

Atf İçin: Dede, V., Dengiz, O., Şenol, H. ve Demirağ Turan, İ., (2024). İki Farklı Coğrafi Bölgedeki Dağlık Kütlelerde (Akbaba Dağı ve Ilgaz Dağları) Gelişen Periglasyal Yerçekillerindeki (Girlandlar) Toprakların Mineralojik Özelliklerinin Karşılaştırılması *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 14(4), 1776-1789.

To Cite: Dede, V., Dengiz, O., Şenol, H. & Demirağ Turan, İ., (2024). Comparison of mineralogical characteristics of soils on periglacial landforms (non-sorted steps) developed in mountainous masses (Mount Akbaba and Ilgaz Mountains) of two different geographical regions *Journal of the Institute of Science and Technology*, 14(4), 1776-1789.

İki Farklı Coğrafi Bölgedeki Dağlık Kütlelerde (Akbaba Dağı ve Ilgaz Dağları) Gelişen Periglasyal Yerçekillerindeki (Girlandlar) Toprakların Mineralojik Özelliklerinin Karşılaştırılması

Volkan DEDE^{1*}, Orhan DENGİZ², Hüseyin ŞENOL³, İnci DEMİRAĞ TURAN⁴

Öne Çıkanlar:

- Girland oluşumu
- Mineralojik analiz
- Soğuk iklim koşulları
- Yüksek dağlık alanlar

ÖZET:

Dünya’da periglasyal süreçler, buzul çevresi bölgelerde ve soğuk iklim koşullarının etkisi altında gelişim göstermektedir. Bu süreçler sonucunda meydana gelen periglasyal şekiller ise paleoiklim koşullarında meydana gelmekte ve günümüzde de gelişimine devam etmektedir. Bu çalışmada birbirlerinden farklı coğrafi bölgelerde olan iki dağda (Akbaba Dağı-3026 m ve Ilgaz Dağları-2587 m) bulunan periglasyal şekillerden olan girlandlar üzerinde oluşan toprakların mineralojik özelliklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, toprak örneklerinde detay kil XRD difraktogram çekimi, taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile görüntü alma ve analiz işlemleri uygulanmıştır. Akbaba Dağı’ndaki girlandlardan alınan örnekteki sonuçlarda birincil mineral olarak albit, muskovit, kuvars ve klinoklor mineralleri tespit edilmiştir. Ilgaz Dağları’ndaki bulgularda ise, belirlenen başat mineral klorittir. Sonuç olarak, lokal alanlarda benzer yer şekilleri üzerinde oluşmuş topraklar gerek farklı ekolojik ortamlar, gerekse de farklı litolojik özelliklerden dolayı farklı mineralojik karakterlere sahip olabilmektedir. Elde edilen bulguların konu literatürüne teorik destekler sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler:

- Periglasyal şekiller
- XRD analizi
- Akbaba Dağı
- Ilgaz Dağları
- Türkiye

Comparison of Mineralogical Characteristics of Soils on Periglacial Landforms (Non-sorted steps) Developed in Mountainous Masses (Mount Akbaba and Ilgaz Mountains) of Two Different Geographical Regions

Highlights:

- Non-sorted step formation
- Mineralogical analysis
- Cold climate conditions
- High mountain areas

ABSTRACT:

Periglacial processes on Earth are developing in the glacial regions and under the influence of cold climatic conditions. The periglacial landforms formed due to these processes were formed in paleoclimatic conditions and continue to build today. This study aims to compare the mineralogical properties of the soils in non-sorted steps, which are the periglacial landforms of two mountains (Mount Akbaba-3026 m a.s.l., and Ilgaz Mountains-2587 m a.s.l.) in different geographical regions. For this purpose, detailed clay XRD diffractogram scanning electron microscope (SEM) image acquisition and analysis processes were applied. Albite, muscovite, quartz, and clinochlor minerals were determined as primary minerals in the results obtained from the non-sorted steps of Mount Akbaba. The primary mineral in the Ilgaz Mountains is chlorite. As a result, soils formed on similar landforms in local areas may have different mineralogical characteristics due to different ecological environments and different lithological characteristics. The results are thought to provide theoretical supports for the subject literature.

Keywords:

- Periglacial landforms
- XRD analysis
- Mount Akbaba
- Ilgaz Mountains
- Türkiye

¹ Volkan DEDE ([Orcid ID: 0000-0003-4523-1390](https://orcid.org/0000-0003-4523-1390)), Ardahan Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, 75002, Ardahan, Türkiye.

² Orhan DENGİZ ([Orcid ID: 0000-0002-0458-6016](https://orcid.org/0000-0002-0458-6016)), Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye.

³ Hüseyin ŞENOL ([Orcid ID: 0000-0001-5676-7161](https://orcid.org/0000-0001-5676-7161)), Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 32200, Isparta, Türkiye.

⁴ İnci DEMİRAĞ TURAN ([Orcid ID: 0000-0002-5810-6591](https://orcid.org/0000-0002-5810-6591)), Samsun Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, 55060, Samsun, Türkiye.

***Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Volkan DEDE, e-mail: volkandede@ardahan.edu.tr

GİRİŞ

Periglasyal ortamlar, yoğun donma-çözülme aktivitesi ve sürekli veya mevsimsel olarak donmuş zemin ile karakterize edilen soğuk, buzul olmayan bölgelerde meydana gelir (Gutierrez ve Gutierrez, 2016). Buzullaşmanın gerçekleşmediği buzul çevresi bölgeler periglasyal şekillerin gelişimi açısından elverişlidir. Bu bağlamda yüksek enlemler ile yüksek dağlık alanlar ön plana çıkmaktadır. Buzullaşma bölgelerinin çevrelerindeki sahaların belirtilmesi ve vurgulanması maksadıyla 'periglasyal' terimi ilk olarak 1909 yılında Lozinski tarafından dile getirilmiştir. Araştırmacıların ilgisi ve yapılan bilimsel çalışmalar periglasyal jeomorfolojinin zamanla daha da gelişimine katkı sağlamıştır. Dünya ölçeğinde geçmiş dönem iklim koşulları ve günümüz iklim özelliklerinin değerlendirilmesi amacıyla periglasyal çalışmalar araştırmacılar tarafından gerçekleştirilmeye devam etmektedir. Güney Norveç'in merkezindeki Jotunheimen'de farklı desenli zemin türleri, kaya buzulları, buz çekirdekli morenler ve soliflüksiyon özellikleri dâhil olmak üzere farklı periglasyal yer şekilleri bulunmaktadır. Yükseltiyeye bağlı dağılımları, permafrostun bölgesel dağılımı tarafından güçlü bir şekilde kontrol edilmektedir. Ancak periglasyal şekiller topografya, ana kaya özellikleri, sedimantoloji veya bitki örtüsü gibi diğer faktörlerden de etkilenebilmektedir (Winkler ve ark., 2021). Türkiye'nin kuzeybatısında kuru yaz subtropikal Akdeniz iklimi altında gelişmiş özel bir dağ ortamı ile karakterize edilen Kaz Dağı'nın zirvesinde meydana gelen periglasyal yer şekillerinin morfo-klimatik süreçleri-karakteristikleri ve toprak gelişimi açısından değerlendirilmiştir. Çemberler ve taş kümeleri, girlandlar ve kriyoturbasyon ve blok akıntılarında oluşan periglasyal yer şekilleri, Kaz Dağı'nın üst sınırında subalpin vejetasyon kuşağında bulunmaktadır. Morfojenetik süreç analizine göre Kaz Dağı zirvesinde Aralık-Mart döneminde donma + donma-çözülme, Kasım ve Nisan aylarında donma-çözülme + ayrışma ve donun olduğu ayrışma baskın süreçlerdir. Aynı iklim koşulları altında, ancak çeşitli periglasyal yer şekillerinin farklı ana materyalleri üzerinde oluşan toprakların pedolojik süreçleri ve mineralojik özellikleri açısından, bu toprakların taksonomisi genç topraklar olarak tanımlanan Entisol ordosunda sınıflandırılmıştır (Türkeş ve ark., 2023). Balkan Yarımadası'ndaki periglasyal şekiller yüksek dağ ortamının tipik özelliklerini barındırmaktadır. Oluşumları ve çeşitlilikleri iklimsel, topografik ve jeolojik faktörler tarafından belirlenmektedir. Günümüzde aktif olan periglasyal süreçler 1700-2000 m yükselti aralığında meydana gelirken, relikt (kalıntı) özellikler 1100-1400 m yükselti aralığında gözlenmektedir. Periglasyal yer şekillerinin çeşitliliği ve oluşumu için jeolojik koşulların (ana kaya bileşimi ve yapısı, tektonik ortamlar) önemine odaklanılmıştır. Analiz ve elde edilen sonuçlar, esas olarak yarımada'daki yüksek dağlar arasındaki bölgesel ve yerel karşılaştırmalara dayanmaktadır (Gachev, 2021). Tianshan Dağı'ndaki Urumçi Nehri'nin kaynak bölgesindeki periglasyojeomorfik dağılımı ve evrimi, 1985'ten 1989'a kadar olan dönemde sahada tekrarlanan ölçümler ve incelemelere dayanarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, bölgenin donma çözülme olayları oldukça şiddetlidir. Kaya çatlağının ortalama donma-genişleme hızı 1.2 cm/yıl ve kaya eğimi 1.1 cm/yıllık bir ayrışma gerileme oranına sahiptir (Cheng ve Zhijiu, 1992). Kuzeydoğu Anadolu'da Cin Dağı üzerinde yer alan farklı periglasyal yer şekilleri üzerinde oluşan toprak özelliklerindeki farklılıklar eğimli arazi ve yüksek rakım dolayısıyla toprak erozyonuna karşı temel sorunu oluşturmaktadır. Cin Dağı'nın periglasyal yer şekillerinde oluşan topraklar ve bu toprak erozyonu hassasiyetini tahmin etmek için yapay sinir ağı (YSA) kullanılmış ve üç farklı periglasyal yer şekli tespit edilmiştir. Cin Dağı'nın zirve düzlüğündeki Cin Tepesi'nin üzerinde taş kümeleri, Cin Tepe ve Topkaya Tepe'nin kuzey yamaçlarında girlandlar yer almaktadır. Ayrıca çemberler ise Karaçakrak Tepe'nin güneyinde yayılmıştır (Dede ve ark., 2022a). Soğuk iklim koşulları ve permafrost eski periglasyal ortamlarda topografik ve tortul izler bırakmıştır. Geç Pleistosen soğuk iklim koşulları sırasında Amerika Birleşik

Devletleri'nin Orta Atlantik Bölgesi'nde kaya kırılmasına, regolit üretimine ve regolit örtülü yamaçlara yol açan geçmiş permafrost ve yoğun donma eyleminin yaygın bir şekilde meydana geldiği bilinmektedir. Kayaların dona karşı en duyarlı olduğu yerlerde, termal büzülme çatlamasının ve don çatlağından kaynaklanan breşleşmenin güçlü izleri mevcuttur. Kumtaşı yamaçlarında, don havası, permafrost erimesi sırasında epizodik olarak yokuş aşağı yavaşça akan kaya bakımından zengin tortullar üretmiştir. Hareket, kolüvyonun kümülatif olarak en az bir kilometre hareket ettiği soliflüksiyon lobları ve terasları ile sonuçlanmaktadır. Radyokarbon tarihleme, optik uyarımlı lüminesans yaş kontrolü ve kozmojenik izotop çalışmaları, bazı periglasyal özellikleri Son Buzul Maksimumu ile sınırlandırır, ancak aynı zamanda regolitin daha uzun kalma sürelerini de göstermektedir (Merritts ve Rahnis, 2022). Kaliforniya, Sierra Nevada'da kaya buzulları ve ilgili periglasyal kaya-buz özellikleri bol miktarda bulunan ancak gözden kaçan yer şekilleridir. Kategoriler, kaya-buzul araştırmalarında yaygın olarak açıklanandan daha geniş bir donmuş zemin özellikleri yelpazesi içermektedir. Haritalanan yer şekilleri 2225 m'den 3932 m'ye kadar dağılışı göstermekte, çoğunlukla KKB'dan KD'ya açılarda meydana gelmekte ve görünen yaşları Geç Pleistosen'e aittir. Haritalanan daha küçük yer şekillerinin çoğu, uzaktan (örneğin, hava fotoğrafı) gözlemlenmeye kolayca fark edilememekte; saha araştırmaları bunların tespiti için en iyi yaklaşım olmaya devam etmektedir (Millar ve Westfall, 2008).

Anadolu Dağları üzerine gerçekleştirilen periglasyal jeomorfoloji çalışmaları son yıllarda oldukça hız kazanmış ve onlarca yıldır yapılmaktadır (Öztürk ve Taşoğlu, 2024; Turoğlu, 2022; Çakır ve Kopar, 2017; Dede ve ark., 2015; Sarıkaya ve Tekeli, 2014; Biricik, 2010; Altın, 2006, 2003; Sayhan, 1999; Erinç ve ark., 1961; Planhol ve Bilgin, 1961; Bilgin, 1960, 1969, 1972; Erinç, 1955, 1957 gibi). Periglasyal şekillerde toprak, iklim ve jeomorfolojik gelişim üzerine çalışmalar günümüzde de devam etmektedir (Serin ve ark., 2024; Dede ve ark., 2024a, b, 2023, 2022a, b, 2021, 2020; Dede, 2023; Demirağ Turan ve ark., 2023; Türkeş ve ark., 2023; Öztürk, 2012; Türkeş ve Öztürk, 2008, 2011).

Akbaba Dağı periglasyal jeomorfoloji açısından bu çalışma öncesinde henüz değerlendirilmemişken, Ilgaz Dağları üzerine yapılan çalışmalar ilerleyen satırlarda belirtilmiştir. Ilgaz Dağları'nın periglasyal özelliklerinin ortaya konulduğu ilk çalışma Erinç ve ark. (1961) tarafından yapılmıştır. Çalışma ile periglasyal şekillerin dağılışı genel olarak ortaya konmuştur. Elde edilen verilere göre Ilgaz Dağları üzerinde girlandlar, tufurlar, taş kümeleri, şeritli topraklar, taş halkaları ve nivasyon sirklerinin bulunduğu tanımsal olarak belirtilmiştir (Erinç ve ark., 1961). Kızılkaya ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada Ilgaz Dağları periglasyal şekillerinden girland ve taş kümeleri üzerinde oluşmuş toprakların biyolojik faaliyetlerine yönelik olarak dehidrogenaz enzim aktivitesi incelenmiştir. Söz konusu periglasyal şekillere ait topraklarda dehidrogenaz enzim aktivitesinin yükseklik artışı ile azaldığı, toprakların organik madde içerikleri ile dehidrogenaz enzim aktivitesi arasında önemli pozitif korelasyonların bulunduğu ortaya konulmuştur (Kızılkaya ve ark., 2019). Dede ve ark. (2020) tarafından Ilgaz Dağları'nda yapılan çalışmada, periglasyal şekiller bünyesindeki toprakların fiziko-kimyasal özellikleri ile erozyon duyarlılık parametreleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen bulgular, agregat stabilitesi (AS), strüktür stabilite indeksi (SSI), dispersiyon oranı (DO), kabuk oluşumu (CF) ve kil oranı (KO) arasındaki ilişkilerin önemli olduğunu göstermektedir. Dede ve ark. (2021) tarafından Ilgaz Dağları'nda yapılan bir başka çalışmada yükselti-sıcaklık ilişkisinin periglasyal şekiller bünyesindeki toprakların fiziko-kimyasal özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Analizler sonucunda, yükselti ile periglasyal şekillerdeki toprakların fiziko-kimyasal özellikleri (CF: Kabuk oluşumu, EC: Elektriksel iletkenlik, OM: Organik

madde, HA: Hacim ağırlığı, K^+ , Na^+ , kum, kil, SN: Solma noktası, TK: Tarla kapasitesi, YS: Yarayırlı su, SSI: Strüktür stabilite indeksi, DO: Dispersiyon oranı ve KO: Kil oranı) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanamamıştır. Ek olarak, yükselti ile OM ve kil oluşumu arasında ters bir orantı olduğu görülmüştür (Dede ve ark., 2021). Dede ve ark. (2024a) tarafından yapılan son çalışmada ise Ilgaz Dağları'nda yer alan periglasyal yer şekillerinin (girland, çamur çemberi, taş kümesi, tufur ve konjelitürbasyon) morfolojik özellikleri belirlenerek, fiziko-kimyasal ve mineralojik özellikleri incelenmiştir. Toprakların pedolojik süreçleri ve yer şekillerinin gelişimini kontrol eden iklim koşullarının etkilerinin değerlendirilmesi de yapılmıştır.

Topraklar oluşum süreçleri zamana bağlı olarak oldukça farklılıklar gösterir. Bu farklılaşmalar, minerallerin parçalanma ve elementlerin jeokimyasal değişimlerini konu alır. Toprak oluşumunda ana materyalin yapısı, mineralojik özelliklerinin değişimi, her bir elementin mobilizasyonu ve yeniden dağılımları (birincil minerallerin çözünmesi, kil minerallerinin oluşumu, redoks tepkimeleri ve iyon değişimi) gibi pedojenik süreçler sebebi ile farklı yollar ile gerçekleşir. Kimyasal ayrışma sonrası açığa çıkan sekonder minerallerin belirlenmesi, çevre konularının yorumlanması, elementel döngünün anlaşılmasına olanak sağlar. Ana materyal veya kayaçların kökeni, pedojenik süreçler ve geçmişteki iklimsel faktörler tarafından belirlenen değişimler jeokimyasal özelliklerin değişimin yorumlanmasında öneme sahiptir. Özellikle Kuvaterner'deki çevresel değişimlerin anlaşılması toprakların gelişim süreçlerinin ortaya konmasında önemli bir yaklaşım olmuştur.

Ülkemizde gerek toprak oluşumu-genesisi, gerekse mineralojiye yönelik farklı jeolojik yaş ve kökene sahip materyaller üzerinde bazı çalışmalar yapılmıştır. Fakat periglasyal yer şekillerinden girlandlar üzerindeki topraklara ait mineralojik çalışmalar çok azdır (Dede ve ark., 2023; Demirağ Turan ve ark., 2023). Bu çalışmada, farklı iki ekolojik bölgede yer alan Akbaba Dağı ile Ilgaz Dağları üzerinde tespiti yapılan periglasyal yer şekillerinden girlandlar üzerinde oluşmuş toprakların, gerek primer gerekse de sekonder (kil) mineralleri arasındaki farklılık veya benzerlik açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

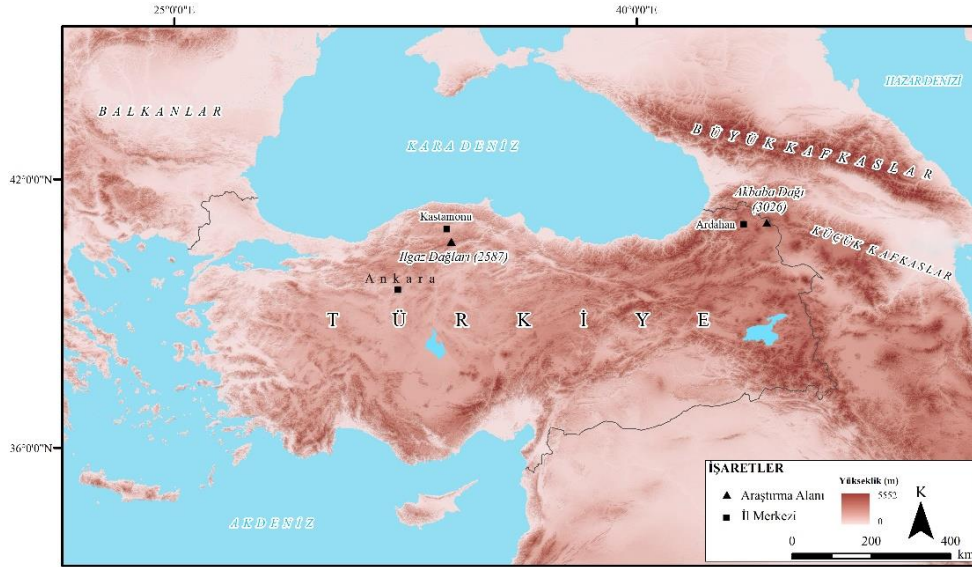
MATERYAL VE METOD

Çalışma Alanı

Akbaba Dağı (3026 m), Doğu Anadolu Bölgesi'nin Erzurum-Kars Bölümü'nde $41^{\circ}01'$ Kuzey enlemi ile $43^{\circ}26'$ Doğu boylamının kesişim noktasında yer almaktadır. Çalışma alanı, Çıldır Gölü'nün doğusunda kısa mesafede adeta duvar gibi yükselmektedir. Akbaba Dağı doğu-batı 10 km ve kuzey-güney doğrultusunda ise 5 km genişliğe sahiptir. Araştırma alanının zirveler kuşağında yer yer 2000 m'yi aşan tepeler bulunmakla birlikte (Büyükkır-2867 m, Kuşkal-2945 m, Göller-2992 m ve Hebeş-2462 m) en yüksek zirvesi Akbaba (3026 m) Tepesi'dir. Akbaba Dağı'nı kuzeyden Küçüközönü, batıdan Boncuk ve güneyden Cıngıl Dereleri drene etmektedir. Akbaba Dağı'nın jeolojik yapısı, Orta-Üst Pliosen yaşlı "Dumanlıdağ Volkanitleri" olarak adlandırılan çeşitli renkli (gri, kül, siyah, kırmızı, sarı) yer yer belirgin tabakalanmalı, eklemlili, pulumsu, ayrışmalı, tüf, andezit, pomza, perlit ve obsidyen gibi çoğunlukla asidik türde kayaçlardan oluşmaktadır (Aktimur ve ark., 1992).

Ilgaz Dağları (2587 m), Karadeniz Bölgesi'nin Batı Karadeniz Bölümü'nde $41^{\circ}03'-41^{\circ}06'$ K enlemleri ile $33^{\circ}46'-33^{\circ}53'$ D boylamları arasında yer almaktadır. Çalışma alanı Çankırı ili Ilgaz ilçesinin kuzeyinde kısa mesafede adeta duvar gibi yükselmektedir. Ilgaz Dağları doğu-batı doğrultusunda yaklaşık olarak 10 km uzunluğa, kuzey-güney doğrultusunda ise 2.5 km genişliğe sahiptir. Araştırma alanının zirveler kuşağında yer yer 2000 m'yi aşan tepeler bulunmakla birlikte (Kavşakbaşı-2030 m, Küçükçal-2096 m, Küçükhacet-2546 m) en yüksek zirvesi Büyükhacet (2587 m)

Tepesi'dir. Zirveler kuşağı doğu-batı doğrultusunda aynı zamanda su bölümü çizgisini de meydana getirmektedir. Bu nedenle alanı, zirveler kuşağının kuzey yönünde Taşlık, Sakar ve Asasuyu Dereleri, güney yönünde ise Kubbe Deresi drene etmektedir (Şekil 1). Ilgaz Dağları'nın jeolojik yapısı, Paleozoik yaşlı masif karakterindedir. Kuzey Anadolu Fayı, zirveler kuşağından KD-GB yönünde uzanış göstermektedir. Kuzey Anadolu Fayı'nın kuzeyinde bulunan zirveler kuşağında Paleosen yaşlı karbonatlı kumtaşı ve kireçtaşı hâkimken, güneyinde Eosen yaşlı kireçtaşı, kumtaşı ve marn bulunmaktadır. Zirveler kuşağını meydana getiren kayalar karbonatlı kumtaşı ve kireçtaşıdır. Tüm bu sistemlerin temelinde ise fillit, şist ve metadiyabaz bulunmaktadır (Uğuz ve Sevin, 2011).



Şekil 1. Araştırma alanlarının yer bulduru haritası

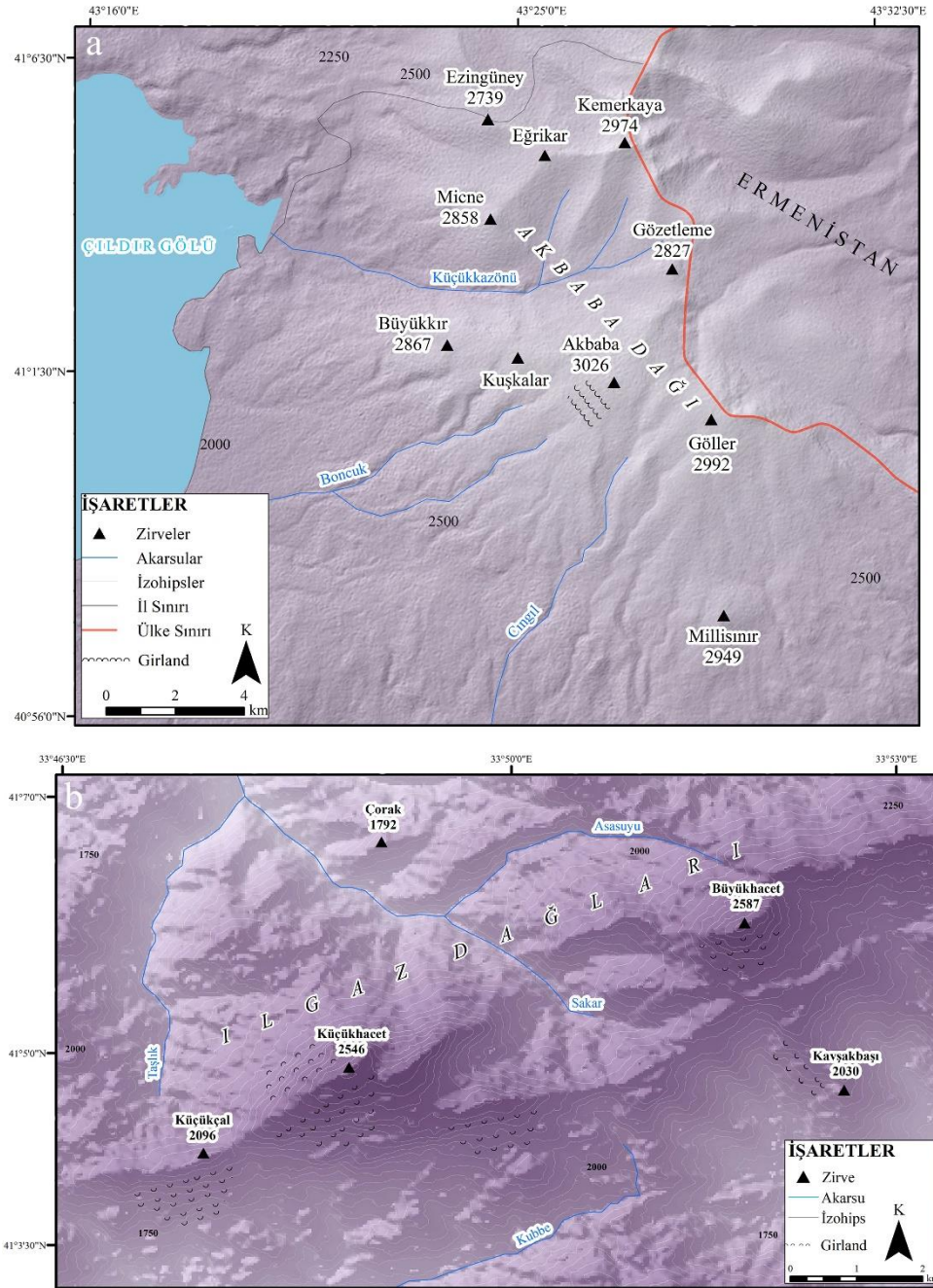
Yöntem ve Analizler

Araştırma; verilerin toplanması ile ön değerlendirme, arazi çalışmaları ve elde edilen toprak örneklerinin laboratuvar analizlerini kapsayan üç aşamada gerçekleştirilmiştir. İki farklı ekolojik bölgede yer alan dağlara ait ön verilerin değerlendirilmesi sonrası ikinci aşama olan arazi çalışmaları, Akbaba Dağı'nda 23-28 Ağustos 2022, Ilgaz Dağları'nda ise 18-21 Ağustos 2019 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmaları ile girlandların yerleri GPS (Global Positioning System-Garmin Etrex 10) yer konumlama aleti yardımıyla tespit edilerek haritalara işlenmiştir. Akbaba Dağı'ndaki girlandlar 2965-2989 m, Ilgaz Dağları'ndakiler ise 1943-2395 m yükselti aralığında yer almaktadır (Şekil 2). Tespiti yapılan girlandları en iyi temsil edebilecek Akbaba Dağı'nda 12, Ilgaz Dağları'nda ise 9 toprak örneği alınmıştır.

Çalışmanın son aşamasında alınan toprak örneklerinde primer ve sekonder başat minerallerin belirlenmesi amacıyla laboratuvar analizi, Akbaba Dağı örneği için Afyon Kocatepe Üniversitesi, Merkezi Araştırma Laboratuvarı, Ilgaz Dağları örneği içinse Konya Selçuk Üniversitesi, İleri Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Her iki dağlık saha için alınan toprak örneklerini temsilen detay kil XRD (X-Ray Diffraction) difraktogram çekimi ve taramalı elektron mikroskobu (SEM-Scanning Electron Microscopy) ile görüntü alma ve analiz işlemleri uygulanmıştır. Bu kapsamda toprak örneklerinde primer minerallerin kompozisyonunu belirlemek amacı ile 2 mm'den küçük toprak örnekleri agat havanda 38 mikrondan geçecek şekilde öğütülmüş ve 2-70° 2θ aralığında X-Ray difraksiyonları Shimadzu XRD-6000 cihazı ile Cu antikatod tüp ve K filtre (40 kV, 35 mA) kullanılarak yapılmıştır (Jackson, 1979). Mineraller ve bolluk dereceleri XRD bazal mesafelerine ve XRD pik şiddetlerine göre yapılmıştır (Egli ve ark., 2003). Taramalı elektron

İki Farklı Coğrafi Bölgedeki Dağlık Kütlelerde (Akbaba Dağı ve Ilgaz Dağları) Gelişen Periglasyal Yerşekillerindeki (Girlandlar) Toprakların Mineralojik Özelliklerinin Karşılaştırılması

mikroskobu (SEM) ile görüntü alma işlemiyle yüksek voltaj ile hızlandırılmış elektronların numune üzerine odaklanması, bu elektron demetinin numune yüzeyinde taratılması sırasında elektron ve numune atomları arasında oluşan çeşitli girişimler sonucunda meydana gelen etkilerin uygun algılayıcılarda toplanması ve sinyal güçlendiricilerinden geçirildikten sonra bir katot ışınları tüpünün ekranına aktarılmasıyla elde edilmektedir.



Şekil 2. Akbaba Dağı (a) ile Ilgaz Dağları (b) girlandlarının jeomorfoloji haritası

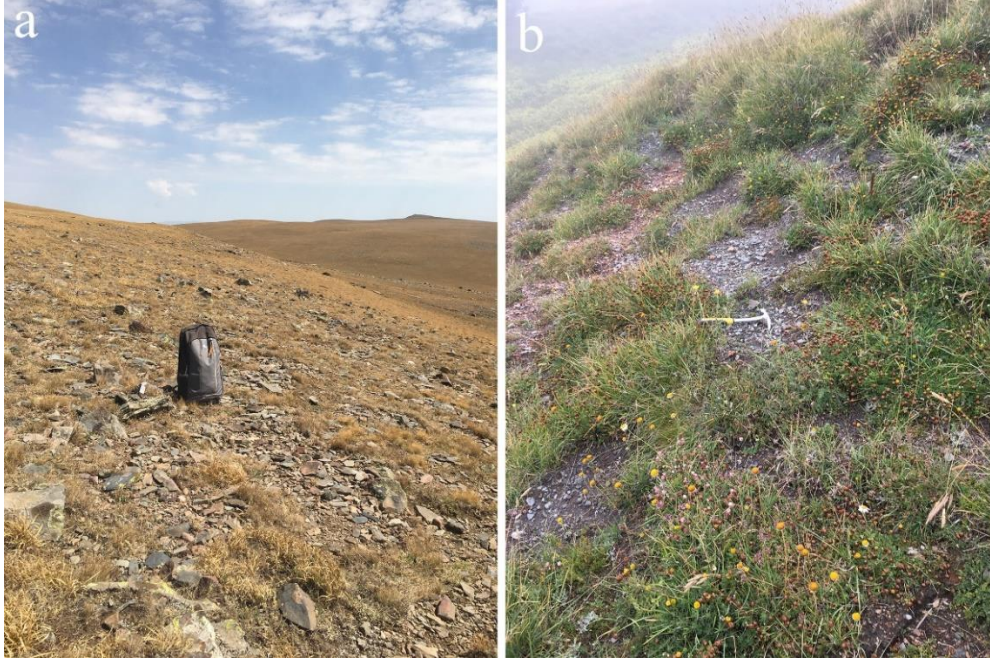
BULGULAR VE TARTIŞMA

Akbaba Dağı İle Ilgaz Dağları'ndaki Girlandların Temel Özellikleri

Periglasyal bölgelerde fark edilebilir şekilde düzenli, az çok simetrik, morfolojik zemin deseni ve mevcut olduğu yerde bitki örtüsü sergileyen herhangi bir zemin yüzeyi desenli zemin (*patterned ground*) olarak tanımlanmaktadır (Van Everdingen, 2005). Desenli zemin içerisinde yer alan girlandlar

(*non-sorted step*) ise yamaçlarda daha büyük taşlardan veya bitki örtüsünden oluşan bir bordüre sahip teras benzeri bir görünüme sahiptir (Allaby, 2013).

Akbaba Dağı'nda gelişim gösteren girlandlar, Pliosen yaşlı andezitler üzerinde yer almaktadır. Akbaba Dağı'nda 2965-2989 m yükselti aralığında bulunan ve ölçümü gerçekleştirilen 48 adet girlandın tanımlayıcı istatistiklerine göre; ortalama uzunluk 17187.52 cm, genişlik 173.14 cm, yükseklik 40.75 cm ve yükselti 2978 m olarak tespit edilmiştir (Şekil 3). Ilgaz Dağları'nda yer alan girlandlar ise Paleosen yaşlı karbonatlı kumtaşı, kireçtaşı ve Eosen yaşlı kireçtaşı, kumtaşı ve marn üzerinde yer almaktadır. Ilgaz Dağları'nda 1943-2395 m yükselti aralığında bulunan ve ölçümü yapılan 43 adet girlandın tanımlayıcı istatistik sonuçlarına göre; Küçükçal Tepe (2096 m) mevkiinde bulunan girlandların tanımlayıcı istatistikleri, ortalama uzunluk 484.23 cm, genişlik 60.62 cm, yükseklik 25.77 cm ve yükselti 1953 m şeklindedir. Küçükhacettepe (2546 m) kuzey ve güneyindeki girlandlarda tanımlayıcı istatistikler ortalama uzunluk 581.75 cm, genişlik 50 cm, yükseklik 16.30 cm ve yükselti 2268 m olarak belirlenmiştir. Büyükhacettepe (2587 m) ve Kavşakbaşı (2030 m) güneyinde bulunan girlandların tanımlayıcı istatistikleri ise ortalama uzunluk 721 cm, genişlik 59.50, yükseklik 25.10 cm ve yükselti 2169 m olarak tespit edilmiştir (Şekil 3).

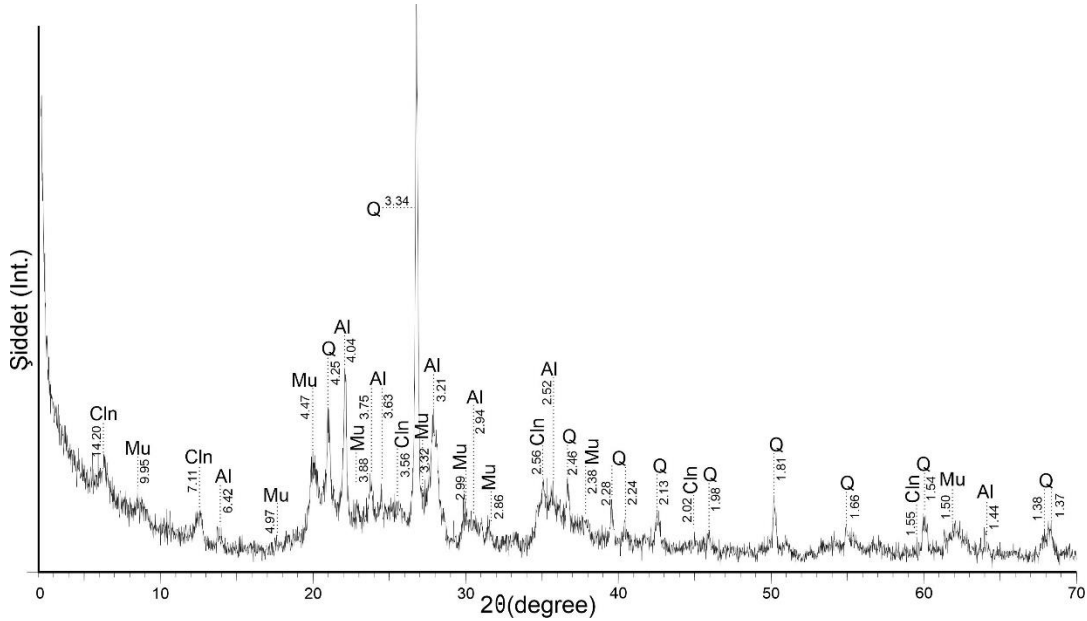


Şekil 3. Akbaba Dağı (a) ile Ilgaz Dağları (b) girlandlarının genel görünüşleri

Akbaba Dağı İle Ilgaz Dağları'ndaki Girlandlardan Alınan Toprak Örneklerinin Primer Mineral Özellikleri

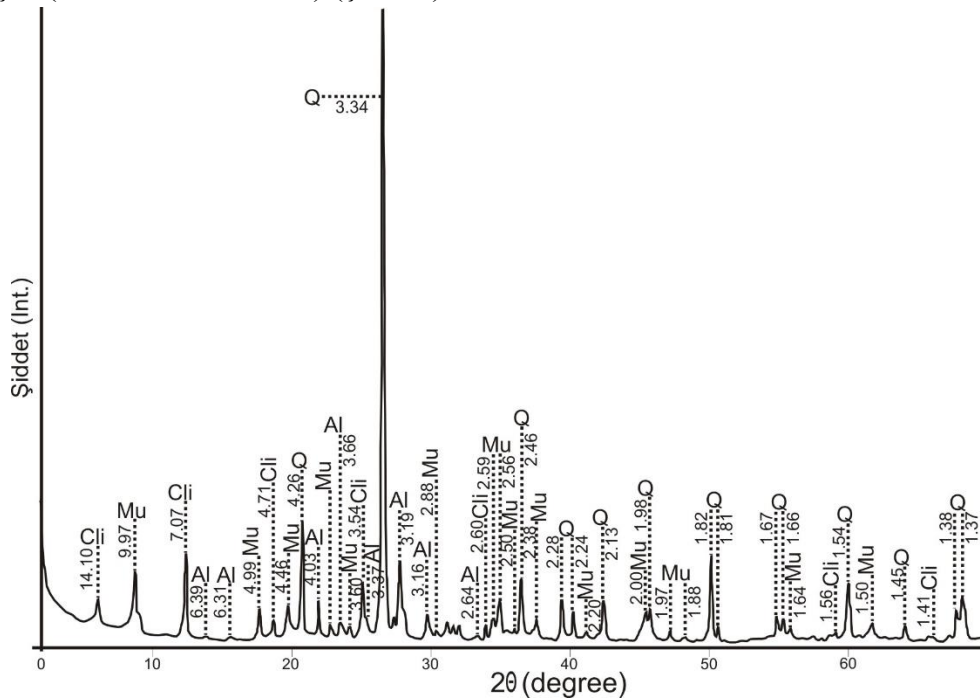
Farklı ekolojik koşullar altında topraklar, oluşum ve gelişim süreçlerine bağlı karakter kazanmaktadır. Özellikle lokal alanlarda mikro yer şekilleri ve ana materyal etkisinde kalmakta ve oldukça farklılıklar gösterebilmektedir. Bu farklılaşmalar, kayaçların biofiziko-kimyasal ayrışma ve minerallerin parçalanma sonucu jeokimyasal değişimlere neden olabilmektedir (Dede ve ark., 2023). Özellikle, benzer yer şekilleri olsa dahi, toprak oluşumunda kayaçların veya ana materyalin mineralojik özelliklerindeki farklılık, toprakların farklı karakter kazanmalarına neden olabilmektedir. Bu çalışmada, Akbaba Dağı ile Ilgaz Dağları'ndaki girlandlardan alınan toprak örneklerinin primer ve sekonder mineral tanımlamalarına göre aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Akbaba Dağı girland toprak örneğinde primer mineral olarak albit (6.42, 4.04, 3.75, 3.63, 3.21, 2.94, 2.52, 1.44 Å), muskovit (9.95, 4.97, 4.47, 3.88, 3.32, 2.99, 2.86, 2.38, 1.50 Å), kuvars (4.25, 3.34, 2.46, 2.28, 2.24, 2.13, 1.98, 1.81,

1.66, 1.54, 1.38, 1.37 Å) ve klinoklor (14.20, 7.11, 3.56, 2.56, 2.02, 1.55 Å) mineralleri tespit edilmiştir. Bolluk sırasına göre sıralaması ise, kuvars minerali başat durumda iken bu minerali sırasıyla albit, muskovit ve klinoklor minerali takip etmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Akbaba Dağı girland toprak örneğinin primer minerallerine ait X-ışın kırınımları (Q: Kuvars, Al: Albit, Mu: Muskovit, Cln: Klinoklor)

Ilgaz Dağları'nda oluşan girlandlardan alınan toprak örneğinde ise birincil mineraller olarak kuvars, muskovit ve albit mineralleri belirlenmiş ve bunların bolluk sırasına göre ise kuvars (4.26, 3.34, 2.46, 2.28, 2.24, 2.13, 1.98, 1.82, 1.81, 1.67, 1.66, 1.54, 1.45, 1.38 ve 1.37 Å), muskovit (9.97, 4.99, 4.46, 3.60, 2.88, 2.59, 2.56, 2.50, 2.38, 2.20, 2.00, 1.97, 1.88, 1.64 ve 1.50 Å), albit (6.39, 6.31, 4.03, 3.66, 3.37, 3.19, 3.16 ve 2.64 Å) ve klinoklor olarak (14.10, 7.07, 4.71, 3.54, 2.60 ve 1.41 Å) tespit edilmiştir (Dede ve ark., 2024a) (Şekil 5).

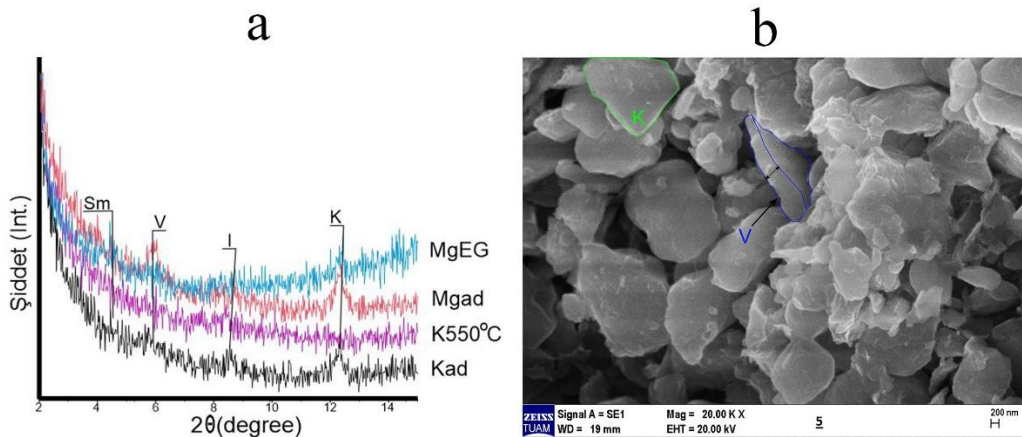


Şekil 5. Ilgaz Dağları girland toprak örneğinin primer minerallerine ait X-ışını kırınımları kırınımları (Q: Kuvars, Mu: Muskovit, Al: Albit, Cli: Klinoklor) (Dede ve ark., 2024a)

Akbaba Dağı İle Ilgaz Dağları'ndaki Girlandlardan Alınan Toprak Örneklerinin Sekonder (Kil) Mineral Özellikleri

Toprakların jeo-bio-fiziko-kimyasal karakter kazandırmadaki önemi bakımından kil mineralleri, özellikle bilim insanlarının uzun süreçlerden beri dikkatlerini çekmişlerdir (Dixon ve Weed, 1989; Çelik ve Akça, 2017). Primer minerallerin parçalanıp ayrışması sonucu ortaya çıkan farklı elementler bitkiler tarafından besin elementi olarak alındıkları ve katyon değişimi olayları sonucu toprakta kimyasal süreçlere katkıda buldukları gibi, yeni minerallerin oluşmasında da rol alırlar (Grim, 1968; Dengiz, 2010). Bu nedenle, özellikle toprak kil minerallerinin karakterize edilmeleri, toprakların biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerinin uzun süreçlerde en etkili faktör olmaları nedeniyle büyük önem taşımaktadır (Grim, 1968; Dengiz, 2010). Kil minerallerinin çeşitliliği, su tutma kapasitesi, agregat oluşumu, özgül yüzey alanı ve plastiklik, katyon değiştirme gibi özellikler yönünden birbirlerinden çok büyük farklılıklar göstermeleri nedeniyle, farklı toprak çeşitlerinin oluşmasına neden olabilmektedir (Grim, 1968; Tunçay ve ark., 2019). Bu nedenle, topraktaki kil minerallerinin tipleri ve oransal dağılımları oldukça önemlidir.

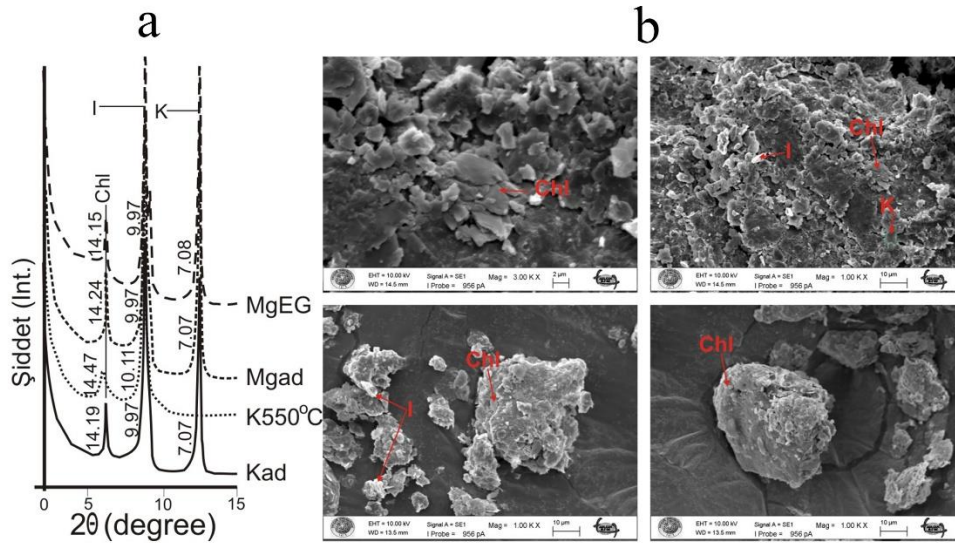
Akbaba Dağı girland toprak örneğinde sekonder kil mineralleri olarak vermiküllit, smektit, illit ve kaolinit kil mineralleri tespit edilmiştir. Kil mineral tayini yapılan örnekteki tüm uygulamalarında 9.24-10.44 Å aralığında görülen zayıf kristalize doruklar illite aittir. Mgad, MgEG ve Kad ile doyurulan örnekler 7.06-7.21 Å aralığında görülen doruklar 550 °C'de (K550 °C) ısıtılınca kaybolmuştur. Bu durum söz konusu dorukların kristalize olmuş kaolinite ait olduğunu göstermiştir. Magnezyum ile doyurulan (Mgad) uygulamalarda sırası ile 14.19, 14.38, 14.24, 16.91 ve 14.15 Å zayıf kristalize olmuş ve plato şeklinde görülen doruklar MgEG (Mg Etilen Glikol) uygulamasında 18.39, 18.01, 20.34, 19.19, 18.54Å'a açılmıştır. Potasyum ile doyumada (Kad) bu pikler 12.61, 12.26, 12.33, 13.26 ve 12.16Å'a kapanmıştır. Potasyumla doyurulan ve ısıtılan (K550 °C) uygulama da ise 14.17, 14.20, 14.52, 14.24 ve 14.01Å'da gözlenmiştir. Dolayısı ile doruklar smektit mineralinin varlığına işaret etmiştir. Magnezyum ile doyumalarda doruklar plato şeklindedir ve kristalize olmamıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Akbaba Dağı girland toprak örneği (a) primer minerallere ait X-Işın kırınımları (I: İllit, K: Kaolinit, Sm: Smektit, I/V: İllit-Vermiküllit ara tabakalı) ve (b) aynı örneğe ait SEM mikrofotografı

Ilgaz Dağları girland toprak örneğindeki 14.19Å (Kad), 14.47Å (K550 oC), 14.24Å (Mgad) ve 14.15Å (MgEG) uygulamalarında görülen mineral klorittir (Dede ve ark., 2024a). Klorit minerali tüm doyum ve çözümlenmelerden etkilenmez (Çelik Karakaya, 2006), yaklaşık 14Å piki (001) ve 7Å (002)'daki piki tanınmasında önemlidir (Soil Survey Staff, 2008). Klorit primer minerallerin ayrışma ürünleri olarak gelişir ve diyajenezin ileri safhalarında özellikle metamorfizmaya eriştiği durumlarda diğer kil minerallerini etkiler (Selley, 1978). Kloritler çoğunlukla demir ve magnezyumca zengin

plütonik kayaların yeşil fasiyesinde metamorfizması ile oluşan mineraldir. Tüm uygulamalarda 9.90-10.21Å (001) illite aittir. Genişleme göstermeyen 10Å'daki kil mineralleri için kullanılan bir terim olan illitin (Gaudette ve ark., 1966) bir tarafında muskovit ve diğer tarafında pirofillit gözlenir (Çelik Karakaya, 2006). Muskovitten daha fazla Si, Mg, ve H₂O ve daha az tetrahedral Al ve tabaka arasında daha az K içerir (Çelik Karakaya, 2006; Hower ve Mowatt, 1966). Mg, MgEG ve K ile doyurulan örneklerde 7.04-7.12 Å (001) aralığında görülen doruklar 550 °C'de ısıtılınca kaybolmuştur. Bu durum söz konusu dorukların kaolinit mineraline ait olduğunu göstermektedir. Isıtıldıklarında dehidratasyon nedeni ile hidroksiller tümüyle kaybediliyor ise yapı bozulur bu durum kaolinitler için tipiktir (Çelik Karakaya, 2006; Wilson, 1987). Ilgaz Dağları girland örneğinde sırası ile illit (çok büyük şiddet), kaolinit (büyük şiddet) ve klorit (orta şiddet) oluşmuştur. Metamorfizma ve toprak oluş süreçlerinden etkilenme örneklerde sıralamayı değiştirirse de kil mineral tiplerini değiştirmemiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Ilgaz Dağları girland toprak örneği (a) primer minerallere ait X-Işın kırınımları (I: Illit, K: Kaolinit, Chl: Klorit) ve (b) aynı örneğe ait SEM mikrofotografı (Dede ve ark., 2024a)

SONUÇ

Akbaba Dağı ve Ilgaz Dağları'ndaki girlandlardan alınan toprak örneklerine primer ve sekonder (kil) mineral tanımlamaları yapılmıştır. Her iki dağda oluşan girlandlardan alınan toprak örnekleri mineralojik (primer ve sekonder) yönden incelendiklerinde, Akbaba Dağı girland toprak örneğinde birincil mineral olarak albit, muskovit kuvars ve klinoklor mineralleri tespit edilmiştir. Klinoklor bir klorit mineralidir. Okyanusal kabuk, yitim zonlarında artan basınç ve sıcaklıkla birlikte metamorfize olmaya başlar. Amfibol (Mg₆(OH)₈Si₄O₁₀) gibi sulu minerallerin daha kararlı ve susuz olan klorit gibi minerallere dönüşümü sonrası bu mineraller mantonun üst kısmında kalırlar. Sonuç olarak ana magmanın fraksiyonel kristalizasyonu ve kısmen oluştuğu yerde erimesi ile oluşum gösterir. Ilgaz Dağları'nda ise bolluk sırasına göre mineraller kuvars, muskovit, albit ve klinoklor olarak tespit edilmiştir. Akbaba Dağı girland örneğinde vermiküllit, smektit, illit ve kaolinit kil mineralleri ve Ilgaz Dağları girlandındaki uygulamalarında görülen mineral ise klorittir. Albit alkali bir feldspattır. Akbaba Dağı kil mineralleri çözümlenmelerinde belirlenen illit ve kaolinit, feldspat mineralinin kimyasal ayrışma sonrası oluşumuna etken olmuştur. Ilgaz Dağları'nda jeolojik yapıya bakıldığında tabanda metadiyabaz, şist ve fillit ile başlayan seri yüzeyde kireçtaşı, kumtaşı ve marn ile devam etmektedir. Ilgaz Dağları'nda belirlenen klorit minerali derin tortul havzalarda gömülü veya yakınsak bir levha sınırında bölgesel metamorfizmaya maruz kalan ve kilce zengin tortul kayalarda oluşum gösterir.

Sonuç olarak bu çalışma, farklı ekolojik bölgelerde yer alan dağlar üzerinde oluşmuş periglasyal yer şekillerden birisi olan girlandlara ait toprakların, mineralojik yönden incelenmesi sonrası, özellikle lokal alanlarda yer şekli benzer özellik gösterse dahi, farklı ana materyal veya kayaç çeşitliliğinin farklı toprakların oluşmasında önemli rol alabileceğini göstermiştir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, çalışmayı 2019-001 ve 2021-007 numaralı projeler ile destekleyen Ardahan Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne ve arazi çalışmalarındaki yardımlarından dolayı Soner Serin'e içtenlikle teşekkür eder.

Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Aktimur, H.T., Tekirli, M.E., Yurdakul, M.E., Ürgün, B.M. & Ercan, T. (1992). *1/ 100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Ardahan F-50 (C-36) Paftası*. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, No: 39.
- Allaby, M. (2013). *A Dictionary of Geology and Earth Sciences*. Oxford University Press. p. 429. ISBN: 978-0-19-107895-8.
- Altın, T. (2003). Orta Toroslarda (Aladağlar ve Bolkar Dağları) görülen periglasyal şekiller. *Sırrı Erinç Sempozyumu, Bildiri Özleri*, 206-210.
- Altın, T. (2006). Aladağlar ve Bolkar Dağları üzerinde görülen periglasyal jeomorfolojik şekiller. *Türk Coğrafya Dergisi*, 46, 105-122. <https://doi.org/10.17211/tcd.23448>.
- Bilgin, T. (1960). Kaz Dağı ve üzerindeki periglasyal şekiller hakkında. *Türk Coğrafya Dergisi*, 20, 114-123.
- Bilgin, T. (1969). *Gâvur Dağı Kütlelerinde Glasyal ve Periglasyal Topoğrafya Şekilleri*. İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1494.
- Bilgin, T. (1972). *Munzur Dağları Doğu Kısmının Glasyal ve Periglasyal Morfolojisi*. İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1757.
- Biricik, A.S. (2010). Nurhak Dağları'nda glasyal ve periglasyal rölyef. *Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu (Prof. Dr. Oğuz Erol Anısına) Bildiriler Kitabı*, 220-242.
- Cheng, Z. & Zhijiu, C. (1992). The distribution and evolution of periglacial landforms in the source region of Urumqi River on the Tianshan Mountain. *Acta Geographica Sinica*, 47(6), 526-535. <https://doi.org/10.11821/xb199206006>.
- Çakır, Ç. & Kopar, İ. (2017). Palandöken Dağları'nda tufurlar ve doğal ortam özelliklerinin tufurların oluşumu üzerindeki etkisi. *Uluslararası Jeomorfoloji Sempozyumu, Bildiriler Kitabı*, 103-110.
- Çelik Karakaya, M. (2006). *Kil Minerallerinin Özellikleri ve Tanımlama Yöntemleri*. Bizim Büro Basımevi, Ankara, 436.
- Çelik, A. & Akça, E. (2017). Adıyaman'da eğimli akarsu seki topraklarının sürdürülebilir kullanımı için öneriler. *Yüzyüncü Yıl Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(1), 139-150. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.305112>.
- Dede, V. (2023). *Cin Dağı'nın Periglasyal Jeomorfolojisi (Küçük Kafkaslar-Türkiye)*. 1. Baskı, 104 s., Kriter Yayınevi, No: 45353. ISBN: 978-625-6894-41-9.

- Dede, V., Çiçek, İ. & Uncu, L. (2015). Karçal Dağları'nda kaya buzulu oluşumları. *Hacettepe Üniversitesi, Yer Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, Yer Bilimleri Dergisi*, 36(2), s. 61-80. <https://doi.org/10.17824/yrb.90910>.
- Dede, V., Demirağ Turan, İ., Dengiz, O., Serin, S. & Pacci, S. (2022a). Effects of periglacial landforms on soil erosion sensitivity factors and predicted by artificial intelligence approach in Mount Cin, NE Turkey. *Eurasian Soil Science*, 55(12), 1857-1870. <https://doi.org/10.1134/S106422932260138X>.
- Dede, V., Dengiz, O., Demirağ Turan, İ. & Şenol, H. (2023). Periglasyal şekillerden taş kümelerinde oluşan toprakların mineralojik özellikleri pilot çalışma; Çadır ve Göze Dağları (KD Anadolu). 5. *Uluslararası Antalya Bilimsel Araştırmalar ve Yenilikçi Çalışmalar Kongresi, Bildiri Özleri Kitabı*, s. 423-432.
- Dede, V., Dengiz, O., Demirağ Turan, İ., Türkeş, M., Gökçe, C. & Serin, S. (2020). Ilgaz Dağları periglasyal şekillerinde oluşmuş toprakların fiziko-kimyasal özellikleri ile bazı erozyon duyarlılık parametreleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 18, 99-123. <https://doi.org/10.33688/aucbd.689755>.
- Dede, V., Dengiz, O., Demirağ Turan, İ., Türkeş, M., Şenol, H. & Serin, S. (2024a). Development of periglacial landforms and soil formation in the Ilgaz Mountains and effect of climate (Western Black Sea Region-Türkiye). *Journal of Geographical Sciences*, 34(3), 543-570. <https://doi.org/10.1007/s11442-024-2217-z>.
- Dede, V., Dengiz, O., Demirağ Turan, İ. & Şenol, H. (2024b). Periglacial landforms on Mount Çadır and their effects on soil formation, NE Türkiye. *Mediterranean Geoscience Reviews*. <https://doi.org/10.1007/s42990-024-00133-7>.
- Dede, V., Dengiz, O., Demirağ Turan, İ., Zorlu, K., Pacci, S. & Serin, S. (2022b). Ilgaz Dağı periglasyal şekilleri üzerinde oluşmuş toprakların erozyon duyarlılıklarının belirlenmesi ve Yapay Sinir Ağları (YSA) ile tahmin edilmesi. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*, 47, 258-279. <https://doi.org/10.32003/igge.1097942>.
- 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>.
- Demirağ Turan, İ., Dengiz, O., Dede, V. & Şenol, H. (2023). Çadır ile Göze Dağları (KD Anadolu) üzerinde yer alan periglasyal şekillerden çemberlerde oluşan toprakların mineralojik değerlendirilmesi. *Başkent 4. Uluslararası Multidisipliner Bilimsel Çalışmalar Kongresi, Bildiri Özleri Kitabı*, s. 75-82.
- Dengiz, O. (2010). Morphology physico-chemical properties and classification of soils on terraces of the Tigris River in the Southeast Anatolia Region of Turkey. *Journal of Agricultural Sciences*, 16(3), 205-212. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000001139.
- Dixon, J.B. & Weed, S.B. (1989). *Minerals in Soil Environments*. 2nd Edition, Soil Science Society of America, Madison.
- Egli, M., Mirabella, A., Sartori, G. & Fitze, P. (2003). Weathering rates as a function of climate: results from a climosequence of the Val Genova (Trentino, Italian Alps). *Geoderma*, 111 (1-2), 99-121. [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(02\)00256-2](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(02)00256-2).
- Erinç, S. (1955). Glasyal ve periglasyal jeomorfoloji bakımından Honaz ve Bozdağ. *Türk Coğrafya Dergisi*, 13-14, 24-44.

- Erinç, S. (1957). Uludağ'ın periglasyali hakkında. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 8, 91-94.
- Erinç, S., Bilgin, T. & Bener, M. (1961). Ilgaz üzerinde periglasyal şekiller. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 12, 90-99.
- Gachev, E. (2021). Periglacial landforms and the geological controlling factors: examples from the highest mountains of the Balkan Peninsula. *Journal of the Bulgarian Geographical Society*, 44, 39-47. <https://doi.org/10.3897/jbgs.e68982>.
- Gaudette, H.E., Eades, J.L. & Grim, R.E. (1966). The nature of illite. *Clays Clay Min.*, 13, 33-48.
- Grim, R.E. (1968). *Clay Mineralogy*. 2nd Edition, McGraw-Hill, New York, 596 p.
- Gutiérrez, F. & Gutiérrez, M. (2016). Periglacial Landforms. In: Landforms of the Earth. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-26947-4_12.
- Hower, J. & Mowatt, T.C. (1966). The mineralogy of illite and mixed-layer illite/montmorillonite. *American Mineralogy*, 51, 825-854.
- Jackson, M.L. (1979). *Soil Chemical Analysis Advanced Course*. 2nd edition. Published by the Madison, WI.
- 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>.
- Lozinski, W. (1909). Über die mechanische Verwitterung der Sandstein im gemässigen Klima. *Bulletin international de l'académie des sciences et des lettres de Cracovie, classe des sciences mathématiques et naturelles*, 1, 1-25.
- Merritts, D.J. & Rahnis, M.A. (2022). Pleistocene periglacial processes and landforms, Mid-Atlantic Region, Eastern United States. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 50(1), 541-592. <https://doi.org/10.1146/annurev-earth-032320-102849>.
- Millar, C.I. & Westfall, R.D. (2008). Rock glaciers and related periglacial landforms in the Sierra Nevada, CA, USA; inventory, distribution and climatic relationships. *Quaternary International*, 188(1), 90-104. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2007.06.004>.
- Öztürk, M.Z. & Taşoğlu, E. (2024) Alpine periglacial zones in Anatolia: spatial distribution and main characteristics. *Mediterranean Geoscience Reviews*, 6(1). <https://doi.org/10.1007/s42990-024-00115-9>.
- Öztürk, M.Z. (2012). *Uludağ'daki Periglasyal Süreçlerin, Periglasyal Yerçekillerinin ve Bunları Denetleyen Etmenlerin İncelenmesi*. Nilüfer Akkılıç Kütüphanesi Yayınları, No: 10.
- Planhol, X. & 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.
- Sayhan, H. (1999). Erciyes'in doğusunda aktüel morfolodiniğe bağlı olarak gelişen tufurların genetik ve morfometrik analizi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 34, 141-165.
- Selley, R.O. (1978). *An Introduction to Sedimentology*. Academic Press, London, 408 pp.
- Serin, S., Uncu, L., Dede, V. & Türkeş, M. (2024). Evaluation of periglacial landforms and formation of soil properties on the Mount Honaz, SW Türkiye. *Journal of Mountain Science*, 21(9), 3047-3067. <https://doi.org/10.1007/s11629-024-8617-9>.

- Soil Survey Staff. (2008). *Soil Survey Laboratory Methods*. Version 4.0. Soil Survey Investigations Report No:42. US Government Printing Office, Washington, DC.
- Tunçay, T., Dengiz, O., Bayramin, İ., Kılıç, Ş. & Başkan, O. (2019). Chemical weathering indices applied to soils developed on old lake sediments in a semi-arid region of Turkey. *Eurasian Journal of Soil Science*, 8(1), 60-72. <https://doi.org/10.18393/ejss.499122>.
- Turoğlu, H. (2022). Kalkanlı Dağları'nda kar yaması erozyonu ile oluşan nivasyon oyukları. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, 8, 61-77. <https://doi.org/10.46453/jader.1084239>.
- Türkeş, M. & Öztürk, M. Z. (2008). Uludağ'ın periglasyal jeomorfolojisi. *Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu (Prof. Dr. Mehmet Ardos Anısına) Bildiriler Kitabı*, 387-395.
- Türkeş, M. & Öztürk, M. Z. (2011). Uludağ'da girland ve çember oluşumları. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 9, 2, 239-257. https://doi.org/10.1501/Cogbil_0000000127.
- Türkeş, M., Dede, V., Dengiz, O., Şenol, H. & Serin, S. (2023). Periglacial landforms and soil formation on summit of the Mount Ida (Kaz Dağı), Biga Peninsula-Turkey. *Physical Geography*, 44, 5, 531-580. <https://doi.org/10.1080/02723646.2022.2091312>.
- Uğuz, M.F. & Sevin, M. (2011). *1/ 100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Kastamonu F-31 Paftası*. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, No: 145.
- Van Everdingen, R.O. (2005). *International permafrost association multi-language glossary of permafrost and related ground-iceterms*. Revised version of the 1998 version. International Permafrost Association, Terminology Working Group. Compiled Edited by, 1N4.
- Wilson, M.J. (1987). *A Handbook of Determinative Methods in Clay Mineralogy*. Blackie, London, 209 pp.
- Winkler, S., Donner, A. & Suntrup, A.T. (2021). Periglacial landforms in Jotunheimen, Central Southern Norway, and Their altitudinal distribution. In: *Beylich, A.A. (eds) Landscapes and Landforms of Norway*. World Geomorphological Landscapes. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52563-7_8.