



Araştırma Makalesi/Reserach Article

Ezine (Çanakkale) Yöresinde Granitik Kayaçlar Üzerinde Oluşmuş İki Toprak Profiline Genesisi ve Bazı Özellikleri

Uğur Tunç¹ 

Hüseyin Ekinci^{2*} 

¹Çanakkale İl Tarım ve Orman Müdürlüğü

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Çanakkale

*Sorumlu yazar: hekinici@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 06.07.2022

Kabul Tarihi: 14.10.2022

Öz

Çanakkale İli Ezine ilçesi Kemallı köyü (P1) ve Akçakeçili köyünde (P2) yürütülen bu çalışmada, granitik kayaçlar üzerinde farklı topoğrafik koşullarda oluşmuş iki toprak profili incelenmiştir. Ezine ilçesinin yıllık ortalama yağış miktarı 586 mm, yıllık sıcaklık ortalaması 15.7°C dir. İncelenen iki profilin arazide morfolojik tanımlamaları yapılmış ve horizon esasına göre toprak örnekleri alınmıştır. Bu örneklerde bazı fiziksel ve kimyasal analizlerin yanında, XRD (X Ray Difraksiyon), SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) ve EDS - EDX (enerji Dağılımlı X-ışını Spektroskopisi) ve major oksit gibi analizler de yapılmıştır. Profillere ait horizon örneklerinde CIA (kimyasal ayrışma indeksi), PIA (plajioloklas alterasyon indeksi) ve SiO₂/Al₂O₃ gibi bazı ayrışma oranları hesaplanmıştır. Profil 1 Ap -A2- Bw-C ve profil 2 ise Oe-A-Bt-C horizonlarına sahiptir. İşlemeli tarım yapılan arazide yer alan P1 de kum- tınlı kum, ormanlık alanda yer alan profil 2 ise yüzeyde tınlı kum ve yüzey altında kumlu kil tın bünye sınıfındadır. P1 de bir kambik horizon P2 de bir argillik horizon oluşumu belirlenmiştir. Katyon değişim kapasitesi (KDK) P1'in kambik horizonunda 18 cmolkg⁻¹ iken P2 nin argillik horizonunda 22.78 cmolkg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Her iki profilin de CIA ve PIA ayrışma indeksleri 50-60 arasında oldukça düşük bulunmuştur. Ancak P2 nin Bt horizonunda topoğrafik koşullara bağlı olarak PIA 60 ve CIA ise 57 olarak diğer tüm horizonlardan yüksek bulunmuştur. Her iki profilde de kuvars mineralinin yanında albit, ortoklas ve anortit gibi feldspatların yüksek oranda bulunması ayrışmanın düşük olduğunu göstermektedir. Toprak profilleri toprak taksonomisine göre sırasıyla P1 Lithic Haploxerepts, profil 2 ise Lithic Mollic Haploxeralfs; WRB sınıflamasına göre profil 1 P1 Endoleptic Cambisols, profil 2 ise Leptic Luvisols olarak sınıflandırılmıştır. Çalışma sonuçları benzer iklim koşulları altında, farklı topoğrafik koşulların granitik kayaçlar üzerinde oluşmuş iki toprak profilinde, profil gelişimini, fiziko-kimyasal özellikleri ve toprak sınıflandırmasını etkilediğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Granit, Ezine, Topoğrafya, Toprak Genesisi

Genesis and Some Characteristics of Two Soil Profiles Formed on Granitic Rocks in the Ezine (Çanakkale) Region

Abstract

In this study, which was carried out in Kemallı village (P1) and Akçakeçili village (P2) in Çanakkale Province, Ezine district, two soil profiles formed on granitic rocks under different topographic conditions were investigated. The annual average precipitation amount of Ezine district is 586 mm and the annual temperature average is 15.7°C. Morphological definitions of the two profiles examined in the field were made and soil samples were taken on the basis of horizon. In these samples, besides some physical and chemical analyzes, analyzes such as XRD (X Ray Diffraction), SEM (Scanning Electron Microscope) and EDS - EDX (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy) and major oxide were also performed. Some weathering rates such as CIA (chemical weathering index), PIA (plagioclase alteration index) and SiO₂/Al₂O₃ were calculated in the horizon samples of the profiles. Profile 1 has Ap -A2- Bw-C and profile 2 has Oe-A-Bt-C horizons. Sand- loamy sand textures in P1 located in the cultivated land, profile 2 in the forest area is in the texture class with loamy sand on the surface and sandy clay loam in subsurface. Formation of a cambic horizon in P1 and an argillic horizon in P2 was determined. While the cation exchange capacity (KDK) was 18 cmolkg⁻¹ in the cambic horizon of P1, it was determined as 22.78 cmolkg⁻¹ in the argillic horizon of P2. CIA and PIA dissociation indexes of both profiles were found to be quite low, between 50 and 60. However, PIA 60 and CIA 57 were found higher than all other

horizons depending on the topographic conditions in the Bt horizon of P2. The high rate of feldspars such as albite, orthoclase and anorthite besides quartz in both profiles indicates that the weathering is low. Soil profiles are classified as follows, respectively, according to soil taxonomy; profile 1 is Lithic Haploxerepts, profile 2 is Lithic Mollic Haploxeralfs; According to the WRB classification, profile 1 is classified as Endoleptic Cambisols and profile 2 is classified as Leptic Luvisols. The results of the study showed that under similar climatic conditions, different topographic conditions affected the profile development, physico-chemical properties and soil classification in two soil profiles formed on granitic rocks.

Keywords: Granite, Ezine, Topography, Soil Genesis

Giriş

Toprak, oluşumu uzun süreçler alan doğal bir varlıktır. Toprağın oluşumunu gözlemek bitki ve hayvanların büyüme ve gelişmelerini gözlemlemeye göre çok daha zordur. Ancak, toprak oluş faktörlerindeki farklılıklar gözlenebilir ve bunların toprak farklılıkları ile ilişkisi açıklanabilir. Bunun nedeni toprakların farklı çevrelerde birbirinden ayrıcalıklar gösterebilmesidir. Buradaki çevre, dış faktörler olarak kabul edilir ve Joffe, (1949)'e göre Dokuchaev (1879) bunları iklim, canlılar, topoğrafya, ana madde ve zaman olarak açıklamış ve bu faktörlerin karşılıklı etkileri sonucunda toprağın oluştuğunu belirtmiştir. Dolayısıyla bu faktörlerin birisinde meydana gelen anlamlı bir değişiklik farklı toprakların oluşumuna yol açabilmektedir.

Bir arazideki topoğrafik yapı toprak oluşumunda drenaj, erozyon bitki örtüsü ve toprak sıcaklığını etkileyebilmektedir. Bunun sonucunda belirli coğrafi bölgelerde solum derinliği, A horizonun kalınlığı, organik madde içeriği, toprak profilindeki oransal nem ve toprak rengi, horizonların farklılaşması ve toprak reaksiyonu, eriyebilir tuz miktarı gibi toprak özellikleri etkilenmektedir (Buol ve ark., 1997).

Kiyuchevskii (1972), Milne (1935 a ve b)'nin Doğu Afrika toprakları üzerinde yaptığı çalışmada, rölyefe uygun drenaj farklılıklarına bağlı çeşitli kaya ve üzerindeki toprakları saptamaya çalıştığını ve buna toprak katenası adını verdiğini belirtmektedir. Bir bölgedeki farklı topraklar arasındaki ilişkiyi anlamak için topoğrafik farklılıklara dikkat etmek gerekmektedir. Bunun sonucunda toprak taksonomisi de değişebilmektedir. Nitekim Suluca-Kocaveliköy (Lapseki-Çanakkale) katenasında beş adet toprak profilini inceleyen Sivrikaya ve Ekinci (2021), topoğrafik farklılıkların toprak profil gelişimi ve özelliklerini etkilediğini ve bunun sonucunda toprak taksonomisinin Entisol Inceptisol, Mollisol ve Vertisol ordolarını saptadıklarını belirtmektedirler.

Granitler yerkabuğunun derinliklerinde oluşmuş magmatik kayalardandır. Bileşimlerinde esas mineral olarak kuvars, alkali feldspat (ortoklas veya mikroklin), asit plajioklas (albit veya oligoklas) ve mika, hornblend ve az da olsa piroksen yer alabilir. Granitler iri kristalli olmaları ve fazla miktarda kuvars içermeleri nedeniyle ayrışmaya karşı direnç gösterirler. Ayrıştıkları zaman besin maddesi ve su tutma kapasiteleri zayıf, yüksek geçirgenliğe sahip kumlu toprakları oluştururlar (Allison ve Palmer, 1980). Granitler Çanakkale yöresinde yaygın olarak görülmektedir. Başaran ve Güngör (2009) 'e göre, Ezine yöresindeki en yaşlı kayaç topluluğu metamorfik kayalardan ve granitoidlerden oluşan paleozoik yaşlı gruptur.

Bu çalışmada, Çanakkale ili Ezine ilçesinde benzer iklimde fakat farklı topoğrafik konumlarda yer alan granitik kayalar üzerinde oluşmuş iki toprak profili incelenmiştir. Profil 1 (P1) Kemallı, profil 2 (P2) ise Akçakeçili köyleri civarında granitik kayalar üzerinde oluşmuştur. Toprak profillerinin bazı morfolojik, fiziksel, kimyasal ve mineralojik özellikleri belirlenerek oluşumlarının incelenmesi ve Toprak Taksonomisi ile WRB sınıflama sistemlerine göre sınıflandırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı ve coğrafi konumu

Çanakkale ili Ezine ilçesinde yürütülen bu çalışmada, granitik kayalar üzerinde oluşmuş iki toprak profili incelenmiştir. Bunlardan profil 1 (P1) Kemallı, profil 2 (P2) ise Akçakeçili köyleri civarında yer almaktadır. Her bir toprak profili Soil Survey Staff (2017) de belirtilen şekilde morfolojik olarak tanımlanmış ve horizon esasına göre toplam 9 adet toprak örneği alınmıştır. Çalışma alanının ve incelenen iki adet toprak profilinin konumu Şekil 1'de, profillerin görünüşleri ise Şekil 2'de sunulmuştur.

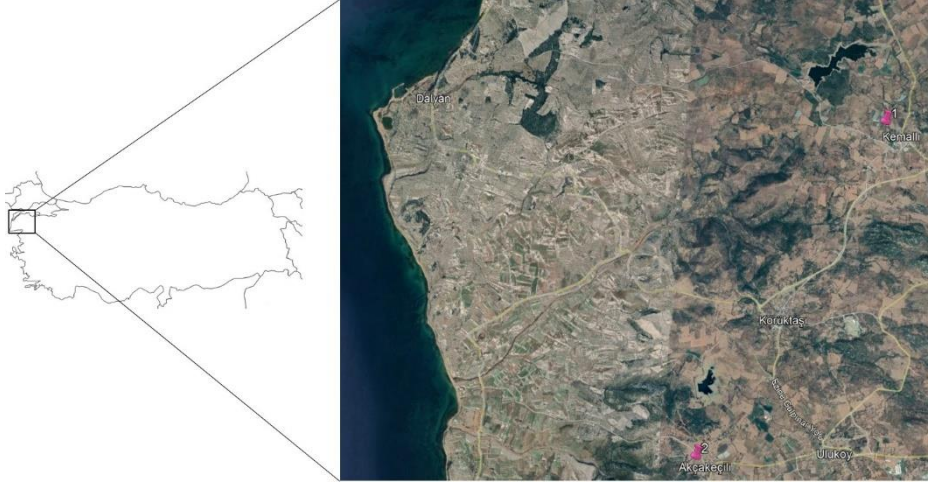


Figure 1. Location of the studied area and soil profiles
Şekil 1. Çalışılan alanın ve toprak profillerinin lokasyonu

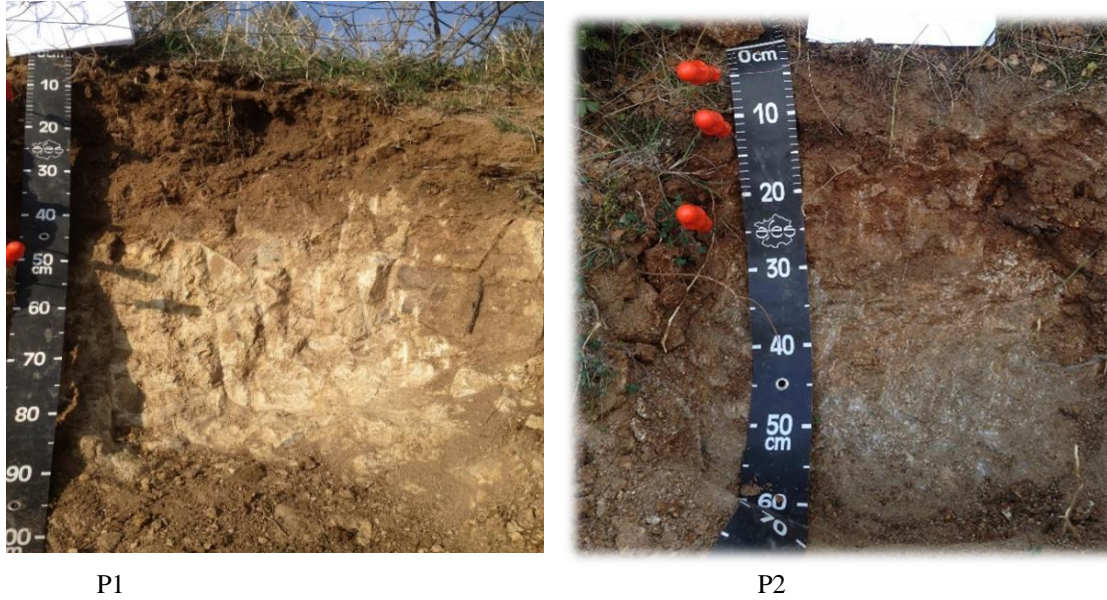


Figure 2. View of soil profiles in the field
Şekil 2. Toprak profillerinin arazideki görünümü

İklim ve doğal bitki örtüsü

Çalışma alanında çeşitli iklim özelliklerine sahip Marmara Bölgesi iklim tipi hakimdir (Doğgun, 2010). Ezine İlçesi uzun yıllık iklim değerleri Çizelge 1 de sunulmuştur.

Table 1. Climate table of Ezine District between 1991-2021 (Anonymous, 2022).
Çizelge 1. Ezine İlçesi 1991-2021 yılları arası iklim tablosu (Anonim, 2022).

	Aylar											
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Ort. Sic (°C)	6.7	7.6	10.1	13.6	18.6	23.5	26.3	26.3	21.8	16.6	12	8.3
Min. Sic(°C)	3.8	4.4	6.3	9.3	13.7	18.3	21.2	21.4	17.5	13.1	9.4	5.6
Mak Sic (°C)	9.8	10.9	13.9	17.9	23.2	28.2	31.3	31.4	26.6	20.8	16	11.3
Yağış (mm)	100	93	76	58	32	13	4	2	20	70	93	106
Nem(%)	76	74	71	67	61	54	48	50	57	69	75	77

Ezine ilçesinde yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık ve yağışlı olup yağışlar genelde yağmur şeklindedir. Ezine ilçesinde uzun yıllık meteorolojik verilere göre yıllık ortalama sıcaklık değeri 15,9 °C dir. Kış ayları sıcaklık ortalaması 7,9 °C, yaz ayları sıcaklık ortalaması 25,3 °C dir. Yıllık yağış 585 mm'dir. Profillerin incelendiği Ezine yöresinde toprak nem rejimi Xeric, toprak sıcaklık rejimi ise Thermictir. Ezine yöresinde genel olarak Akdeniz'e özgü bitki örtüsü olan makilerin yanında ilçenin batısı ve kuzey-batısı kızılçam ağırlıklı meşe, ardıç, akçakesme ve karayemiş gibi türlerden oluşan çeşitleri ormanlarla kaplıdır.

Jeoloji ve jeomorfolojisi

Çalışmanın alanında incelenen profiller Ezine'ye yakın konumlarda olup Kaz Dağları eteklerindedir. Profil 1 ve 2 nin bulunduğu kısımlardaki jeolojik yapı Şekil 3 de sunulan Biga Yarımadası jeoloji haritasında görülmektedir.

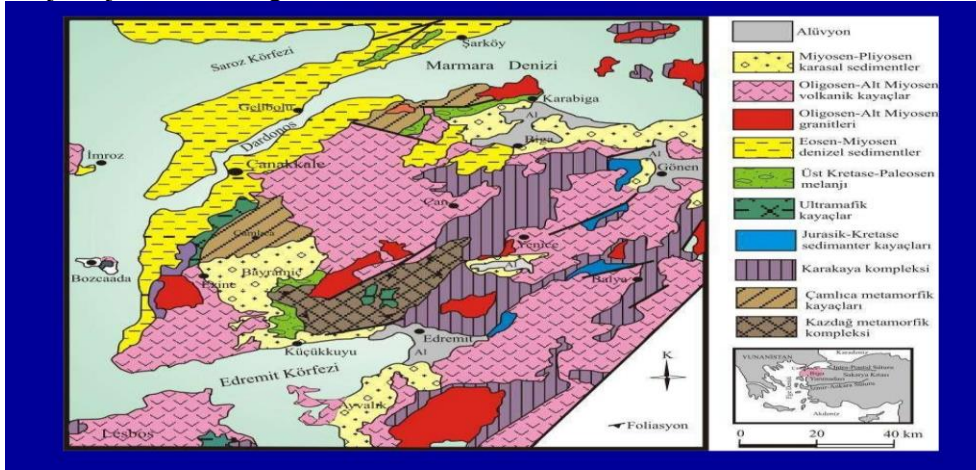


Figure 3. Geological map of Biga peninsula (Yiğitbaş, 2006)

Şekil 3. Biga yarımadası jeoloji haritası (Yiğitbaş, 2006)

Başaran ve Güngör (2009) ün bildirdiğine göre, Biga Yarımadası'nda yer alan Ezine yöresindeki en yaşlı kayaç topluluğunu, metamorfik kayaçlardan ve granitoidlerden oluşan paleozoik yaşlı kıtasal bir temel meydana getirmektedir. Araştırmacılar bu grubun Bingöl (1968) tarafından "Kazdağ Grubu" olarak adlandırıldığı ve Permiyen öncesi yaşlı olduğunu, Gözler'in (1968) ise bölgede temelde yer alan granit, gnays, amfibolit ve mermer birimlerini "Kazdağ Formasyonu" olarak adlandırdığını belirtmektedirler. Aynı araştırmacılar, Kestanbol Granitoidi ilk kez Bingöl (1968) ve daha sonra Ercan ve ark., (1998) tarafından adlandırıldığını, bölgede çalışma yapan Karacık'ın (1995) ise bu birimi "Kestanbol Plütunu" olarak adlandırmış olduğunu belirterek Kestanbol isminin, Kestanbol (Uluköy) Köyü'nden geldiğini vurgulamışlardır. Bunun yanında Plütunun, Ezine'nin batı-güneybatısında oldukça geniş bir alanda gözlemlendiğini ve Kestanbol Granitoidinin, kuvarsmonzonit ve granit bileşiminde olup; başlıca ortoklas, plajioklas, piroksen, biyotit, hornblend ve kuvarstan oluştuğunu belirtmişlerdir. Birimde küresel ayrışmanın yaygın olduğunu, ayrışma yüzeylerinin çok dağınık bir yapıya sahip olduğunu, ileri derecede ayrıştığı yerlerde arenalaşmış ve kum haline geldiğini ve bu tür ayrışmaya Yaylacık Köyü girişindeki yol yarmalarında rastlandığını vurgulamışlardır.

Kayaçlar içinde izlenen önemli mineraller alkali feldspat, plajioklas, kuvars, biyotit ve hornblenddir. Yörede çok sayıda granit ocağı mevcuttur. Granit Sütun Ocakları Roma Devri'ne ait kalıntılar olup bütün Troas bölgesine yayılmıştır. Bunlar arasında en çok dikkat çekenler, Çıgır Dağı çevresindeki granit taş ocakları olup Koçalı Köyü'nün batısındaki Yeditaşlar'dır. Burada işlenen granit sütunlar, özellikle 2. yüzyıldan itibaren, Yakınoğu ve Kuzey Afrika ile Akdeniz'in her tarafına gönderilmiştir (Başaran ve Güngör, 2009).

Laboratuvar analizleri

Çalışmada, toprak profilleri Soil Survey Division Staf, (2017) de belirtilen kriterlere göre incelenmiş ve her iki profilden toplam 9 adet toprak örneği alınmıştır. Laboratuvara getirilen topraklar oda koşullarında kurutulup 2 mm'lik elek ile elenmiş, bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri saptanmıştır. Toprak örneklerinde pH (1:2,5 toprak-saf su süspansiyonu), organik karbon miktarı

Smith – Weldon metoduna göre potasyum permanganat çözeltisi yardımıyla (Nelson ve Sommers, 1996), kireç tayini (Schlichting ve Blum, 1966), kation değişim kapasitesi sodyum asetat yöntemiyle (USDA, 1954), tekstür hidrometre (Bouyoucos, 1951) yöntemine göre belirlenmiştir. Total azot (%) Kjeldahl yöntemiyle (Bremner, 1996), alınabilir fosfor miktarı (P_2O_5) Olsen ve Sommers (1982)'e göre, yarayışlı potasyum (K_2O) ise amonyum asetat yöntemiyle alev fotometresinde belirlenmiştir (Sağlam, 2008).

XRD ve SEM analizleri ÇOMÜ Merkez Laboratuvarında (ÇOBİLTUM), major oksit analizleri ise MTA Genel Müdürlüğü laboratuvarında yapılmıştır. XRD analizleri, Harris ve White., (2008) in belirttiği esaslara göre yürütülmüş olup PANalytical Empyrean cihazında $5^\circ - 70^\circ$ (2θ) aralığında ölçüm alınmış ve veriler X'Pert HighScore Plus software yazılımında işlenmiştir. SEM analizi White, (2008)' deki esaslara göre yürütülmüş ve yüzey görüntüleri JEOL JSM-7100F marka-modelindeki Taramalı Elektron Mikroskobu (FE-SEM) ile alınmıştır. EDX spektrumları Oxford Instrument X-Max marka-modelindeki dedektör kullanılarak ölçülmüştür. Örneklerin iletkenlik özelliklerini arttırmak için Quorum kaplama cihazında öncelikle 8×10^{-1} mbar/Pa vakum uygulanıp, 10 mA voltaj uygulanarak altın-paladyum (%80-20) kaplama işlemi yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Makromorfolojik toprak özellikleri

Çalışmada, incelenen iki toprak profiline ait (P1 ve P2) bazı morfolojik özellikler Çizelge 1'de, bazı fiziksel ve kimyasal özellikler ise Çizelge 2'de sunulmuştur.

Table1. Some morphological features of the soils of the study area

Çizelge1. Çalışma alanı topraklarının bazı morfolojik özellikleri

Profil No	Horizon	Derinlik (cm)	Renk(yaş)	Strüktür (Büyüklik Dayanıklılık Tip)	Kıvam(kurunemli, yaş)	Tekstür	Kireç	Ana Materyal
P1	Ap	0-15	10YR 3/3	kç z gr	d ge ayap	SL	azk	
	A2	15-36	10YR 3/3	z o ykb	d ge ydap	SL	azk	
	Bw	36-45	10YR 4/4	o o ykb	yu d ayp	SL	kçs	
	C	45-54	10YR 6/4	ms	-	SL	kçs	
	Cr	54+	-	-	-	S	kçs	granit
P2	Oe	0-5	-	fr	-	SCL	-	
	A	5-13	7.5 YR 4/4	kç o gr	d d ydpd	SL	kçs	
	Bt	13-25	7.5 YR 4/6	o o ykb	d d ayp	SCL	kçs	
	Cr	25+	-	ms	-	-	kçs	granitoyid

Strüktür: z-zayıf, o-orta, kv-kuvvetli, kç-küçük, gr-granüler, ykb-yarı köşeli blok, fr-furda, ms-masif,

Kıvam: yu-yumuşak, ge-gevşek, d-dağılgan, yd-yapışkan değil, ay- az yapışkan, çy- çok yapışkan, pd-plastik değil, ap- az plastik, çp-çok plastik çst-çok sert, çsk-çok sıkı

Tekstür: C-kil, SCL- kumlu kil tın, S-kum, L-tın, Si-silt, CL- killi tın, SL- kumlu tın

Kireç: azk-az kireçli, kçs-kireçsiz

Ondüleli granitik sahaların 173 m rakımlı ve % 3-5 eğimli tepe üstü düzlüklerinde oluşmuştur. Altta bir kambik B horizonu oluşumunun gözlemlendiği A-Bw-C horizon dizilimine sahiptir. Profil 2 ise dağlık arazilerin alt etek kısmında (161 m) daha nemli ve çukur bir topoğrafyada, granodiyoritler üzerinde oluşmuştur. Oe-A-Bt-C horizon dizilimi görülmektedir (Şekil 2). Laboratuvar analizi sonuçlarına göre her iki toprak profilinde de baskın tekstür tınlı kumdur. Ancak P2'nin Bt horizonunda kil artışına bağlı olarak bünye sınıfı SCL olarak belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2 den görüldüğü gibi 1 numaralı toprak profilinin pH değeri 7.05-7.37 arasında değişmektedir. Profil boyunca ilk üç horizonunda % 1.20-1.61 arasında kireç içermekte, alt horizonlarda kireç görülmemektedir. Kation değişim kapasitesi 3.78 ile 18.00 $cmol\ kg^{-1}$ arasındadır. Bu toprak profilinde kil oranı % 4.72-19.91 arasında, silt oranı ise % 2.72-10.72 arasında değişmektedir. İki numaralı profilin pH değeri 6.06-6.26 arasında olup, (Richards, 1954; Grewelling ve Peech, 1960) göre profilin hafif asidik özelliğine sahip olduğunu göstermektedir. Kation değişim kapasitesi 16.83

ile 22.78 cmol kg⁻¹ arasındadır. Organik madde içeriği alttaki horizonlara (%1.06) göre yüzey horizonunda (% 6.06) oldukça yüksektir. Yüzeyde % 6.72 olan kil miktarı Bt horizonunda % 20 civarında olup bir agillik horizon oluşumu gözlenmiştir.

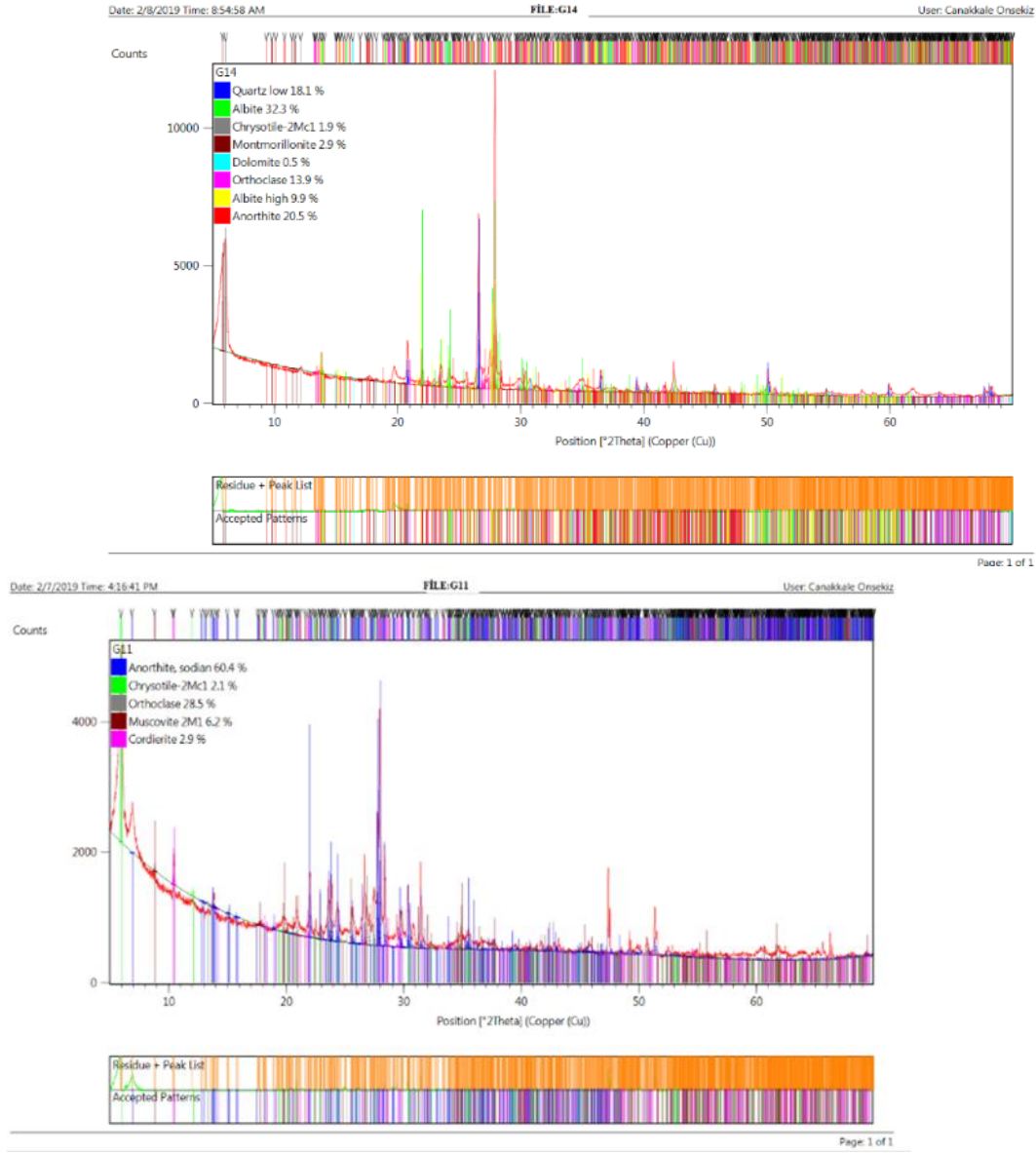
Table 2. Some physical and chemical analysis results of the study area soils
Çizelge 2. Çalışma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Horizon	Derinlik (cm)	pH (1:2,5 top/su)	CaCO ₃ %	Org Mad %	KDK (cmol kg ⁻¹)	% Kil	% Silt	% Kum	Bünye
Ap	0-15	7.27	1.20	1.43	6.59	6.72	10.72	82.56	S-LS
A2	15-36	7.37	1.61	1.11	17.78	18.72	2.72	7.56	LS
Bw	36-45	7.34	1.20	0.58	18.00	19.91	5.02	7.07	SL
C	45-54	7.12	-	0.11	14.36	16.72	6.72	76.56	LS
Cr	54+	7.05	-	0.08	3.78	4.72	6.72	88.56	S
Oe	0-5	6.20	-	6.06	-	-	-	-	-
A	5-13	6.26	-	5.87	16.83	6.72	16.72	76.56	LS
Bt	13-25	6.12	-	2.43	22.78	20.20	10.40	69.40	SCL
Cr	25+	6.06	-	1.06	-	-	-	-	-

Toprak örneklerin bazı mineralojik özellikleri

Çalışma alanında incelenen toprak profillerinin bazı horizonlarına ait X-Işını Kırınım Yöntemi ile elde edilmiş XRD difraktogramları Şekil 4 ve 5 te verilmiştir. Şekil 4 de 1 numaralı profilin Ap horizonuna ait XRD difraktogramı incelendiğinde; anortit (% 60.4), ortoklas (%28.6), muskovit gibi mineralleri içerdiği görülmüştür. C horizonunun kuvars, anortit, albit, ortoklas, montmorillonit, dolomit ve krizotil gibi mineraller saptanmıştır.

Şekil 5 de 2 numaralı profilin A horizonuna ait XRD difraktogramı incelendiğinde; A horizonunda % 43,9 ile en çok albit ile bunun yanında kuvars, muskovit ve hornblend görülmüştür. 2 numaralı profilin Bt Horizonuna ait XRD difraktogramı incelendiğinde; kuvars, albit, ortoklas, kordiyeri ve krizotil içerdiği görülmüştür. Bt horizonunda ise en çok ortoklas (% 43.8) ve albit (% 24.3) ile çeşitli feldispatlar ve krizotil e rastlanılmıştır. Bu profilin Cr Horizonuna ait XRD difraktogramı incelendiğinde; Granodiyoritik kayalarda bulunan minerallerin çoğuna rastlanmıştır. Bunlardan andesine, kuvars, ortoklas, albit, muskovit, hornblend, lazurit, dolomit gibi mineralleri içerdiği görülmüştür.



Şekil 4. 1 numaralı profilin Ap ve C horizonları XRD difraktogramları
Figure 4. XRD diffractograms of Ap and C horizons of profile 1

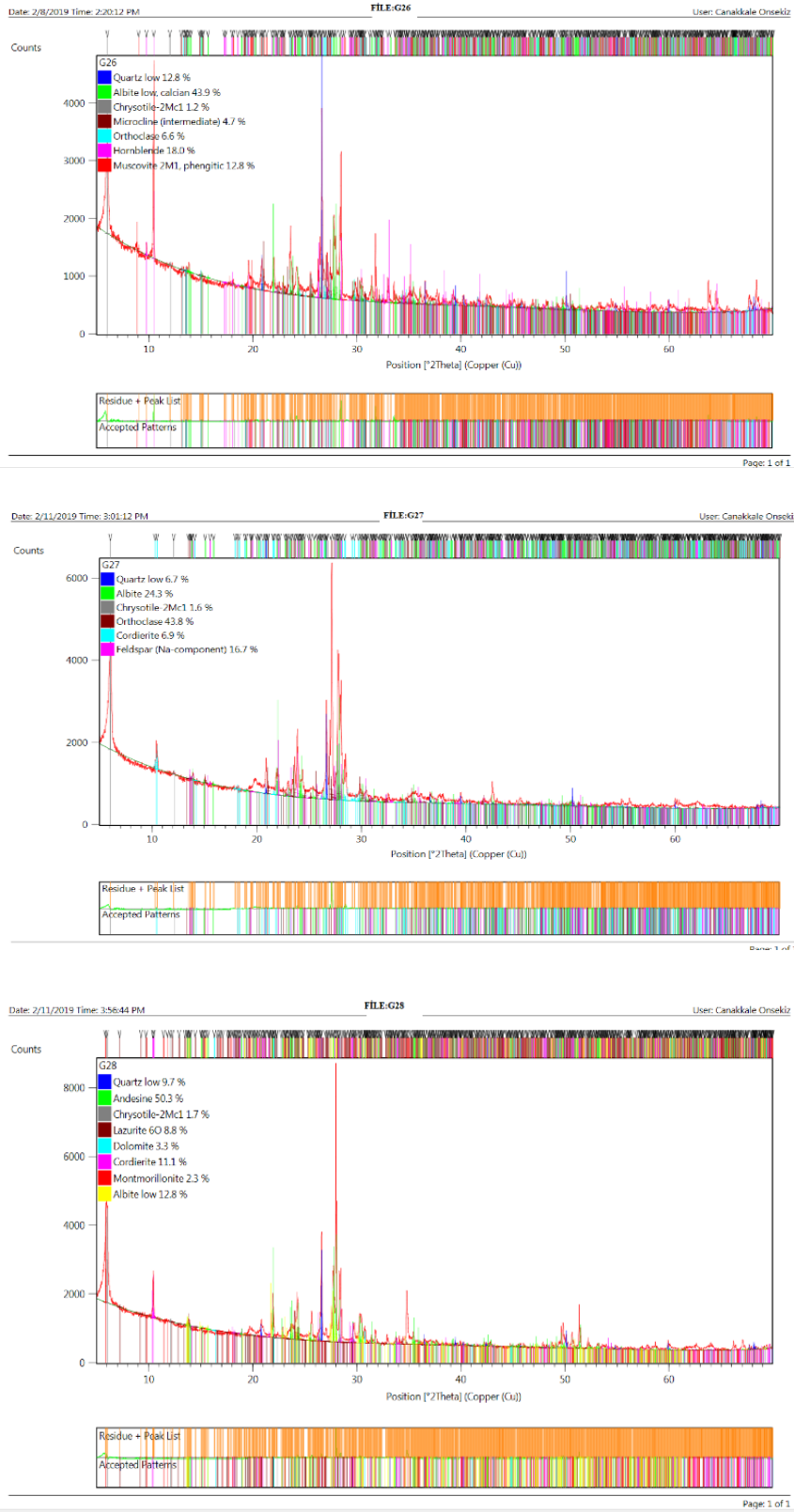


Figure 5. A, Bt and Cr Horizons XRD Diffractograms of Profile No. 2
Şekil 5. 2 Numaralı Profilin A, Bt ve Cr Horizonları XRD Difraktogramları

Şekil 6 da P1'in Ap horizonuna ait SEM-EDX görüntüsü ve bu görüntü üzerinde spektrum 3' ün element dağılımı sunulmuştur. Görüntüler üzerinde kuvars ve çeşitli feldspatlar yer almaktadır.

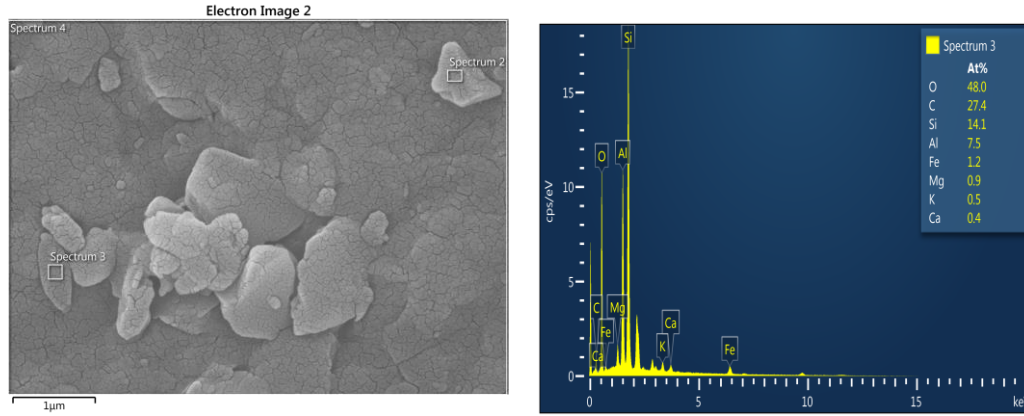


Figure 6. SEM-EDX images of the Ap horizon of profile 1 and the element distribution of spectrum 3 on them
Şekil 6. 1 numaralı profilin Ap horizonuna ait SEM-EDX görüntüleri ve bunlar üzerindeki spektrum 3 ün element dağılımı

Profillerin bazı horizonlarına ait major oksit analizleri ve jeokimyasal ayrışma oranları

Çalışma alanında tanımlanan toprak profillerine ait horizonlarda belirlenen majör oksit analiz sonuçları Çizelge 3 'de sunulmuştur.

Table 3. Major Oxide Analysis Results of Soil Profiles

Çizelge 3. Toprak Profillerinin Major Oksit Analiz Sonuçları

Profil	Horizon	A.Za %	Al ₂ O ₃ %	CaO %	Fe ₂ O ₃ %	K ₂ O %	MgO %	Na ₂ O %	SiO ₂ %	TiO ₂ %
P1	Ap	4.20	15.75	6.65	7.30	4.40	1.60	3.35	55.55	1.10
	Bw	3.80	16.05	4.70	6.75	4.35	1.45	3.30	58.40	1.10
	C	4.15	13.70	1.40	2.75	3.50	1.45	2.35	59.60	1.00
P2	A	5.55	16.80	3.40	6.90	3.35	2.15	3.25	55.85	1.20
	Bt	6.10	17.70	2.45	7.60	3.35	2.10	2.90	56.45	1.10
	Cr	3.00	17.60	3.35	6.55	3.55	2.00	3.49	58.65	1.40

Toprakların ayrışma düzeylerinin belirlenmesinde kullanılan bazı alterasyon indeksleri aşağıda sunulmuştur.

CIA- Kimyasal alterasyon indeksi (Nesbitt ve Young, 1982) (1)

$$CIA = (100) \left[\frac{Al_2O_3}{Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O} \right]$$

Plajioklas alterasyon indeksi (PIA)-(Fedo ve ark., 1995) (2)

$$PIA = (100) \left[\frac{Al_2O_3 - K_2O}{Al_2O_3 + CaO + Na_2O - K_2O} \right]$$

Bazlar/R₂O₃ oranı (Birkeland, 1999) (3)

$$\text{Bazlar/R}_2\text{O}_3 = \frac{(MgO + CaO + Na_2O + K_2O)}{(TiO_2 + Fe_2O_3 + Al_2O_3)}$$

R=SiO₂/Al₂O₃ oranı (Ruxton, 1968) (4)

SiO₂/Al₂O₃+ Fe₂O₃+TiO₂ oranı (5)

Toprak profilinde kimyasal ayrışma ile Na, Ca ve K gibi bazik kationların minerallerden uzaklaşmasına dayanan kimyasal alterasyon indeksi (CIA), ayrışma ilerledikçe artmaktadır. Feldspatların kile alterasyonunu yansıtan bu değer 50 ve altında ise mineral ayrışmasının henüz taze olduğunu, 100 civarında ise optimum ayrışma düzeyine ulaşıldığını bildirmektedir (Nesbitt ve Young, 1982). Bazlar /R₂O₃ oranı 0-10 arasında olup ayrışma arttıkça azalmaktadır. Plajioklas alterasyon indeksi olarak bilinen PIA, feldspatların ayrışması hakkında bilgi vermektedir. Bu değer 100 e doğru yaklaştığında feldspatların ayrışma oranının arttığına işaret etmektedir. SiO₂/Al₂O₃ oranı (R değeri) sıfıra doğru yaklaştığında ayrışma derecesinin arttığını göstermektedir.

Bu eşitliklerde söz konusu edilen CaO değeri, silikat mineralleri kaynaklı CaO değeridir ve bu nedenle karbonat ve apatit düzeltmesi yapılarak kullanılması gerekmektedir. Bunun nedeni, apatitin silikat minerallerinde önemli CaO kaynaklarından birisi olmasıdır. Eşitliklerde yapılan düzeltme hesaplamalarında CaO değeri Na₂O değerinden daha düşük bulunduğu indekslerde bu değer, yüksek bulunursa Na₂O değeri kullanılmaktadır (McLennan ve ark., 1993).

Çalışma alanında tanımlanan toprak profillerine ait jeokimyasal ayrışma oranları

Çizelge 4'de sunulmuştur. $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ oranı P2'nin Bt horizonunda en düşük olarak (3,12) bulunmuştur. Feldspat alterasyon oranı (PIA) değeri her iki profilde de 50-60 arasında bulunurken, kimyasal alterasyon indeksi (CIA) değerleri de benzer şekilde genellikle 50-57 arasında bulunmuştur. Bazlar/ R_2O_3 oranı da genellikle 1'in altında belirlenmiştir (Çizelge 4).

Table 4. Geochemical weathering rates of some horizons of soil profiles

Çizelge 4. Toprak profillerinin bazı horizonlarına ait jeokimyasal ayrışma oranları

Profil	Horizon	Derinlik (cm)	$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$	PIA	CIA	Bazlar/ R_2O_3	$\frac{\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3}{+\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2}$
P1	Ap	0-15	3.45	50	50	0.92	2.49
	Bw	36-45	3.56	51	51	0.89	2.63
	C	45-54	4.26	56	54	1.01	3.49
P2	A	5-13	3.26	55	54	0.87	2.41
	Bt	13-25	3.12	60	57	0.77	2.31
	Cr	25+	3.26	55	54	0.87	2.48

Çalışma konusu 2 toprak profilinin yüzey horizonlarına ait toplam azot (% N), yararılı fosfor (P) ve potasyum (K) gibi makro besin elementi içerikleri Çizelge 5 de verilmiştir.

Table 5. Some macronutrient amounts of the soils of the study area

Çizelge 5. Çalışma alanı topraklarının bazı makro besin elementi miktarları

Profil No	Horizon	Derinlik (cm)	N (%)	P_2O_5 (kgda ⁻¹)	K_2O (kgda ⁻¹)
P1	Ap	0-15	0.031	11.29	20.90
P2	A	5-13	0.093	4.94	21.17

Çizelge 5 te görüldüğü gibi P1 de % azot (N) 0.031, fosfor 11.29 kgda⁻¹ ve potasyum da 20.90 kgda⁻¹, P2 de ise % azot (N) 0.093, fosfor 4.94 kgda⁻¹ ve potasyum da 21.17 kgda⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Çalışma konusu 2 toprak profili, arazide saptanan morfolojik özellikleri, laboratuvar analiz sonuçları, iklim verileri ile mineralojik bulgular dikkate alınarak tanımlama horizonlarının varlığına göre Toprak Taksonomisi (Soil Survey Staff, 2014) ve WRB (IUSS, 2014)'e göre sınıflandırılmıştır (Çizelge 6). P1 Inceptisol P2 ise Alfisol ordosunda yer almıştır.

Table 6. Classification of the study soils

Çizelge 6. Çalışma alanı topraklarının sınıflandırılması

Toprak Taksonomisi (Soil Survey Staff, 2014)			WRB (2014)		
Profil	Ordo	Alt ordo	Büyük grup	Alt grup	Referans toprak grubu
1	Inceptisol	Xerepts	Haploxerepts	Lithic Haploxerepts	<i>Endoleptic Cambisols</i>
2	Alfisol	Xeralfs	Haploxeralfs	Lithic Mollic Haploxeralfs	<i>Leptic Luvisols</i>

Toprak oluşumu, diğer canlıların oluşum sürecinden daha uzun olduğu gibi aynı zamanda dış etkilere ve çevresel faktörlere göre de değişiklik göstermektedir. Toprak ana materyali, iklim, canlılar, topografya ve zaman ile birlikte önemli bir toprak oluşturan faktördür. Mineral toprakların ana materyali/mineralojisi, tarımsal açıdan toprak birimlerinin fiziko-kimyasal özelliklerini açıklamada oldukça önemli bir yer tutmaktadır ve toprak sınıflandırmasında da önde gelen önemli bir faktördür. Örneğin farklı ana materyaller, temsil ettiği ana kayanın özelliğine göre daha kısa zamanda ya da daha uzun süreçte toprak oluşmasını sağlayabilmektedir. Bunun yanında iklim faktörleri de özellikle sıcaklık ve yağış miktarındaki değişimler topoğrafyanın değişmesi kısa aralıklarda bile toprağın özelliklerine yansımakta ve oluşum sürecini etkilemektedir. Buna bağlı olarak meydana gelen toprakların profil, fiziko-kimyasal ve mineralojik özellikleri de birbirinden farklı olabilmektedir.

Granitler, yerkabuğunun derin zonlarında oluşmuş, asidik ve açık renkli, kaba tekstürlü, mağmanın çok avaş soğuması nedeniyle iri kristalli kayaçlardır (Allison ve Palmer, 1980). Araştırmacılar, bunların mineralojik bileşim olarak esas mineralleri kuvars, potaslı (alkali) feldspat (ortoklas veya mikroklin), asit plajiolklas (albit veya oligoklas), daha az miktarda mika (biotit) ve hornblend olduğunu, ortalama olarak % 60 feldspat, % 30 kuvars ve % 10 kadar da minör mineralleri içerdiğini bildirmektedirler. Çalışma alanında incelenen granitik kayaçlar üzerinde oluşmuş 2 toprak profili de mineralojik bileşim, tekstür ve diğer özellikler bakımından Allison ve Palmer (1980)'in tanımlamalarına benzer özellikler göstermektedir (Çizelge 2; Şekil 4,5,6).

Bir numaralı profil %3-5 eğimli ondüleli plato üzerinde oluşmuştur. Kambik B horizonu içeren A-Bw-C horizon dizilimi göstermektedir. Renkleri sarımsı kahverengi, strüktürü yüzeyde granüler ve Bw horizonunda yarı köşeli bloktur. Katyon değişim kapasiteleri (KDK) 17-18 cmolk⁻¹ arasında, yüzeydeki organik madde miktarı %1.43 civarındadır. Bu profilin toprak reaksiyonu diğer profile göre yüksek olup 7.0-7.2 arasındadır. Burada toprak reaksiyonunu anortit ve albit gibi Ca ve Na açısından zengin feldspatların artırdığı düşünülmektedir. Nitekim 1 numaralı profilin Ap ve C horizonlarının XRD difraktoramları incelendiğinde Ap horizonunda % 60.4 ile en çok anortit ve %28.6 ile ortoklaz belirlenirken C horizonun kuvars, anortit, albit, ortoklaz, montmorillonit, dolomit ve krizotil gibi minerallerin yer aldığı görülmüştür (Şekil 4). Profil 2 ise dağlık arazilerin alt etek kısmında (161 m) daha çukur ve düz bir topğrafyada oluşmuştur. Oe-A-Bt-Cr horizon diziliminin görüldüğü bu profile, bulunduğu topoğrafik koşullar nedeniyle toprağa su girişi P1 e göre daha fazla ve bitki örtüsü daha gürdür. Bu nedenle toprak daha nemli ve üst horizonlardan yıkanan kilin biriktiği bir argillik horizon mevcuttur. Nitekim, Trakya'da granit kayaçları üzerinde çalışma yapan Kantarcı (1981), granit topraklarının belirgin yıkanma ve birikme horizonları gösterdiğini, söz konusu horizonların renk ve horizonlar arasındaki toprak farklarına göre ayırtılabildiğini, bunun yanında horizonlar arasında strüktür, sıklık, bağlılık bakımından da çeşitli farklılıklar olduğuna işaret etmektedir.

İncelenen iki profilin tüm horizonlarında baskın tekstür kumlu tındır. Ancak, 2 nolu profilin Bt horizonunda kil miktarı P1 den biraz daha yüksek bulunmuştur. X-Işını difraksiyon (XRD) analiz sonuçlarına göre, beklendiği gibi ana kayanın doğasına bağlı olarak kuvars ve feldspatlar dominant mineraller olarak belirlenmiştir. Nitekim, Başaran ve Güngör (2009) yörede yürüttükleri bir çalışmada granit kayaçlarının ayrışarak arenalaştığını, feldspat, kuvars, biyotit ve hornblend gibi minerallerin hakim mieraller olduğunu belirtmektedirler.

Kimyasal ayrışma indeksi (CIA) iki profile 50-57 arasında bulunmuştur. Nesbitt ve Young (1982)'e göre yapılan sınıflandırmada CIA değerleri, aşırı derecede ayrışmış (90-100), ileri derecede ayrışmış (80-90), orta derecede ayrışmış (70-80), az ayrışmış (60-70) ve çok az ayrışmış (50-60) olarak bildirilmektedir. Ayrışma ve parçalanma arttıkça bu değer de artmakta ve başka bir ifade ile feldspatların kile alterasyonunu göstermektedir. Buna göre P1 ve P2 profilleri çok az ayrışmış sınıfta yer almaktadır. Ancak, P2 de CIA değeri P1'e göre daha yüksek olup az ayrışmış sınıfına yakındır. Bu da söz konusu profiledeki ayrışma düzeyinin diğer profile göre daha fazla olduğunu göstermektedir.

CIA'ya alternatif olarak kullanılan bir endeks olan PIA, plajiolklasların alterasyon derecesi hakkında bilgiler vermekte ve bu değer artması ayrışmanın arttığını göstermektedir (Fedo ve ark., 1995). CIA değerine benzer şekilde profillerin PIA değerleri de 50-57 arasında bulunmuş olup düşük ayrışmaya işaret etmektedir. Nitekim P2 'de iklim ve özellikle topoğrafik koşulların etkisiyle yüzeyden yıkanan kilin bir agillik horizon oluşturduğu görülmektedir. Bu durum SiO₂/Al₂O₃ oranı ile doğrulanmaktadır. Söz konusu oran P2 de (3.12) Bt horizonuna doğru azalmaktadır (Çizelge 4). Nitekim Wersrten ve Sevink (1978), bu oranda alta doğru oluşacak bir azalmanın silisyumun alta doğru yıkanmakta olduğunu ve bir kil hareketi sonucunda kil illuviyasyonunun varlığını gösterdiğini belirtmektedir. Ruxton, (1968)'e göre ise söz konusu oranın sifıra doğru yaklaşması ayrışma derecesinin arttığına işaret etmektedir.

Bazlar/R₂O₃ oranı 0-10 arasında değişmekte olup toprakta ayrışma arttıkça bu değer azaldığı bilinmektedir. Nitekim yürütülen çalışmada, incelenen 2 toprak profilinin bazlar/R₂O₃ oranına bakıldığında en düşük oranın 0,77 ile P2'nin Bt horizonuna ait olduğu görülmektedir. Aynı horizonun CIA ve PIA değerlerinin diğer tüm horizonlardan yüksek olması ile bazlar/R₂O₃ oranının düşük olması birbirini doğrulamakta ve bu profiledeki ayrışmanın diğer profillere göre biraz daha yüksek olduğunu kanıtlamaktadır.

Çalışma alanındaki toprak profillerinin yüzey horizonlarına ait yarayıklı azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) gibi makro besin elementi miktarları incelendiğinde, yarayıklı azot (N) içerikleri P1 de çok fakir, P2 de ise orta seviyede belirlenmiştir (Sillanpaa, 1990). Yarayıklı fosfor (P) ise 1 nolu profilde çok yüksek, 2 nolu profilde ise az olarak belirlenmiştir (Ülgen ve Yurtseven, 1995). Yarayıklı potasyum (K) 1 ve 2 nolu profillerde orta miktarda belirlenmiştir.

Toprak Taksonomisine göre P1 Lithic Haploxerepts, P2 Lithic Mollic Haploxeralfs olarak sınıflandırılmıştır. Referans toprak gruplamasına göre (WRB) P1 *Endoleptic Cambisols*, P2 ise *Leptic Luvisols* olarak sınıflandırılmıştır.

Sonuç ve Öneriler

Yapılan çalışmada granitik kayalar üzerinde ve farklı topoğrafyada yer alan 2 toprak profilinin oluşumunda katenasal etkinin (topoğrafya) önemli rol oynadığı görülmüştür. Ondüneli bir topoğrafyada yer alan P1'e göre daha düz - çukur bir topoğrafik konumda oluşan P2 profilinde nem içeriği ve organik madde içeriği daha yüksek olup toprak reaksiyonu daha asidiktir. Bunun yanında P2 de bir agillik horizon oluşumu gözlenirken P1 de bir kambik horizon oluşabilmiştir. Dolayısıyla aynı coğrafi bölgede ve benzer ana materyal ve iklimde oluşmuş iki toprak profilinde, topoğrafik farklılıkların toprak drenajını, horizon dizilimini ve toprak özelliklerini etkilediği, bunun sonucunda söz konusu toprak profillerinin farklı ordolarda sınıflandırılmalarına neden olduğu saptanmıştır. Bu nedenle, yapılacak bu tür çalışmalarda topoğrafya ve drenaj koşulları (katena) göz önünde bulundurulmalıdır.

Teşekkür: Birinci yazarın ÇOMÜ Lisansüstü Enstitüsü Yüksek Lisans tez çalışmasından üretilen bu çalışmaya; FYL-2018-2672 numaralı proje kapsamında destek veren Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine, araştırmanın majör oksit analizlerini gerçekleştiren MTA Genel Müdürlüğüne, XRD ve SEM analizlerini yapan ÇOMÜ ÇOBİLTUM personeline teşekkürü bir borç biliriz.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler

Kaynaklar

- Allison, Ira S., Palmer, D. F., 1980. Geology. The science of a changing earth. ISBN0.07.001121.4(pbk).p.557, ABD.
- Anonim, 2022. <https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/canakkale/ezine-19344/> (17.08.2022). Ezine ilçesi 1991-2021 yılları arası iklim tablosu
- Başaran, A.E. ve Güngör, Y., 2009. Kestanbol granit sütun ocakları. restorasyon ve konservasyon çalışmaları dergisi. Dergipark, (3):41-48.
- Birkeland, P.W., 1999. Soils and Geomorphology, 3rd ed. Oxford Univ. Press, New York.
- Bouyoucos, G.S., 1951. Recalibration of the hydrometer methods for making mechanical analysis of soil agron. jour. No:43.
- Bremner, J.M., 1996. Nitrogen-total. Method of soil analysis. Part 3. Chemical methods-SSSA Book series no.5.Chap. 37.
- Buol, S.W., Hole, D., McCracken, Southard, R.J. 1997. Soil genesis and classifications. Iowa State Univ. Press/Ames. ISBN:0-8138-1464-2 p.527.
- Fedo, C.M., Nesbitt, H.W., Young, G.M., 1995. Unraveling the effects of potassium metasomatism in sedimentary rocks and paleosols, with implications for paleo weathering conditions and provenance. Geology 23, 92 1-924.
- Harris, W. and White, G.N., 2008. X-Ray diffraction techniques for soil mineral identification. Soil Science Society of America, 677 S. Segoe Road, Madison, WI 53711, USA. In: Ulery, A.L. and Drees, L.R. Ed, Method of Soil Analysis. Part 5. Mineralogical Methods. SSSA Book Series, no.5.
- IUSS Working Group, WRB., 2015. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015 International Soil Classification System for Naming Soils and Creating Legends for Soil Maps. World Soil Resources. FAO, Rome. Reports No. 106.
- Joffe, J.S., 1949. Pedology publication. The Somerset Press Inc. New Jersey.
- Kantarci, M.D., 1981. Kuzey Trakya Orman yetişme bölgesinde granit anataşı üstündeki bir toprak katenasının analitik olarak incelenmesi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri A, cilt 31, sayı 1.

- Nesbitt, H.W., Young, G.M., 1982. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites. *Nature* (299): 715 -717
- Olsen, S.R. ve Sommers, E.L., 1982. Phosphorus Soluble in Sodium Bicarbonate, *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties*. Edit: A.L. Page, P.H. Miller, D.R. Keeney, 404-430.
- Ruxton, B.P., 1968. Measures of the degree of chemical weathering of rocks. *Journal of Geology* (76): 518-527
- Sağlam M.T., 2008. Toprak ve suyun kimyasal analiz yöntemleri. *Tekirdağ NKÜ Zir.FakYay No: 2, 154 S.*
- Schlichling E., Blume H.P., 1966, *Bodenkundliches Praktikum*, Verlag Paul Parey, Hamburg-Berlin
- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1996. *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods*. Soil Science Society of America Book Series no.5, pp.961-1010.
- Sillanpaa, M., 1990. Micronutrient assessment at the country level: A global study. *FAO Soils Bulletin 63. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome.*
- Sivrikaya, G. ve Ekinci, H., 2021. Suluca (Lapseki-Çanakkale) Katenasında Toprak Özellikleri ve Taksonomik Değişim. *ÇOMÜ Zir. Fak. Derg. (COMU J. Agric. Fac.)* 2021: 9 (1): 163–177 ISSN: 2147–8384 / e-ISSN: 2564–6826 doi: 10.33202/comuagri.887265163
- Soil Survey Staff., 2014. *Keys to Soil Taxonomy*. Soil Survey Staff, U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service. p.337.
- Soil Science Division Staff, 2017. *Soil survey manual*. C. Ditzler, K. Scheffe, and H.C. Monger (eds.). USDA Handbook 18. Government Printing Office, Washington, D.C.
- USDA, 1954. U.S. Salinity Laboratory Staff..*Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils*. No.60.
- Ülgen, N. ve Yurtsever, N., 1995. *Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi*. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66.
- Verstraten J.M. and Sevink J., 1978. Clay soils on limestone in south Limburg, The Netherlands, 2. *Weathering. Geoderma*, 21(4), 269-280.
- White, G.N., 2008. *Scanning Electron Microscopy*. Soil Science Society of America, 677 S.Segoe Road, Madison, WI 53711, USA. In: Ulery, A.L. and Drees, L.R. Ed, *Method of Soil Analysis. Part 5. Mineralogical Methods*. SSSA Book Series, no.5
- Yiğitbaş, E., 2006. Biga Yarımadası ve Kazdağlarının Jeolojisi. *ÇOMÜ, Müh. Mim. Fak. Jeoloji Müh. Böl.* <http://www.slideshare.net/serdaraksoy/jeoloji-yigitbas-2006>.