

## Yarı Kurak Ekolojik Şartlarda Farklı Ana Materyal Üzerinde Oluşan Genç Toprakların Ayrışma Oranları ve Pedolojik Gelişimleri

Oğuzhan TOPCU, Orhan DENGİZ\*

Öndokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun, TÜRKİYE

Geliş Tarihi/Received: 21.09.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 27.11.2021

ORCID ID (Yazar sırasına göre / by author order)

[orcid.org/0000-0002-5966-3250](https://orcid.org/0000-0002-5966-3250) [orcid.org/0000-0002-0458-6016](https://orcid.org/0000-0002-0458-6016)

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: odengiz@omu.edu.tr

**Öz:** Bu çalışmada, aynı iklim koşulları altında, farklı jeolojik ana materyal üzerinde oluşmuş genç toprakların ayrışma oranlarının belirlenmesi ve ana materyalin toprak oluşumu üzerine olan etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında, Türkiye'nin Ege Bölgesi'nde yer alan Afyonkarahisar ilinin Sandıklı ilçesi civarında dağılım gösteren magmatik, metamorfik ve sedimanter ana materyal üzerinde oluşmuş üç adet genç toprağa ait jeo-kimyasal, fiziko-kimyasal, primer ve sekonder mineralojik özellikler profil bazlı olarak tespit edilerek, ayrışma indisleri hesaplanmıştır. Çalışma sonunda, farklı ana materyallerin aynı iklim koşullarında toprak genesisi üzerine olan etkisi ortaya konulmuş, ayrışma indisleri (kimyasal alterasyon indeksi, kimyasal ayrışma indeksi ve Baz/R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oranı)'yle toprak genesisi sayısal olarak ifade edilmiştir. Bu şekilde, toprak oluşumunun ölçüm derecesi olarak değerlendirilen mineralojik, fiziko-kimyasal ve jeo-kimyasal özellikler parametrik olarak ilişkilendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; yüzey altı tanı horizonları saptanmamış olmaları nedeniyle, incelenen topraklar pedolojik gelişimlerini tamamlamadıklarından Entisol olarak sınıflandırılmıştır. Toprakların ayrışma oranları yönünden karşılaştırıldığında, farklı ana materyaller üzerinde yer alan her üç toprakta oluşumlarının başlangıç aşamasında olup, topraklar fiziko-kimyasal, jeo-kimyasal ve mineralojik özellikleri yönünden halen ana materyallerinin etkisi altında oldukları belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Genç topraklar, ayrışma oranları, kil mineralojisi, yarı kurak koşullar, pedoloji

## Pedological Development and Weathering Rates of Young Soils Formed on Different Parent Materials under Semi-Arid Ecological Condition

**Abstract:** In this study, it is aimed to determine the weathering rates of young soils formed under the same climatic conditions on different geological parent material and to examine the effects of the parent material on soil formation. Within the scope of the study, geo-chemical, physico-chemical, primary, and secondary mineralogical properties of three young soils, formed on magmatic, metamorphic, and sedimentary parent material, distributed around the Sandıklı district of Afyonkarahisar province in the Aegean Region of Turkey, were determined on profile-base and the dissociation indices were calculated. At the end of the study, the effect of different parent materials on soil genesis under the same climatic conditions was revealed, and weathering indices namely the Chemical Index of Alteration (CIA), Chemical Index of Weathering (CIW), and Base/R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ratio were calculated. In this way, mineralogical, physico-chemical and geo-chemical properties, which are considered as the measurement degree of soil formation, are correlated parametrically. According to the results obtained; since sub-surface diagnostic horizons were not detected, the investigated soils were classified as Entisol since they did not complete their pedological development. When compared to the decomposition rates of soils, all three soils located on different parent materials are at the initial stage of their formation and it has been determined that soils are still under the influence of their parent materials in terms of their physico-chemical, geo-chemical and mineralogical properties.

**Keywords:** Young soil, weathering rates, clay mineralogy, semi-arid conditions, pedology

## 1. Giriş

Herhangi bir bölge içerisinde meydana gelen toprak oluşumu, o bölgedeki iklim ve canlıların farklı topoğrafik şartlar ve belirli bir zaman içerisinde ana materyal üzerinde yapmış olduğu etkidir (Dengiz ve Başkan, 2010). Hatta, söz konusu toprakların profil içerisinde meydana gelen ayrışma, taşınma, yıkanma, yer değiştirme ve birikme gibi olaylar ile birlikte toprak yapan faktörler, o ekolojik koşullar altında oluşan biyolojik, fiziksel ve kimyasal tepkimeler ile topraklara kendilerine özgün karakterler kazandırır (Usul ve Dengiz, 2010).

Toprak, yeryüzünü ince bir tabaka halinde saran, kayaçların ve minerallerin parçalanması ve ayrışması ile oluşan ayrışma ürünleri ve bir takım organik madde bulunduran kısımdır. Jeny (1941), toprakların, toprak oluşumunda rol oynayan beş farklı çevresel unsurlarının (ana materyal, topoğrafya, iklim, canlılar ve zaman) farklı katkı oranlarında meydana geldiklerini belirtmiştir. Dolayısıyla, yeryüzü üzerinde topraklar, toprak oluşturan çevresel unsurlar ve toprak oluşum süreçleri doğrultusunda zamana bağlı birbirinden farklı özellikler kazanırlar ve değişim gösterirler (Aydemir ve ark., 2001; Tunçay ve Dengiz, 2020). Bu değişimler içerisinde elementlerin jeo-kimyasal ve mineral parçalanma varyasyonları, bitki, su ve toprak sistemlerindeki döngülerine benzer konuları içerisinde barındırır. Toprakların ayrışma oranları, toprakların karakteristiklerindeki farklılıklar ve çevre şartlarındaki değişimler nedeniyle çok değişkenlik gösterir. Bu nedenle, toprağın oluşumu için geçen süreç ve çevresel şartlar, toprağın özelliğini etkiler ve toprakların ayrışma oranlarını belirler. Bu etkiler, süreç içerisinde kimyasal, mineralojik ve fiziksel özelliklerinin değişimine veya pedolojik gelişiminin yansımaları olan horizonların farklılaşmasına neden olurlar. Toprak oluşumunun erken safhalarında, toprakların kimyasal yapılarını ana materyal belirlerken, olgun toprakların kimyasal özellikleri ayrışma ortamının etkileri belirler (Şenol ve ark., 2018). Zaman içerisinde topoğrafya, vejetasyon ve iklimin etkisiyle ortaya çıkan pedojenik süreçler ile toprak kütlesi, ana materyale göre farklılık gösterir (Mutlu, 2010). Bu farklılık, en başta elementlerin toprak profili içerisinde yeniden dağılımı ve horizonlaşmanın yanı sıra bu dağılıma bağlı olarak da toprak tiplerinin farklılaşmasına neden olur (Jenkins ve Jones, 1980). Fakat toprağın oluşumu için süreç aynı olsa dahi, diğer toprak oluşturan unsurların etkisi altında toprak morfolojisi ve fiziko-kimyasal özellikler değişiklik gösterebilir (Mutlu, 2010; Dengiz ve ark., 2013).

Topraklarda ayrışma oranlarının belirlenmesi, oluşum sürecinde toprakların gelişim proseslerinin

belirlenmesinde temel bir yaklaşımdır (Schoetzl ve ark., 1994; Özyaytekin ve Karakaplan, 2012; Sarıcaoğlu ve ark., 2021). Topraklarda ayrışmanın belirlenmesinde en çok kullanılan metodlardan birisi ayrışma indisleridir. Ayrışma indisleri genel anlamda ana elementlerin oksitlerinin molekül niceliklerinin kullanıldığı farklı yöntemler ile belirlenir. Toprak minerallerinin yüzeyinde oluşan kimyasal ayrışma işlemleri dinamik ve jeo-kimyasal bir süreçtir. Bu nedenle parçalanma hızı, uzun bir dönem boyunca bitki besin elementi alımını ve toprağın verimliliğinin belirlenmesi için çok önemlidir (Duan ve ark., 2002; Özyaytekin ve Dedeoğlu, 2021). Bu yöntemlerden birisi de elementel yer değiştirmelerde bazik katyon konsantrasyon değişimidir. Özellikle topraktan bazik katyonlar, bitkilerce alımını, yıkanma ve toprağın minerallerinin ayrışmasındaki birincil sistemlerin etkileriyle oluşan yer değiştirmeler ile yönlendirilmektedir (Hodson ve ark., 1998).

Çalışma alanı olan Afyonkarahisar-Sandıklı bölgesinde metamorfik, sedimenter ve magmatik jeolojik birimlerin dar bir alanda bir arada bulunduğu ender yerlerden birisidir. Bu birimler bu alanda birbirlerinden net bir şekilde ayrılarak tanımlanabilirler. Bu şekilde Türkiye'nin bir başka bölgesinde belirtilen üç birimin yakın ölçekte bir arada bulunduğu alan yoktur. Dolayısıyla, belirtilen bölge kısa mesafede farklı jeolojik ana materyallere sahiptir. Bu çalışmada; toprak oluşum süreçlerinden iklim faktörünün hemen hemen aynı olduğu topraklarda, farklı jeolojik ana materyallerin benzer iklim, topoğrafya ve bitki örtüsü faktörleri altında farklı tür ana materyallerin mineralojik ve kimyasal özellikleri ile ve ayrışma indisleri vasıtasıyla sayısal olarak ortaya konulması amaçlanmıştır.

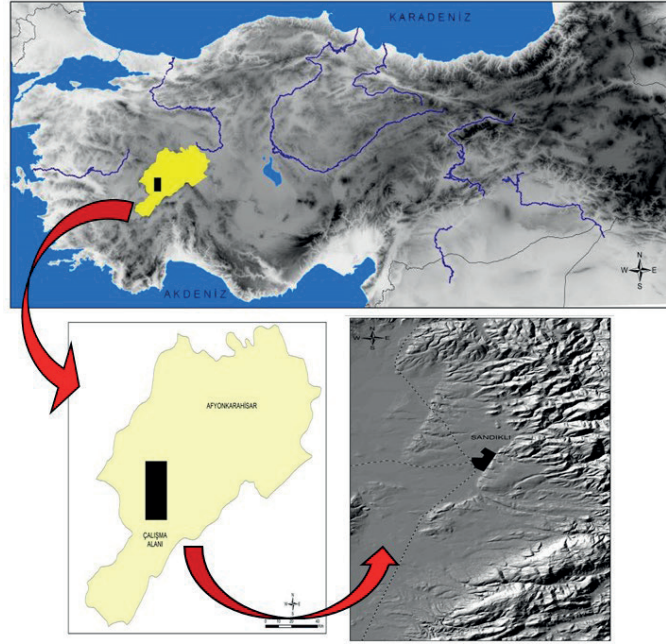
## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Araştırma alanı tanımı ve bazı coğrafik özellikleri

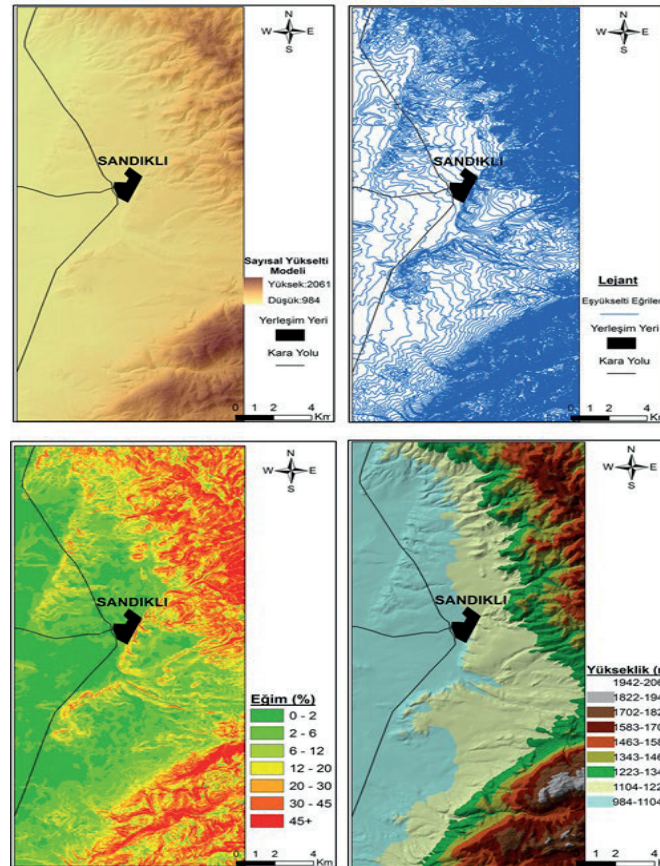
Araştırmada çalışma alanı; Afyon il sınırları içerisindeki Sandıklı İlçesi ve çevresini içeren yaklaşık 750 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kaplamakta olup, 1:25.000 ölçekli topoğrafik paftalar olan K24-d3, K24-c4, L24-a2, L24-b1, L24-a3 ve L24-b4 içerisinde girmektedir (Şekil 1).

Sandıklı ilçesi ve civarında yer alan alanlar 1000-1200 m yüksekliğe sahip iken doğu, kuzeydoğu ve güneydoğu yönlerinde bu yükseltiler daha da artmaktadır. Yükselti artışına bağlı olarak topoğrafik özelliklerde değişmekte ve eğim artış göstermektedir. Sandıklı ilçesi ve yakın çevresine ait arazilerin temel coğrafi özelliklerinin ortaya konulması amacıyla alanın sayısal eş yükselti ve DEM haritası üretilerek eğim ve yükseklik haritaları elde edilmiştir Çalışma alanı deniz

seviyesinden yaklaşık 964 m ile 1065 m arasında doğru eğim giderek artış göstererek dikleşmektedir yer almakta olup, kuzeydoğu ve güneydoğuya (Şekil 2).

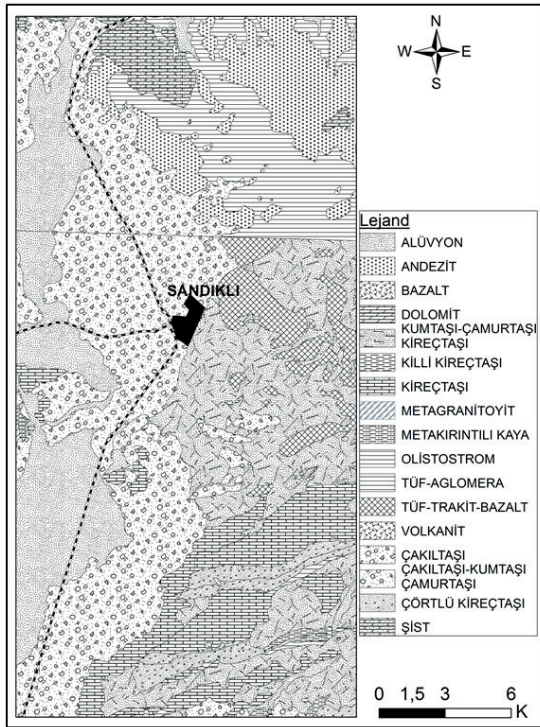


Şekil 1. Çalışma alanı lokasyon haritası  
Figure 1. Location map of the study area



Şekil 2. Çalışma alanına ait sayısal yükselti modeli, eş yükselti, eğim ve yükseklik haritaları  
Figure 2. Digital elevation model, contour, slope and elevation maps of the study area

Alanın temelinde Paleozoyik yaşlı çeşitli şist ve metakuvarsitlerden meydana gelen metamorfik kayalar bulunur. Temelde yer alan bu metamorfik kayaların üzerinde, Mesozoyik dönemde çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı gibi kırıntılı ve dolomitik kireçtaşı, kireçtaşı gibi kimyasal sedimenter kayalar uyumsuz olarak yer alırlar. Altta bu iki ana kayaç gruplarının üzerinde ise; Neojen döneminde bölgede aktif olan bir volkanizmaya bağlı olarak meydana gelen piroklastiklerden ve lavlardan oluşan volkanik kayalar bulunur. Bölgede en son olarak kötü çimentolanmış çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı gibi kırıntılı litolojilerden oluşan Pliyo-Kuvaterner yaşlı kayalar yer alırlar (Anonim, 2011) (Şekil 3).



Şekil 3. Çalışma alanı ve çevresinin jeolojik haritası  
Figure 3. Geological map of the study area and its surroundings

Çalışma alanına ait Afyonkarahisar (Şuhut) Meteoroloji İstasyonu uzun yıllar (1990-2020) iklim verilerine göre; yıllık ortalama sıcaklık 10.8 °C, toplam yıllık yağış ortalaması 362.40 mm, yıllık buharlaşma 663.08 mm'dir. Bölgeye en fazla yağış Aralık ayında (43.9 mm) ve en az yağış ise Eylül ayında (11.7 mm) düşmektedir. Çalışma alanında kışları soğuk, yazları sıcak ve uzun bir iç Anadolu step iklimi egemendir (Erinç, 1969). Ayrıca, Newhall Simülasyon Modeline göre (Van Wambeke, 2000), toprakların sıcaklık rejimi "Mesic", toprak nem rejimi ise "Xeric" altgrup düzeyinde ise "Dry Xeric" olarak belirlenmiştir.

## 2.2. Yöntem

Toprak örnekleri magmatik (tüf), sedimenter (çakıltaşı-kiltası) ve metamorfik (kuvarsit) kayaları üzerinde üç adet yerinde oluşmuş toprak profillerine ait horizon bazlı olarak yedi örneklem yapılmıştır.

*Mineralojik analizler ve ince kesit:* Toprak örneklerinde 2 mm elekten geçirilmiş kısımlar yaklaşık 38 µm (Anonymous, 1993) boyuta kadar agat/tungsten havanda öğütülmüş ve topraklardaki primer minerallerin oransal dağılımı X-ray difraktometre ile belirlenmiştir (Jackson, 1979). Aynı şekilde, kayaç örnekleri de çeneli kırıcıda küçük parçalara ayrılarak, öğütücüde yukarıda belirtilen boyutlara indirgenerek ham olarak toprak örneklerinde olduğu gibi X-ray difraktogramları çekilmiştir. Bu şekilde yapılan çekimlerde, primer mineraller belirlenmiştir ( $2\theta=2-70^\circ$  aralığında). Öğütülen örneklerde ayrıca kil mineral tip belirleme amacıyla bazı işlemlerden geçirilmiştir. İlk aşama yıkama işlemi olup; sırasıyla dekantasyon, kirecin uzaklaştırılması, santrifüjleme ve sedimantasyon işlemleridir. Elde edilen kil fraksiyonları, 1 N MgCl ve KCl ile ayrı ayrı doyurulmuş, yıkanmış ve preparatları hazırlanmıştır. Hazırlanan preparatlarda; potasyum (K) ile doyurulan kısımda normal kuru (hava kuru) ve K 550 °C'de, magnezyum (Mg) ile doyurulmuş kısımlarda ise normal kuru (hava kuru) ve Mg 16 saat 60 °C'de etilen glikol buharında desikatörde bekletme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen preparatlarda XRD cihazında ( $2\theta=2-70^\circ$  aralığında) çekimler gerçekleştirilmiştir. Kayaç örneklerinin ince kesitleri yapılarak, kayacı oluşturan mineraller ve kayaların dokuları mikroskop altına tanımlamaları ve ince kesit fotoğrafları çekilmiştir.

*Toprakların fiziksel ve kimyasal analizleri:* Bu amaçla 2 mm'lik ve 0.5 mm'lik elekten geçirilmiş toprak örnekleri kullanılmıştır. Tane büyüklük dağılımı hidrometre yöntemi ile (Bouyoucos, 1951); hacim ağırlığı (HA), 100 cm<sup>3</sup> lük metal silindire içine alınan bozulmamış örneklerin 105 °C'de kurularak silindir hacmine bölünmesi ile (Blake ve Hartge, 1986); toprakların rengi, kuru ve nemli haldeki renkleri Munsell renk skalası kullanılarak (Anonymous, 1993) belirlenmiştir. Topraklara ait toprak reaksiyonu (pH) ve elektriksel iletkenlik (EC), saturasyon çamurunda (Anonymous, 1996); kireç içerikleri, Scheibler kalsimetresi ile volumetrik metotla (Hızalan ve Ünal, 1966); organik madde (OM), modifiye edilmiş Walkley-Black yöntemine göre (Jackson, 1958); kation değişim kapasitesi (KDK) ve değişebilir kationlar [magnezyum (Mg<sup>++</sup>), kalsiyum (Ca<sup>++</sup>), sodyum (Na<sup>+</sup>) ve potasyum (K<sup>+</sup>)], 1 N NH<sub>4</sub>OAc (pH= 7.0) yöntemine göre (Anonymous, 1996) belirlenmiştir.

Toprakların ayrışma indisleri [CIA (Chemical Index of Alteration)-Kimyasal Alterasyon İndeksi; CIW (Chemical Index of Weathering)-Kimyasal Ayrışma İndeksi; Baz/R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oranı], Blakemore (1983) tarafından bildirilen esaslara göre belirlenmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Toprakların morfolojik ve fiziko-kimyasal özellikleri

Magmatik (tüf), sedimanter (çakıltaşı-kiltası) ve metamorfik (kuvarsit) kayalar üzerinde oluşmuş topraklara ait morfolojik ve fiziko-kimyasal özellikler Tablo 1 ve 2’de verilmiştir. Her üç toprak profili, pedolojik bir gelişime sahip yüzey altı tanı horizonu içermemeleri nedeniyle genç topraklar olarak nitelendirilmektedir. Toprak taksonomisi (Anonymous, 2014a) ve FAO (Anonymous, 2014b)’ya göre sırasıyla, Typic Xerorthent ve Leptosol topraklar olarak sınıflandırılmıştır. PI olarak gösterilen topraklar, çakıl taşı-kil taşı sedimentler ana materyal üzerinde oluşmuş, sığ derinliğe sahip topraklardır. Profilin bulunduğu eğim % 12- 20 arasında olup, etek arazi üzerinde yer almaktadır. Profil boyunca bünye, kil ağırlıklı

olarak belirlenmiştir. KDK değerleri ise 23.22-27.11 cmol kg<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. Toprak reaksiyonu hafif alkalın olup, pH değerleri 7.80 ile 8.00 arasında değişmektedir. Profil boyunca kireç, “orta kireçli” ve “kireçli” sınıfta yer almakta ve profildeki kireç içerikleri % 4.66 ile % 11.33 arasında değişmektedir. Organik madde içerikleri % 0.47-1.41 arasında değişmekte ve profilde derinlik arttıkça organik maddede azalma meydana gelmektedir. Bu durum toprakların renk içeriklerine de yansımakta olup; renk yüzeyde koyu kahverengi olan düşük value değerine sahip iken, alt horizonlara doğru açık sarımsı kahverengine dönüşmektedir. Ayrıca topraklarda tuzluluk problemi de yoktur (Tablo 1 ve 2).

Tüf ana materyali üzerinde oluşmuş ve PII olarak belirtilen topraklar, sığ derinliğe sahiptirler. Profilin bulunduğu eğim % 2-6 arasında olup, tepe düzlüğü üzerinde yer almaktadır. Profil boyunca bünye, sedimanter ana materyal üzerinde oluşmuş topraklarda olduğu gibi ağırlıklı olarak kil belirlenmiştir. Özellikle yüzey topraklarda kil ve organik madde miktarının yüksek olması nedeniyle orta, iri, granüler strüktür oluşmasına neden olmaktadır. Islak iken çok yapışkan, çok plastik,

**Tablo 1. Toprak sınıflama (Anonymous, 2014a) ve FAO (Anonymous, 2014b)’ya göre toprakların sınıfları ve morfolojik tanımlamaları**

Table 1. Classes and morphological descriptions of soils according to soil classification (Anonymous, 2014a) and FAO (Anonymous, 2014b)

Derinlik (cm)	Horizon	Tanımlama
PI- Sedimanter (Çakıltaşı-kiltası) - Typic Xerorthent - Eutric Leptosols		
0-14	A	Koyu kahverengi (10YR3/3, Kuru), koyu sarımsı kahverengi (10YR3/4, Nemli); kil; orta ve iri, kuvvetli granüler strüktür; çok yapışkan, çok plastik (ıslak), hafif sert (kuru); ince çok saçak kökler; orta köpürme; dalgalı, kesin sınır.
14-26	AC	Açık sarımsı kahverengi (10YR3/3, Kuru), koyu sarımsı kahverengi (10YR3/4, Nemli); kil; orta ve iri, kuvvetli granüler strüktür; çok çok yapışkan, plastik (ıslak), hafif sert (kuru); ince çok saçak kökler; orta köpürme; dalgalı, kesin sınır.
26-48	C	Açık sarımsı kahverengi (10YR6/4, Kuru), koyu sarımsı kahverengi (10YR4/4, Nemli); kil; orta ve iri, kuvvetli granüler strüktür; çok çok yapışkan, plastik (ıslak), hafif sert (kuru); kalın az saçak kökler; küçük, bol çakıl parçaları; şiddetli köpürme; dalgalı, kesin sınır.
48+	R	Altere olmuş çakıl taşları
PII- Mağmatik (Tüf) - Typic Xerorthent - Eutric Leptosols		
0-20	A	Koyu kahverengi gri (10YR3/2, Kuru), koyu sarımsı kahverengi (10YR3/4, Nemli); kil; orta, iri, granüler strüktür; çok yapışkan, çok plastik (ıslak), sert (kuru); çok ince saçak ve az, orta kökler; bol küçük çakıl tanecikleri; çok az köpürme; dalgalı, belirgin sınır.
20-60	C	Çok koyu grimsi kahverengi (10YR3/2, Kuru), çok koyu kahverengi (10YR3/4, Nemli); kil; masif; çok yapışkan, çok plastik (ıslak), sert (kuru); az, orta kökler; çok az köpürme; bol küçük ve orta çakıl tanecikleri dalgalı, belirgin sınır; koluviyal tüf karışımı
60+	R	Tüf ana materyal
PIII- Metamorfik (Kuvarsit) - Lithic Xerorthent - Lithic Leptosols		
0-19	A	Sarımsı kahverengi (10YR5/8, Kuru), koyu sarımsı kahverengi (10YR3/4, Nemli); kumlu kil tın; orta, orta, granüler strüktür; çok yapışkan, çok plastik (ıslak), sert (kuru); az, ince saçak kökler; orta köpürme; dalgalı, belirgin sınır.
19-45	C	Kırmızı (2.5YR4/6, Kuru), koyu kırmızımsı kahverengi (2.5YR3/4, Nemli); kil tın; masif strüktür; yapışkan, plastik (ıslak), hafif sert (kuru); az, ince saçak kökler; orta köpürme
45+	R	Kuvarsit

**Tablo 2. Toprakların bazı fiziko-kimyasal özellikleri**  
Table 2. Some physico-chemical properties of soils

Profil	Horizon	pH	EC (dS m <sup>-1</sup> )	CaCO <sub>3</sub> (%)	OM (%)	Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)	Na	K	Ca	Mg	KDK
cmol <sup>(+)</sup> kg <sup>-1</sup>													
Sedimanter (Çakıltaşı-kiltası) - Typic Xerorthent - Eutric Leptosols													
PI	A	7.80	0.181	11.33	1.41	44.8	29.9	25.1	0.09	0.39	40.80	0.67	23.22
	AC	8.00	0.142	7.25	0.69	52.2	28.3	19.3	0.13	0.43	44.48	0.70	27.11
	C	7.82	0.140	4.66	0.47	55.4	22.3	22.1	0.15	0.37	41.98	0.69	26.73
	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Magmatik (Tüf) - Typic Xerorthent - Eutric Leptosols													
PII	A	7.92	0.107	5.94	1.88	40.94	21.36	37.68	0.55	0.82	43.77	4.91	31.50
	C	7.86	0.099	4.81	1.75	42.76	20.15	37.08	0.16	1.42	41.76	3.72	28.14
	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metamorfik (Kuvarsit) - Lithic Xerorthent - Lithic Leptosols													
PIII	A	7.05	0.096	6.58	2.32	23.08	17.41	59.49	0.06	0.52	4.86	1.31	7.87
	C	7.35	0.045	5.77	0.52	34.49	20.62	44.88	0.01	0.79	4.52	1.71	12.84
	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

kuru iken sert kıvamda olduğu belirlenmiştir. Bu durum toprakların kil içeriklerinin yüksek olmasından kaynaklanmakta; bu nedenle, bu profilin yüzey epipedonu, mollik epipedon olarak değerlendirilmemiştir. KDK değerleri ise 28.14-31.50 cmol kg<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. Toprak reaksiyonu orta derece alkali olup; kireç profil boyunca “orta kireçli” düzeyde yer almakta ve % 4.81 ile % 5.94 arasında ve organik madde içerikleri ise % 1.75-1.88 arasında değişmektedir (Tablo 1 ve 2).

Toprak taksonomisine göre Lithic Xerorthent olarak sınıflandırılan PIII sembol ile gösterilen topraklar, metamorfik bir kayaç olan kuvarsit ana materyali üzerinde oluşmuş, sıg derinliğe sahip topraklardır. Profilin bulunduğu eğim % 12-20 arasında olup, yamaç arazi üzerinde yer almaktadır. Profil boyunca, diğerlerine göre kil içeriği düşük olan bu toprakların; killi tın ve kumlu kil tın tekstürde oldukları belirlenmiştir. Bu durum, bu toprağın KDK değerlerinde de bir miktar düşmesine neden olarak, KDK değerleri 7.8-12.8 cmol kg<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir. Ayrıca, toprak reaksiyonu nötr olup; profil boyunca kireç kapsamı “orta kireçli” düzeyde ve organik madde içerikleri ise % 0.52-2.32 arasında dağılım göstermektedir (Tablo 1 ve 2).

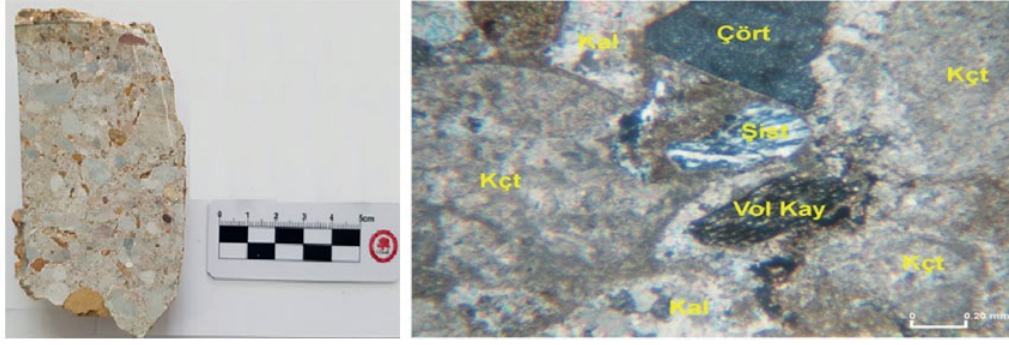
### 3.2. Ana materyallerin mineralojik ve petrografik incelemeleri

Çakıl taşı kayacı, büyük çoğunluğunu kireçtaşı çakılları, seyrek olarak volkanik kayaç, şist ve kuvarsların oluşturduğu hemen hemen yuvarlaklaşmış, polijenik, tanelerin kum matrisle tutturulduğu çakıltaşıdır. Çakıltaşını oluşturan tanelerin yaklaşık % 90 kadarını kireçtaşı, % 4-5'ini şist, % 2-3'ünü ise volkanik kayaç parçaları ve seyrek olarak kuvarsların oluşturduğu belirlenmiştir. Çakıllar spari kalsitlerden oluşan bir çimento ile birbirine bağlanarak çimentolanmıştır.

Kireçtaşı çakılları boyut olarak homojen bir dağılım göstermezler. Oldukça büyük taneler olarak bulunduğu gibi, küçük olarak da bulunurlar (Şekil 4). Mikritik, sparitik ve mikrosparitik doku özelliği gösterirler. Metamorfik çakılları kuvarsit ve şist gibi kayaçların taneleri oluşturur. Volkanik çakıllar ise trakitlerden meydana gelmiştir. Kayacı oluşturan çakıllar genel olarak yarı yuvarlak, uzun-elips şeklinde, bazen de köşeli olarak bulunurlar.

Ana kaya, kül bir matriks içinde volkanik kayaç ve mineral parçalarının bulunduğu oldukça boşluklu, yumuşak ve kahve renkli piroklastik (tüf) kayaçtır (Şekil 5). Kayaç parçaları genel olarak trakit, trakiandezit ve bazaltik trakiandezit gibi volkanik kayaçlardan, mineraller ise sanidin, plajioklas, piroksen ve mika gibi kristallerden oluşur. Sanidinler yarı özşekilli ve bazen özşekilli olup, temiz görünüşlüdürler. Plajioklaslar polisentetik ikizli, uzun ve bazen kısa levhamsı olarak görülürler. Öz ve yarı özşekillidirler. Kahverenkli pleokroizma gösteren mikalar, uzun çubuksu ve kısa levhamsı prizmalar şeklindedirler. Bir yönde iyi gelişmiş dilinimleri bulunur. Volkanik kayaç tanelerini oluşturan kristaller sanidin, plajioklas ve piroksen türü minerallerdir. Tüfte bulunan kayaç parçaları kayacın yaklaşık % 15-20 sini, mineraller ise % 25-30 kadarını oluşturmaktadır.

Kuvarsit mineralojik ve petrografik incelemelerinde, kayaç, taze yüzeyi beyaz-açık gri, ayrışma yüzeyi kahve renkli, sert, ince taneli kuvarsittir. Kayaç kuvars ve seyrek olarak bulunan feldispat (plajioklas) tanelerinden oluşmuştur. Kuvarslar genellikle küçük, seyrek olarak orta tane büyüklüklerinde bulunurlar. Bazen bir araya toplanarak, poli kuvars oluşumları gösterirler (Şekil 6). Feldispatlar (plajioklas) bir araya kümelenmiş ve bazen de birey kristaller olarak bulunurlar. Alterasyondan etkilenmiş olduklarından serizit ve killeşmeler meydana gelmiştir.

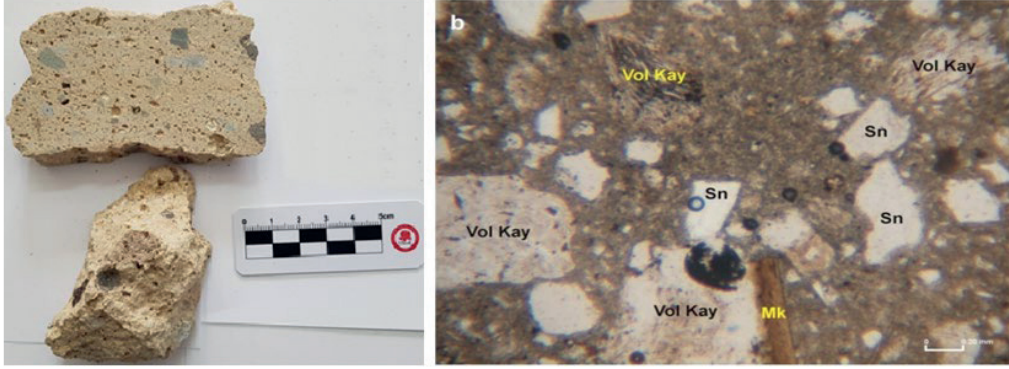


**Şekil 4. Tanelerin kum matriksle tutturulduğu çakıltaşı görünümü ve yaklaşık % 90 kadarını kireçtaşı çakıllarının oluşturduğu çakıltaşının mikroskopik görüntüsü\***

\*: Kayaçtaki diğer çakıllar çört, şist ve volkanik kayaç tanelerinden oluşur. Bunlar karbonat (kalsit) bir çimento ile tutturulmuşlardır. Çift nikol, Kçt: Kireçtaşı, Vol Kay: Volkanik kayaç, Kal: Kalsit

Figure 4. The appearance of the sandstone, where the grains are attached to the sand matrix, and the microscopic image of the sandstone formed by about 90% of the limestone pebbles\*

\*: Other gravels in the rock consist of chortles, schists and grains of volcanic rock. They are attached with a carbonate (calcite) cement. Double nicol, Kçt: Lime stone, Vol Kay: Volcanic rock, Kal: Calcite

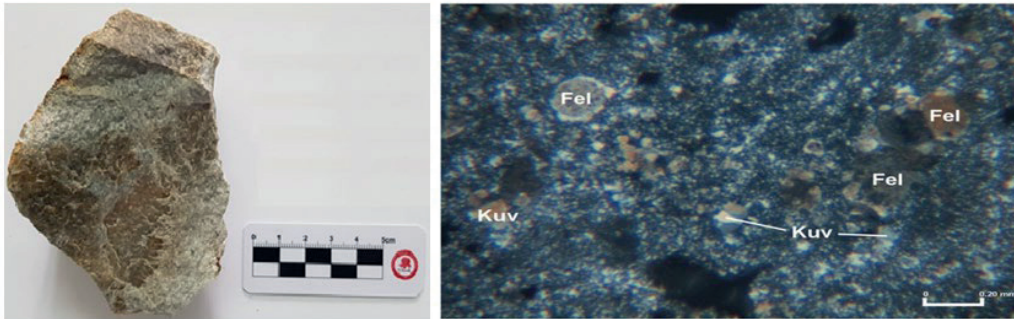


**Şekil 5. Volkanik kayaç ve mineral parçalarından oluşan tüf ve piroklastik kayaç olan tüfün mikroskopik görüntüleri\***

\*: Kül bir matrikste bulunan volkanik kaya parçaları ile sanidin ve mika gibi kristallerden oluşmuştur. Tek nikol, Vol Kay: Volkanik kayaç, Sn: Sanidin, Mk: Mika

Figure 5. Microscopic images of tuff and pyroclastic rock, which are composed of volcanic rock and mineral fragments\*

\*: Ash is composed of volcanic rock fragments found in a matrix and crystals such as sanidine and mica. Single nicol, Vol Kay: Volcanic rocks, Sn: Sanidine, Mk: Mica



**Şekil 6. İnce taneli kuvarsit görünümü\***

\*: Kayaç kuvars ve seyrek olarak bulunan feldispat (plajioklas) tanelerinden oluşmuştur. Kuvarslar genellikle küçük, seyrek olarak orta tane büyüklüklerinde bulunurlar. Feldispatlar (plajioklas) bir araya kümelenmiş ve bazen de birey kristaller olarak bulunurlar, Kuv: Kuvars, Fel: Feldispat

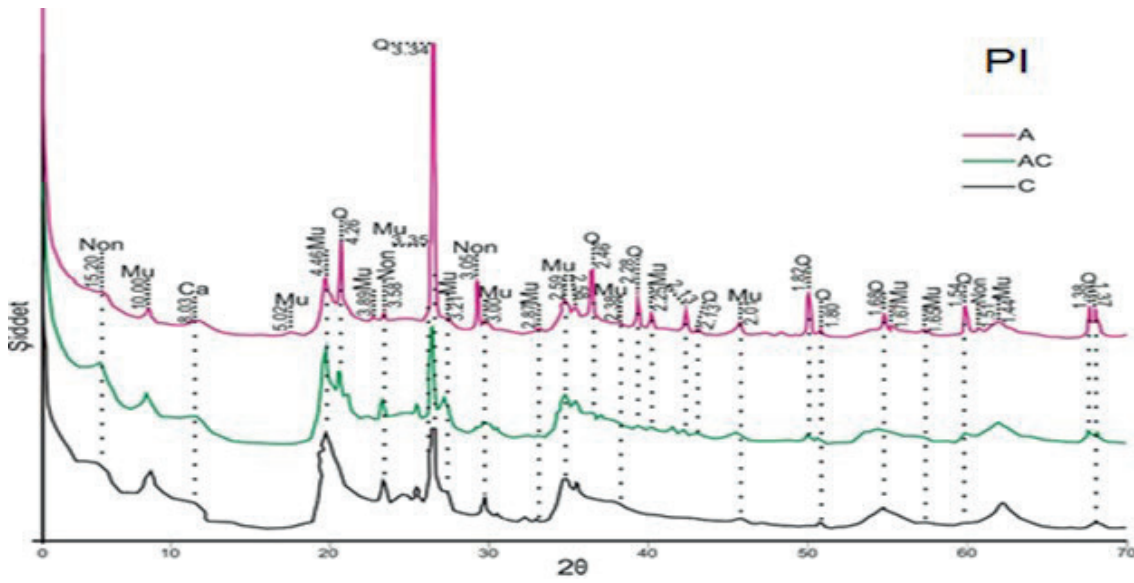
Figure 6. Fine-grained quartzite appearance\*

\*: Rock consists of quartz and sparsely found feldspar (plagioclassic) grains. Quartzies are usually small, rarely found in medium grain sizes. Feldspars (plagioclassic) are found clustered together and sometimes as deciduous crystals, Kuv: Quartz, Fel: Feldspar

### 3.3. Toprakların primer ve kil mineralleri

Çalışma alanında açılan PI nolu profilin mineralojik özelliklerini belirlemek için toprak gövdesinde çekilen X-ray difraktomları Şekil 7'de ve bolluk dağılımlarını ise Tablo 3'te verilmiştir. PI nolu toprak, çakıltaşı (kumtaşı ve kiltası) ana materyal üzerinde oluşmuştur. Toprak gövdesinde birincil minerallerin belirlenme çalışmaları 2-70° (2θ) aralığında yapılmış, nontronit, muskovit, kalsit, kuvars mineralleri tespit edilmiştir. Ayrıca muskovit, 5.02, Å minerali sadece A horizonunda bulunmakta; 2.13 Å bulunan muskovit ve kuvars mineralleri C horizonunda bulunmamaktadır (Şekil 7).

Yoğunluk sırasına göre ise kuvars, muskovit, nontronit ve kalsit belirlenmiştir (Tablo 3). Yüzeyle kuvars minerali yoğun olarak belirlenirken, profil içerisinde derinlik artışı ile birlikte şiddetinde büyük oranda düşme görülmüştür. Fakat, derinlikle birlikte muskovit minerali baskın hale gelmiştir. Mineralojik ve petrografik incelemelerde, çakılların spari kalsitlerden oluşan bir çimento ile birbirine bağlandıkları, mikritik, spartik ve mikrosparitik doku özelliği göstermeleri, metamorfik çakılları kuvarsit ve şist gibi kayaçların taneleri oluştuğunu, buna karşılık volkanik çakıllar ise trakitten meydana geldiği belirlenmiştir.



Şekil 7. PI nolu toprak profili primer minerallere ait X-ışını kırınımları

Non: Nontronit, Mu: Muskovit, Ca: Kalsit, Q: Kuvars

Figure 7. X-ray diffraction of primary minerals for soil profile PI

Non: Nontronite, Mu: Muscovite, Ca: Calcite, Q: Quartz

Tablo 3. Çakıltaşı ana materyal üzerinde oluşmuş toprakların primer minerallerin dağılımı

Table 3. Distribution of primary minerals of soils formed on sandstone-claystone material

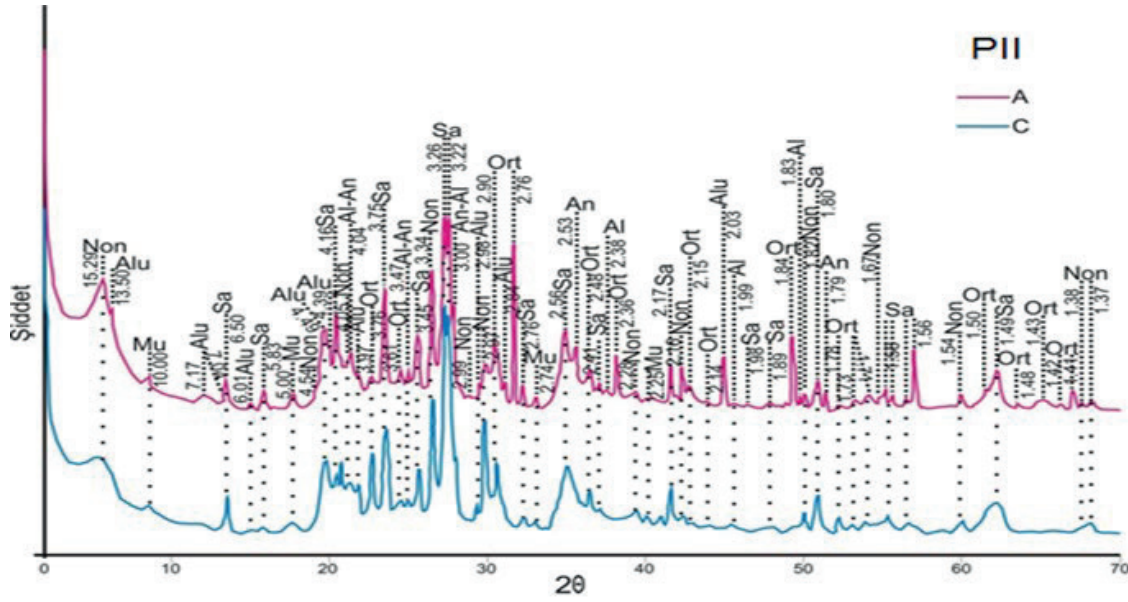
Sedimanter (Çakıltaşı-kiltası) - Typic Xerorthent - Eutric Leptosols														
Horizon	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
A	+	-	-	++++	+++	-	-	-	-	-	-	-	+	-
AC	+	-	-	+++	++++	-	-	-	-	-	-	-	++	-
C	+	-	-	++	++++	-	-	-	-	-	-	-	++	-

Bolluk: Çok bol (++++), Fazla (+++), Orta (++) , Az (+); Mineraller: a: Kalsit, b: Sanidin, c: Mikroklin, d: Kuvars, e: Muskovit, f: Albit, g: Gismondin, h: Fillipsit, i: Ortoklas, j: Ankerit, k: Şabazit, l: Anortoklas, m: Nontronit, n: Montmorillonit

Tüf ana materyal üzerinde oluşmuş PII kodlu toprak genç toprak niteliğinde ve Typic Xerorthent olarak sınıflandırılmıştır. Mineralojik özelliklerini belirlemek amacı ile yüzeyden itibaren A ve C horizonlarından örnekleme yapılmıştır ve örneklerde çekilen X-ray difraktomları Şekil 8'de verilmiştir. Toprak gövdesinde birincil minerallerin belirlenme çalışmaları 2-70° (2θ) aralığında

yapılmış, nontronit, alunogen, sanidin, muskovit, albit, anortit ve ortoklas mineralleri tespit edilmiştir. Ayrıca muskovit 7.17 Å ve ortoklas C horizonunda bulunmamıştır (Şekil 8). Yoğunluk sırasına göre ise sanidin, ortoklas, muskovit, nontronit, alunogen, albit, anortit belirlenmiştir (Tablo 4).





Şekil 8. PII nolu toprak profili primer minerallere ait X-ışını kırınımları

Sa: Sanidin, Ort: Ortoklas, Non: Nontronit, Alu: Alunogen, Al: Albit, An: Anortit

Figure 8. X-ray diffraction of primary minerals for soil profile PII

Sa: Sanidin, Ort: Orthoclase, Non: Nontronite, Alu: Alunogen, Al: Albite, An: Anorthite

Tablo 4. Tüf ana materyal üzerinde oluşmuş toprakların primer mineral dağılımı

Table 4. Distribution of primary minerals of soils formed on tuff material

Horizon	Magmatik (Tüf) - Typic Xerorthent - Eutric Leptosols																			
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u
A	-	++++	-	-	++	+	-	-	+++	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-
C	-	++++	-	-	+	+	-	-	+++	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-

Bolluk: Çok bol (++++), Fazla (+++), Orta (++), Az (+); Mineraller: a: Kalsit, b: Sanidin, c: Mikroklin, d: Kuvars, e: Muskovit, f: Albit, g: Gismondin, h: Fillipsit, i: Ortoklas, j: Anortoklas, k: Alunogen, l: Anortit, m: Antigorit, n: Diyopsit, o: Labradorit, p: Kristobalit, r: Nontronit, s: Montmorillonit, t: Rankinit, u: Viksit

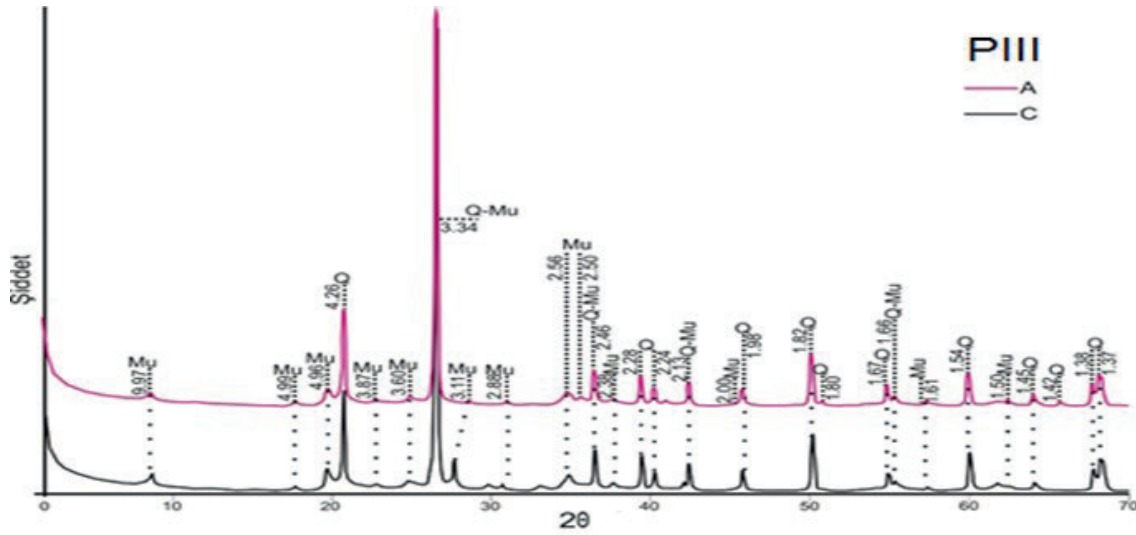
Derinlikle birlikte Plajoklas grubunun sodyumca zengin bir üyesi olan albit mineralinin şiddetinde artış gözlenmiştir. Pegmatitlerde, sodyumca zengin lavlarda, metamorfik kayalarda ve bazı kırıntılı kayalar da bulunmaktadır. Alunogen  $[Al_2(SO_4)_3 \cdot x 17H_2O]$  hidrate alüminyum (Al) mineralidir. Bu mineral, kurak ve yarı kurak iklim koşullarında şeyl gibi Al içeren kayaların sülfütle ile reaksiyonu sonucu oluşan ve yapısında sülfata dönüşen bir mineraldir. Volkanik etkinlik devreleri bittikten sonra sıcak gaz, buhar ve su püskürtmeye devam eder. Basınç ve sıcaklığın düşmesiyle ilk ürün fümeroller (800-200 °C) gazların yoğunlaşması alunogen gibi mineraller de oluşmaktadır (Şimşek, 2000). Tüf ana materyalin özelliklerini doğrudan yansıtan çekimler kayaç mineralojik özelliklerine paralel sonuçlar vermiştir. Nitekim mineralojik ve petrografik incelemelerde kül bir matriks içinde volkanik kayaç ve mineral parçalarının bulunduğu oldukça boşluklu, yumuşak ve kahve renkli piroklastik (tüf) kayaç özelliği sunan ana materyaldir (Şekil 8).

Çalışma alanında açılan PIII nolu profilin mineralojik özellikleri Şekil 9'da ve bolluk dağılımı

ise Tablo 5'te verilmiştir. Lithic Xereorthent olarak sınıflandırılan PIII nolu toprak profili A-C-R horizon dizilimine sahip, kuvarsit ana materyal üzerinde oluşmuştur. Mineralojik özelliklerini belirlemek amacı ile yüzeyden itibaren A ve C horizonlarından örnekleme yapılmıştır. Toprak gövdesinde muskovit ve kuvars mineralleri tespit edilmiştir (Şekil 9).

Minerallerin yoğunluk sırasına göre ise PIII profilinde kuvars ve az oranda muskovit belirlenmiştir. Ayrıca, mineralojik ve petrografik incelemelerde ana kayanın kuvarsit olduğu tespit edilmiştir. PIII profiline yer alan C horizonundaki muskovit mineraline ait pik şiddetlerinde çok az da olsa artma görülmüş ama baskın mineral kuvars olarak belirlenmiştir (Tablo 5).

Toprakların sekonder mineralleri olarak bilinen kil çeşitlerine ait dağılım ise PI olarak kodlanan ve çakıltası-kil taşı ana materyal üzerinde oluşan topraklarda kil fraksiyonu X-ray difraktomları Şekil 10'da verilmiştir. Mg ile doyurulan (Mgad) örneklerinde 14.38-15.01 Å aralığında zayıf kristalize olmuş ve plato şeklinde görülen doruklar



Şekil 9. PIII nolu toprak profili primer minerallere ait X-ışını kırınımları

Q: Kuvars, Mu: Muskovit

Figure 9. X-ray diffraction of primary minerals for soil profile PIII

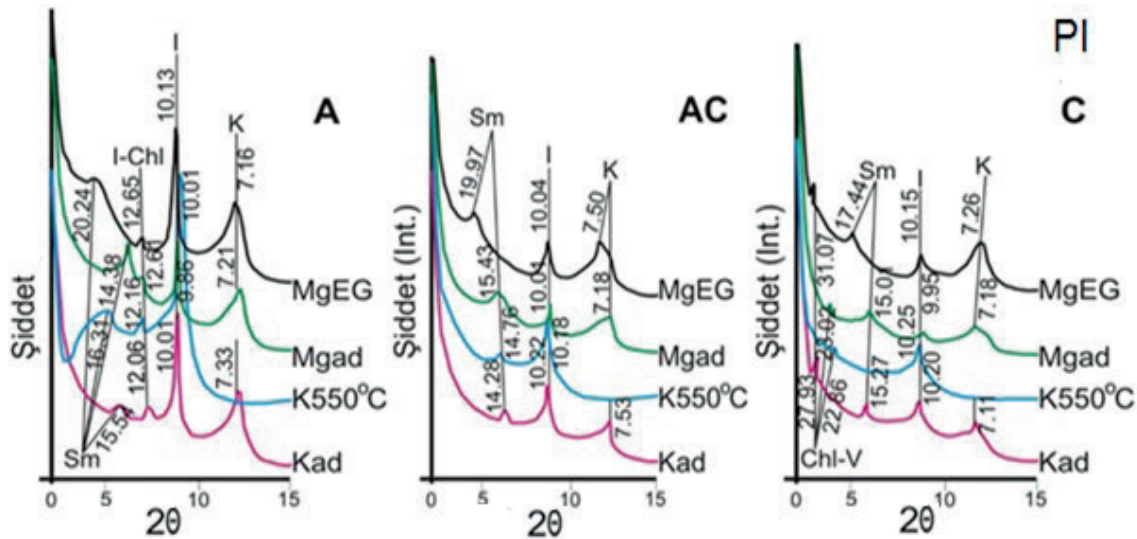
Q: Quartz, Mu: Muscovite

Tablo 5. Kuvarsit ana materyal üzerinde oluşmuş primer minerallerin dağılımı

Table 5. Distribution of primary minerals of soils formed on quartzite material

Kuvarsit - Lithic Xereorthent - Eutric Leptosols															
Horizon	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
A	-	-	++++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++
C	-	-	++++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++

Bolluk: Çok bol (++++), Fazla (+++), Orta (++) , Az (+); Mineraller: a: Sanidin, b: Mikroklin, c: Kuvars, d: Albit, e: Ortoklas, f: Anortoklas, g: Anortit, h: Kristobalit, i: Nontronit, j: Glokonit, k: Fillipsit, l: Flogopit, m: Antigorit, n: Dolomit, o: Muskovit



Şekil 10. PI nolu toprak profili kil fraksiyonu X-ışını diyagramı

I: İllit, K: Kaolinit, Sm: Smektit, F: Feldispat

Figure 10. Clay fraction X-ray diagram of soil profile PI

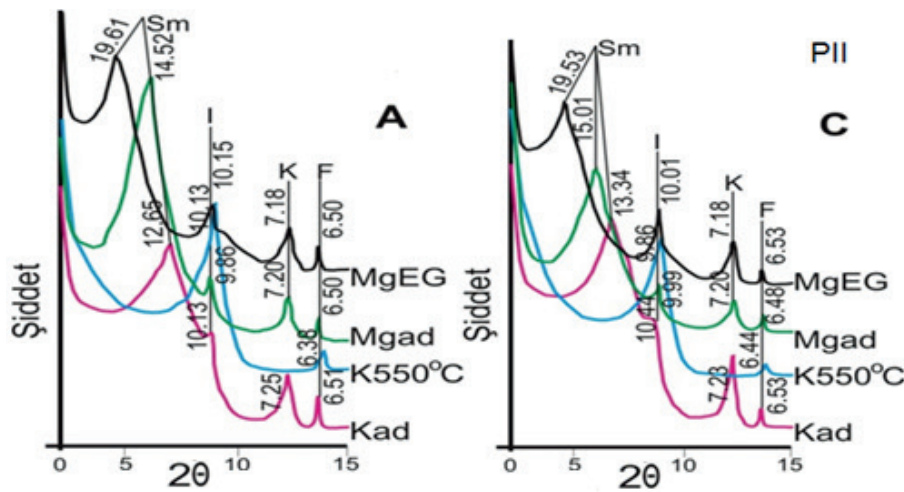
I: Illite, K: Kaolinite, Sm: Smectite, F: Feldspar

Mg-EG (Mg-Etilen Glikol) uygulamasında 17.44-20.24 Å'a açılmıştır. Potasyum ile doyurmada (Kad) ise bu pikler 12.87-14.24 Å aralığına kapanmıştır. Doruklar smektit mineralinin varlığına işaret etmektedir. Magnezyum ile doyumalarda bu doruklar plato şeklindedir ve kristalize olmamıştır. Tüm uygulamalarda 9.86-10.25 Å aralığında görülen doruklar iyi kristalin illite aittir. Magnezyum, magnezyum-etilen glikol ve potasyum ile doyurulan örnekler, 7.18-7.53 Å aralığında görülen doruklar 550 °C'de (K 550 °C) ısıtılınca kaybolmuştur. Bu durum söz konusu dorukların kaolinite ait olduğunu göstermektedir. A horizonunda tüm uygulamalarda 12.06-12.65 Å aralığında görülen çok zayıf kristalize olmuş doruklar İllit-klorit ara tabakalı kil mineralinin olduğunu göstermiştir. C horizonunda K ile doyurulan örnekte 27.93 Å görülen doruk, Mg-EG doyurma işlemi sonucu 31.07 Å kayma göstermiştir. K 550 °C ve Mgad doyurmaları sonucu sırası ile 22.86 Å ve 23.22 Å'a kapanmıştır; K 550 °C uygulanan örnek şiddetinde de, hafif de olsa bir artma görülmüştür. Profilde horizonlar arasında killerin dağılımında anlamlı farklar gözlenmemiştir. Bolluk sırasına göre ise killerin dağılımı illit, kaolinit ve smektit şeklinde olmuştur. Profilde derinlik bazında sıralama değişirse de smektit miktarında artma gözlenmiştir. A horizonunda kristalize olmamış illit-klorit ara tabakalı kil minerali derinlikle birlikte kaybolurken, C horizonunda kristalize olmamış klorit-vermiküllit ara tabakalı killeri tespit edilmiştir (Şekil 10).

Çalışma alanı PII nolu toprak profilinde mineralojik özelliklerini belirlemek için kil fraksiyonu X-ray difraktomları Şekil 11'de verilmiştir. Profilde Mg ile doyurulan (Mgad)

örneklerde 14.52 ve 15.01 Å'da kristalize olmuş doruklar MgEG uygulamasında 19.53 ve 19.61 Å'a açılmıştır. Potasyum ile doyurmada (Kad) bu pikler 12.65 ve 13.34 Å'a kapanmıştır. Doruklar kristalize olmuş smektit mineralinin varlığına işaret etmektedir. Tüm uygulamalarda 9.86-10.44 Å aralığında görülen doruklar kristalize illite aittir. Mgad, MgEG ve Kad ile doyurulan örnekler 7.18-7.25 Å aralığında görülen doruklar 550 °C'de (K 550 °C) ısıtılınca kaybolmuştur. Bu durum söz konusu dorukların kaolinite ait olduğunu göstermektedir. Tüm uygulamalarda 6.38-6.51 Å aralığında görülen doruklar feldispat mineralidir. Toprakların yaygın minerali olan feldispatların tali dorukları kum, silt ve kil fraksiyonunda bulunabilir (Sparks, 2003). Bolluk sırasına göre ise killerin dağılımı smektit, illit ve kaolinit şeklindedir.

Çalışma alanı PIII nolu ve kuvarsit ana kayası üzerinde oluşmuş toprak profilinde mineralojik özelliklerini belirlemek için kil fraksiyonu X-ray difraktomları Şekil 12'de verilmiştir. Tüm uygulamalarda 9.71-10.71 Å aralığında görülen doruklar kristalize olmuş illite aittir. Mgad, MgEG ve Kad ile doyurulan örnekler 7.03-7.23 Å aralığında görülen doruklar 550 °C'de (K 550 °C) ısıtılınca kaybolmuştur (Şekil 12). Bu durum söz konusu dorukların kristalize kaolinite ait olduğunu göstermektedir. Profilin C horizonunda Mg ile doyurma ve MgEG uygulamalarında sırası ile 14.06 Å ve 13.84 Å'daki pikler kristalize olmamış vermiküllit mineraline aittir. Bolluk sırasına göre dizilim ise A horizonunda illit ve kaolinit, C horizonunda ise illit, kaolinit ve vermiküllit şeklindedir. C horizonunda illit ve kaolinit pik şiddetlerinde artma belirgindir (Tablo 5).

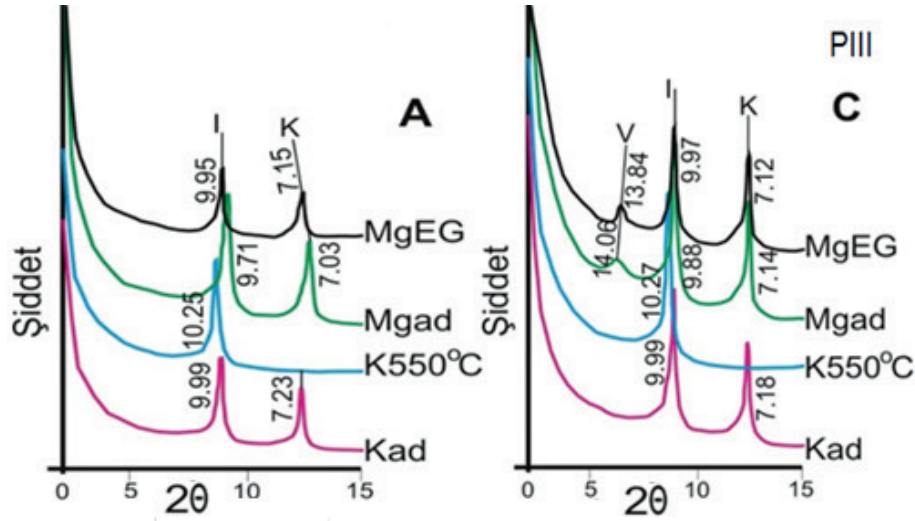


Şekil 11. PII nolu toprak profili kil fraksiyonu X-ışını kırınımları

I: İllit, K: Kaolinit, Sm: Smektit, F: Feldispat

Figure 11. Clay fraction X-ray diagram of soil profile PII

I: Illite, K: Kaolinite, Sm: Smectite, F: Feldspar



Şekil 12. PIII nolu toprak profili kil fraksiyonu X-ışını kırınımları

I: İllit, K: Kaolinit, V: Vermiküllit

Figure 12. Clay fraction X-ray diagram of soil profile PIII

I: Illite, K: Kaolinite, V: Vermiculite

### 3.4. Toprakların ayrışma oranları

Topraklardaki parçalanma ve ayrışma derecelerinin tanımlanmasında birçok farklı indeks kullanılmaktadır (Nesbit ve Young, 1982, Harnois, 1988). İndekslerin temel esası, bazik kationlar ile Al ve silisyum gibi kationlar arasındaki değişim oranlarının sayısallaştırılmasıdır. Çalışma alanına ait farklı ana materyallerde oluşan toprakların indisler ve indislere ait değerler Tablo 6'da verilmiştir. Kimyasal ayrışmadan dolayı bazik kationların minerallerden uzaklaşmasına dayanan CIA indisi, topraktaki primer ve sekonder minerallerin oranlarını yansıtmaktadır. İleri düzeyde parçalanma ayrışma ile beraber bu oran çoğalarak 100'e doğru yaklaşmaktadır. Nesbit ve Young (1982) CIA değerlerini; yüzde olarak çok az ayrışmış (% 50-60), az ayrışmış (% 60-80), ileri derecede ayrışmış (% 80-90) ve aşırı ayrışmış (% 90-100) olarak sınıflandırmışlardır. Araziye belirlenen farklı ana materyal üzerinde oluşan topraklara ait profillerin CIA değerlerini Nesbitt ve

Young (1982) tarafından önerilen bu sınıflamaya göre PI nolu (C1 horizonu hariç) ve PII nolu toprak profilleri “çok az ayrışmış” (% 50-60) sınıfına girmiştir. PIII nolu profil ise az ayrışmış (% 60-80) olduğunu göstermektedir.

CIW değerleri ise parçalanma ayrışmaya uğramamış kayalarda % 50, artan ayrışmaya derecesine bağlı olarak bu indis ise % 100'e kadar ulaşmaktadır. Topraklarda CIW değerleri CIA'daki bir trend göstermekte olup, PII nolu toprak profili “çok az ayrışmış” (% 50-60) sınıfına girmiştir, PI (C horizonu hariç) “az ayrışmış” (% 60-80) ve PIII nolu profil diğerlerine göre fazla derecede ayrışmış olduğu belirlenmiştir (Tablo 6). Tunçay ve ark. (2019), Türkiye'nin yarı kurak bir bölgesinde eski göl çökelleri üzerinde gelişen topraklara uygulanan kimyasal ayrışma indekslerini belirlemişlerdir. Araştırmacılar; Xeric Haplocambid ve Xeric Haplocalcic olarak sınıflandırdıkları 4 adet toprak profilinde, CIA değerlerinin 6.60-66.88 arasında, CIW değerlerinin ise 6.68 ve 78.37 (çok az ve az

Tablo 6. Toprakların ayrışma indislerine ait değerler

Table 6. Values of weathering indices of soils

Profil no	Horizon	CIA	CIW	Baz/R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Çakıl taşı-kiltaş ana materyal üzerinde oluşmuş topraklar (Typic Xerorthent)				
PI	A	55.75	63.01	0.43
	AC	60.55	71.28	0.28
	C	35.84	40.86	1.33
Tüf ana materyal üzerinde oluşmuş topraklar (Typic Xerorthent)				
PII	A	52.36	61.08	0.97
	C	53.00	61.00	0.98
Kuvarsit ana materyal üzerinde oluşmuş topraklar (Lithic Xereorthent)				
PIII	A	72.94	86.72	0.42
	C	81.34	95.00	0.30

ayrışan) arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Çalışmalarına göre, ayrışma sürecinin Xeric Haplocambids toprakların Xeric Haplocalcid topraklara göre daha yoğun olduğunu rapor etmişlerdir.

Baz/R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oranı topraklarda 0 ile 10 arasında değişiklik göstermektedir (Şenol ve ark, 2014). Ana kaya da ise yüksek değerlere yaklaşır. PI nolu toprak profilin AC horizonuna doğru azalma ve tekrar artma, PII nolu profillerde artma, ve PIII nolu profillerde derine indikçe azalma olduğu görülmüştür. Farklı ana materyaller üzerinde gelişim gösteren toprakların her üçü de genç olmalarına karşın, kuvarsit ana materyal üzerinde oluşmuş PIII nolu profilin ayrışma indisleri yönünden bir miktarda olsa diğerlerine göre ayrışması daha fazla olduğu görülmektedir (Tablo 6).

#### 4. Sonuçlar

Afyonkarahisar ili Sandıklı-Şuhut ilçeleri arasındaki aynı iklim koşullarında farklı ana materyal üzerinde oluşmuş toprakların belirlenmesine yönelik olarak, belirlenen alandan anakaya/anamateryal, farklılıkları göz önünde bulundurularak; kuvarsit ana materyal üzerinde oluşmuş topraklar (Lithic Xereorthent), Tüf ana materyal üzerinde oluşmuş topraklar (Typic Xerorthent), Çakıl taşı-kil taşı ana materyal üzerinde oluşmuş topraklar (Typic Xerorthent), olmak üzere toplam üç adet toprak profili incelenmiştir. Çalışma alanı topraklarının toprak taksonomisine göre sınıflandırılması, toprakların pedogenetik özellikleri ile üst tanı horizonları (epipedon) ve bunların altında bulunan yüzey altı tanı horizonları ve özelliklerine göre yapılmıştır. Toprakların oluşum süreçleri henüz bir yüzey altı tanı tanı horizonları saptanmamış olmaları nedeniyle genç topraklar olarak nitelendirilen Entisol ordosuna dahil edilmişlerdir. Pirimer ve sekonder (kil) mineralleri olarak PI ve PIII nolu topraklarda kuvars ve kil minerali olarak illit ve kaolinit yayın olarak belirlenmiş iken PII nolu profilde sanidin-ortokla primer mineral ve çakıltaşı-kiltaşı karışımı nedeniyle illit ve özellikle smektit kil mineralleri belirlenmiştir. Toprakların ayrışma oranları yönünden karşılaştırıldığında, farklı ana materyaller üzerinde yer alan her üç toprakta oluşumlarının başlangıç aşamasında olup, topraklar fiziko-kimyasal, jeokimyasal ve minerolojik özellikleri yönünden halen ana materyallerinin etkisi altında oldukları saptanmıştır.

#### Teşekkür

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknoloji Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından "118O282" nolu proje ile desteklenmiştir.

#### Kaynaklar

- Anonim, 2011. 1/100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, 158-162 Paftalar. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Ankara.
- Anonymous, 1993. Soil Survey Staff. Soil Survey Manual, USDA, Handbook No: 18, Washington D.C.
- Anonymous, 1996. Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Report No. 42, Version 3.0. United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service National Soil Survey Center.
- Anonymous, 2014a. Soil Taxonomy. A Basic of Soil Classification for Making and Interpreting soil Survey, USDA Handbook No: 436, Washington D.C. USA.
- Anonymous, 2014b. World Reference Base for Soil Resources. International Soil Classification System for Naming Soils and Creating Legends for Soil Maps, FAO, World Soil Resources Reports No: 106, Rome.
- Aydemir, O., Akgül, M., Canbolat, M.Y., Işıldar, A.A., 2001. Toprak Bilgisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No: 10, Ders Notu Yayın No: 1, Isparta.
- Blake, G.R., Hartge, K.H., 1986. Bulk density. In: A. Klute (Ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods*, Agronomy Monograph No: 9, SSSA, Madison, WI, pp. 363-375.
- Blakemore, L.C., 1983. Acid-Oxalate Extractable Iron, Aluminum and Silicon. ICOMAND Circular Letter No: 5, Appendix 1. Intern. Comite' for The Classification of Andisols, New Zealand Soils Bureau, Lower Hutt, New Zealand.
- Bouyoucos, G.J., 1951. A Recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal*, 43: 434-438.
- Dengiz, O., Başkan, O., 2010. Characterization of soil profile development on different landscape in semi-arid region of Turkey, a case study: Ankara-Soğulca catchment. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(2): 106-112.
- Dengiz, O., Sağlam, M., Özyaytekin, H.H., Başkan, O., 2013. Weathering rates and some physico-chemical characteristics of soils developed on a Calcic Toposequences. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 8(2): 13-24.
- Duan, L., Hao, J., Xie, S., Zhou Z., Ye, X., 2002. Determining weathering rates of soils in China. *Geoderma*, 110(3-4): 205-225.

- Erinç, S., 1969. Klimatoloji ve Metodları. İstanbul Üniversitesi, Coğrafya Enstitüsü Yayın No: 35, İstanbul.
- Jackson, M.L., 1958. Soil Chemical Analysis. Englewood Cliffs, NJ: Prentice- Hall. Inc.
- Jackson, M.L., 1979. Soil Chemical Analysis. Advanced Course, Department of Soil Science, University of Wisconsin, Madison, USA.
- Jenkins, D.A., Jones, R.G.W., 1980. Trace elements in rock, soil, plant and animal: Introduction. In: B.E. Davies (Ed.), *Applied Soil Trace Elements*, John Wiley and Son Ltd., pp. 1-20.
- Jeny, H., 1941. Factors of Soil formation. McGraw-Hill, New York.
- Harnois, L., 1988. The CIW index: A new chemical index of weathering. *Sedimentary Geology*, 55(3-4): 319-322.
- Hızalan, E., Ünal, H., 1966. Toprakta Önemli Kimyasal Analizler. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 278, Ankara.
- Hodson, M.E., Langan, S.J., Kennedy, F.M., Bain, D.C., 1998. Variation in soil surface area in a chronosequence of soils from Glen Feshie, Scotland and its implications for mineral weathering rate calculations. *Geoderma*, 85(1): 1-18.
- Mutlu, H.H., 2010. Eski Konya Gölü Kuvaterner terasları üzerinde oluşan toprakların jeokimyasal özellikleri ve ayrışma oranları. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Nesbitt, H.W., Young, G.M., 1982. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites. *Nature*, 299: 715-717.
- Özaytekin, H.H., Dedeoğlu, M., 2021. Hasandağ volkanik materyali üzerinde oluşan toprakların ayrışma oranları ve kütle dengesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 36(1): 81-92.
- Özaytekin, H.H., Karakaplan, S., 2012. Soil formation on the Karadağ volcano at a semi arid environment from the Central Anatolia. *African Journal of Agricultural Research*, 7(15): 2283-2296.
- Sarıcaoğlu, S., Dengiz, O., Işık, K., 2021. Assessment of biogeochemical-mineralogical characteristic and weathering indices of soils developed on basaltic parent material and toposequence under subhumid ecosystem. *Geomicrobiology Journal*, 38(5): 451-465.
- Schoetzel, R.J., Barrett, L.R., Winkler, J.A., 1994. Choosing models for soil chronofunctions and fitting them to data. *European Journal of Soil Science*, 45(2): 219-232.
- Sparks, B.D., Kotlyar, L.S., O'Carroll, J.B., Chung, K.H., 2003. Athabasca oil sands: effect of organic coated solids on bitumen recovery and quality. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 39(4): 417-430.
- Şenol, H., Dengiz, O., Tunçay, T., 2018. Geochemical mass balance applied to the study of weathering and evolution of soils. *Indian Journal of Geo-Marine Science*, 47(9): 1851-1865.
- Şenol, H., Özaytekin, H.H., Akgül, M., Alaboz, P., 2014. Yarı kurak şartlarda trakit/trakiandezit ana materyal üzerinde oluşan toprakların ayrışma oranları ve kil mineralojisine bakımın etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 20: 288-301.
- Şimşek, G., 2000. Toprak Oluşumu (Pedogenesis) ve Sınıflama Ders Notları. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Notu, Yayın No: 139, Erzurum.
- Tunçay, T., Dengiz, O., 2020. The roles of parent material and toposequence on geochemical characteristics and pedogenic iron oxides of soils. *Indian Journal of Geo-Marine Science*, 49(4): 622-623.
- Tunçay, T., Dengiz, O., Bayramın, 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.
- Uşul, M., Dengiz, O., 2010. Pedological development of four different parent materials. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 25(S-2): 204-211.
- Van Wambeke, A.R., 2000. The Newhall Simulation Model for Estimating Soil Moisture and Temperature Regimes. Department of Crop and Soil Science, Cornell University, Ithaca, NY.