020). Holocene and earlier glaciations in the Mediterranean Mountains, *Mediterranean Geoscience Reviews*, 2, 1-4. <https://doi.org/10.1007/s42990-020-00025-6>.
- Oliva, M., Serrano, E., Gomez-Ortiz, A., Gonzalez-Amuchastequi, M. J., Nieuwendan, A., Palacios, D., Perez-Alberti, A., Pellitero-Ondicol, R., Ruiz-Fernandez, J., Valcarcel, M., Vieira, G. & Antoniadis, D. (2016). Spatial and temporal variability of periglacialiation of the Iberian Peninsula, *Quaternary Science Reviews*, 137, 176-199. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2016.02.017>.
- Oliva, M., Zebre, M., Guglielmin, M., Hughes, P., Çiner, A., Vieira, G., Bodin, X., Andres, N., Colucci, R. R., Garcia-Hernandez, C., Mora, C., Nofre, J., Palacios, D., Perez-Alberti, A., Ribolini, A., Ruiz-Fernandez, J., Sarıkaya, M. A., Serrano, E., Urdea, P., Valcarcel, M., Woodward, J. C. & Yıldırım, C. (2018). Permafrost conditions in the Mediterranean region since the Last Glaciation, *Earth-Science Reviews*, 185, 397-436. <http://10.1016/j.earsci-rev.2018.06.018>.
- Philip, G. M. & Watson, D. F. (1982). A precise method for determining contoured surfaces. *Journal of the Australian Petroleum Production & Exploration Association* 22(1): 205-212. <http://10.1071/AJ81016>.
- Pieri, C. (1989). *Fertilité des terres de savane*. Bilan de trente années de recherche et de développement agricole au Sud du Sahara. IRAT, 444 pp.
- Planhol, X., de & Bilgin, T. (1961). Karagöl kütlesi üzerinde Pleistosen ve aktüel glasyasyon ile periglasyal şekiller, *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 12, 127-146.
- Sarıkaya, M. A. & Tekeli, A. E. (2014). *Satellite inventory of glaciers in Turkey*, Global Land Ice Measurements from Space, Kargel, J. S., Leonard, G. J., Bishop, M. P., Kaab, A., Raup, B. (Eds.), Praxis-Springer (Publisher), Berlin Heidelberg, 465-480, 876 pp.
- Saygın, F., Dengiz, O., İç, S. & İmamoğlu, A. (2019). Bazı fiziko-kimyasal toprak özellikleri ile bazı erodibilite parametreleri arasındaki ilişkilerin mikro havza ölçeğinde değerlendirilmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 20 (1), 82-91. <https://doi.org/10.17474/artvinofd.481642>.
- Schnachtschabel, P., Blume, P., Brümmer, G., Hartge, K. H. & Schwertmann, U. (1999). *Toprak Bilimi*, Çev: Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H., Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yay. No:73, Ders Kitapları Yayınları, A-16.
- Soto, A. V. & Alberti, A. P. (2019). Periglacial deposits as indicators of paleotemperatures. A case study in the Iberian Peninsula: The mountains of Galicia, *Permafrost and Periglacial Processes*, 29, 1-15. <https://doi.org/10.1002/ppp.2026>.
- Tricart, J. (1968). *Periglacial landscapes*. In: Fairbridge, R. W., ed., Encyclopedia of Geomorphology. Reinhold Book Co., p. 829-833.
- Türkeş, M. & Öztürk, M. Z. (2011). Uludağ'da gırlan ve çember oluşumları, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 9, 2, 239-257. https://doi.org/10.1501/Cogbil_0000000127.
- Uğuz, M. F. & Sevin, M. (2011). *1/100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Kastamonu F-31 Paftası*, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayınları, 145.
- Uxa, T. & Mida, P. (2017). Rock glaciers in the Western and High Tatra Mountains, Western Carpathians. *Journal of Maps*, 13, 844-857. <http://10.1080/17445647.2017.1378136>.
- Uxa, T., Mida, P. & Krizek, M. (2017). Effect of climate on morphology and development of sorted circles and polygons, *Permafrost and Periglacial Processes*, 28, 663-674. <https://doi.org/10.1002/ppp.1949>.
- Ülgen, A. N. & Yurtsever, N. (1995). *Türkiye gübre ve gübreleme rehberi*. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, 209.
- Wagner, S., Cattle, S. R., Scholten, T. & Felix-Henningsen, P. (2000). Observing the evolution of soil aggregates from mixtures of sand, clay and organic matter in soil. *New Zealand Society of Soil Science*. 3: 217-218.
- Watson, D. F. & Philip, G. M. (1985). A refinement of inverse distance weighted interpolation. *Geoprocessing*, 2:315-327.
- Wolter, J., Lantuit, H., Wetterich, S., Rethemeyer, J. & Fritz, M. (2018). Climatic, geomorphologic and hydrologic perturbations as drivers for late Holocene development of ice-wedge polygons in the western Canadian Arctic, *Permafrost and Periglacial Processes*, 29:3, 1-18. <https://doi.org/10.1002/ppp.1977>.