



Çanakkale Koşullarında Andezitlerde Toprak Oluşumu

Aykut Yüksel¹

<https://orcid.org/0000-0003-3466-7682>

Hüseyin Ekinci*

<https://orcid.org/0000-0002-5872-0655>

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Çanakkale

*Sorumlu yazar: hekinci@comu.edu.tr

Özet

Çanakkale'nin Çan (Muratlar Köyü) ve Ayvacık (Bektaş Köyü) İlçelerinde yürütülen bu çalışma, yörede yaygın olarak bulunan andezitik kayalar üzerinde oluşmuş iki toprak profilinin fiziko-kimyasal ve mineralojik özelliklerini incelemek amacıyla yapılmıştır. Toprak örneklerinde fiziksel ve kimyasal analizler ve bazı mineralojik analizleri (XRD, SEM-EDX ve major oksit) yapılmış ve kimyasal ayrışma indeksi –CIA, plajiolklas alterasyon indeksi – PIA ve SiO_2/Al_2O_3 gibi bazı ayrışma oranları hesaplanmıştır. Profil 1 yüzeyde kumlu kil tın, yüzey altında ise kil tın - kil, profil 2 ise genellikle kil tın ve kil bünye sınıfındadır. Profil 1 de CIA ve PIA ayrışma indeksleri profil 2 ye göre çok yüksek bulunmuştur. Buna göre feldspatların optimum ayrışma değerine yaklaştığı ve ileri derecede bir ayrışmanın gerçekleştiği saptanmıştır. Belirlenen yüksek değerdeki ayrışmada hidrotermal alterasyon etkili olmuştur. X-Işını difraksiyon (XRD) analiz sonuçlarında profil 1 de yüzey horizonlarında kaolinit belirlenmiş, profilin alt katlarında ise yüksek oranda montmorillonite rastlanmıştır. Profil 2 de başat mineraller olarak özellikle feldspatlar ve muskovit belirlenmiştir. Çalışma sonuçları, profil 1'in profil 2 ye göre ileri derecede ayrışma gösteren, daha farklı horizonlara sahip yaşlı bir profil olduğunu göstermektedir. Toprak profilleri toprak taksonomisine göre sırasıyla Ultic Haplustalf ve Mollic Haploxeralf, WRB sınıflamasına göre ise Leptic Luvisol (chromic clayic) ve Leptic Luvisol (chromic) olarak sınıflandırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Toprak Profili, Andezit, Çanakkale, Toprak Özelliği

Soil Formation In Andesites Under Canakkale Conditions

Abstract

This study was carried out in Çan (Muratlar Village)-and Ayvacık (Bektaş Village)-Districts of Çanakkale to determine the physico-chemical and mineralogical properties of two soil profiles formed on andesitic rocks commonly found in the region. Physical, chemical analyzes and some mineralogical analyzes (XRD, SEM-EDX and major oxide) of soil samples were carried out and some weathering indexes such as chemical weathering index - CIA, plagioclase alteration index - PIA and weathering rates such as SiO_2 / Al_2O_3 were calculated. Texture class of profile 1 was sandy clay loam on the surface, clay loam in the subsurface, and texture class of profile 2 was generally clay loam and clay. The weathering indexes of CIA and PIA in profile 1 were found to be very high compared to profile 2. Accordingly, it was determined that feldspars approached the optimum level of disintegration and that an advanced value of weathering occurred. Hydrothermal alteration was also effective on high value of weathering. According to X-Ray diffraction (XRD) analysis results, kaolinite was determined in the surface horizons, and a high proportion of montmorillonite was found in the lower layers of the profile 1. In profile 2, feldspars and muscovite were determined as the dominant minerals. The results of the study showed that profile 1 was more aged than profile 2 with more different horizons showing an advanced degree of weathering. Soil profiles were classified as an Ultic Haplustalf and Mollic Haploxeralf, and as Leptic Luvisol (chromic clayic) and Leptic Luvisol (chromic) reference soil groups according to the soil taxonomy and WRB system, respectively.

Key words: Soil Profile, Andesite, Çanakkale, Soil Characteristics

Giriş

Doğal ve canlı bir kaynak olan toprak, tarımın olmazsa olmazıdır. Bununla birlikte oluşumu çok uzun zaman almaktadır. Bir ana materyal, toprak yapan faktörlerin karşılıklı etkileşimleri sonucu değişime uğrayarak uzun zaman içerisinde toprağı oluşturmaktadır. Tarım için vazgeçilmez önemde olan bu kaynağın özelliklerinin bilinmesi ve bu özelliklere uygun şekilde kullanılması, onun sürdürülebilir ve doğru kullanılması bakımından da büyük öneme sahiptir.

Anakayalar oluşum şekline göre üç grupta toplanır. Bunlar, püskürük (volkanik), tortul (sedimenter) ve metamorfik (başkalaşım) kayalardır. Ana materyaller ise bu kayalardan yerinde oluşmuş veya çeşitli güçler tarafından taşınmış mineral orijinli olabileceği gibi, organik kökenli de olabilir. Ana materyallerin bu farklılaşmasında; Atmosferden su, CO₂ ve güneşten radyasyon gibi ilaveler, karbonatlar, kil, humus, seskioksitler, tuzlar ve bazik katyonların yukarıdan aşağıya taşınması, toprak gövdesinde çeşitli minerallerin ve organik maddenin ayrılarak başka formlara veya minerallere dönüşmesi, yüzeyde ve alt katmanlardaki kayıplar gibi toprak oluşum süreçleri etkili olmaktadır. Bu süreçlerin etkisiyle toprak profili şekillenerek içerisinde çeşitli toprak horizonları oluşmaktadır.

Volkanik ana kayaların iç püskürük kayalar sınıfından olan andezitler feldispat, mika, hornblent, ojit gibi minerallerin birleşmesi ile oluşmuştur. Gri, yeşilimsi, kırmızımsı ve esmer renkte görünebilirler. Andezitlerin oluşturduğu topraklar genellikle ağır bünyeli, nötr, sığ-orta derinlikte ve çoğunlukla A-C horizonlu topraklardır. Su tutma kapasiteleri yüksek olup genellikle verimlidirler, ancak kötü drenajlı da olabilirler. Andezit toprakları üzerinde çoğu yerde irili ufaklı yüzey taşlılığı görülmektedir. Ana materyal (C horizonu) genellikle serttir. Toprak derinliğinin uygun olduğu yerlerde ağaçlandırma yapılabilir (Anonim, 2016).

Andezit ince taneli, dayklar ve siller gibi formlarda oluşmuş volkanik kökenli iç püskürük sınıfından mağmatik kayalardandır. Genellikle plajioklas, piroksen, hornblend ve mika gibi esas minerallerin yanında magnetit, biotit, apatit, ilmenit ve zirkon gibi aksesuar mineralleri içerirler. Ortalama silika içerikleri %57-63 arasındadır (Best, 2002; Winter, 2010).

Toprakların ayrışma yoğunlukları çeşitli ayrışma indeksleri ve oranları tarafından belirlenebilmektedir. Bunlar kimyasal ayrışma indeksi –CIA (Nesbitt ve Young,1982), plajioklas ayrışma oranı-PIA, (Fedo ve ark, 1995), bazlar/R₂O₃ oranı (Birkeland, 1999) gibi indekslerdir.

Güney Polonya'dan (Batı Karpatlar) alınan toprak profillerinin fiziksel, kimyasal ve mikromorfolojik özellikleri üzerine orta humid bir iklimde andezit ayrışması ve toprak oluşumunun etkisi araştırılmıştır. Çalışmada andezit ayrışması ve toprak oluşumu sırasında ayrılmamış andezitik kayalara göre SiO₂, Al₂O₃, CaO, ve Na₂O miktarında önemli azalmalar saptanmıştır (Szymański ve Szkaradek, 2018). Yüksel ve Ekinci (2019), Meriç havzasında inceledikleri yaşlı alüviyal teras üzerinde oluşmuş bir toprak profilinde SiO₂/Al₂O₃ oranının alt katmanlara doğru azaldığını, bu durumun profile bir kil illuviasyonunun varlığına işaret ettiğini belirtmişlerdir.

Çoban (1997), Ayvacık (Çanakkale) yöresindeki bentonitlerin jeolojisi, mineralojisi ve oluşumunu incelemiştir. İnceleme alanında, Miyosen yaşlı volkanik kayalar içindeki faylar ile ilişkili toplam dokuz adet bentonit yatağı saptayan araştırmacı, bentonit yataklarının faylardan gelen hidrotermal sıvıların andezit, trakiandezit ve tüfleri (yerinde) ayrıştırması sonucunda orijinal camsal malzemenin (camsal tüfler) devitrifikasyonu sonucu oluştuğunu saptamıştır.

Ündül ve ark. (2016), Çanakkale -Gökçeada'da yüzeylenen andezit ve riyodasit bileşimli kayaların içyapı özelliklerinin dayanım ve deformasyon özelliklerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, kayaların içyapı unsurlarının, fiziksel – mekanik ve elastik özelliklere ve çatlak gelişimine etkilerini saptamışlardır.

Çanakkale Çan ilçesinin güney batısındaki (Muratlar, Halılağa, Keçiağlı ve Hacıkasım) köyler arasında su kaynaklarının hidrojeokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada, 35 farklı su noktasında (kaynak, içme suyu, sondaj ve keson kuyu) arazide fizikokimyasal parametre ölçümleri yapılmış, Temmuz ve Nisan olmak üzere farklı iki dönemde kimyasal ve izotopik Soil Survey Sözelliklerini temsil edecek örnekler alınmıştır. Bu alanın aynı zamanda hem soğuk su hem de sıcak su kaynakları açısından da son derece önem taşıdığına vurgulandığı çalışmada, geniş bir alanda yüzlek

Çanakkale Koşullarında Andezitlerde Toprak Oluşumu

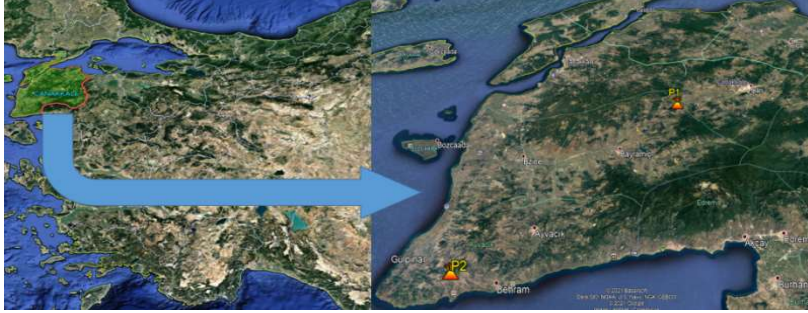
veren Çan volkanitlerinin (andezit, andezitik tüf, tüf ve bazalt) silisik alterasyon, arjilik/ileri arjilik alterasyon ve propilitik olmak üzere üç farklı tipte hidrotermal alterasyona uğradığı belirtilmiştir. Söz konusu bu volkanik birimler bölgede düşük kalorili ve yüksek sülfür içerikli Çan formasyonuna ait zengin linyit yatakları ile kontak halindedir (Şanlıyüksel Yücel ve Baba, 2015).

Muratlar Köyü-Çan ve Bektaş Köyü-Ayvacak İlçelerinde yürütülen bu çalışmada, Çanakkale yöresinde yaygın olarak bulunan andezitik kayalar üzerinde oluşmuş iki toprak profilinin fiziko-kimyasal ve mineralojik özellikleri incelenerek toprak taksonomisi (Soil Survey Staff, 2014) ve WRB (IUSS -2015) sistemine göre sınıflandırılması yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı ve coğrafi konumu

Bu çalışma, Çanakkale İli Çan ve Ayvacak İlçeleri sınırları içerisinde kalan andezitik alanlarda yürütülmüş ve iki toprak profili incelenmiştir. Profil 1 Çan ilçesi Muratlar Köyünde, profil 2 ise Ayvacak İlçesi Bektaş köyü civarındadır (Şekil 1 ve 2). Her bir toprak profili Soil Survey Division Staff, (2017) de belirtilen kriterlere göre morfolojik olarak incelenmiş ve horizon esasına göre toplam 13 adet toprak örneği alınmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanının ve toprak profillerinin konumu



Şekil 2. Toprak profillerinin arazideki görünümü

İklimi ve doğal bitki örtüsü

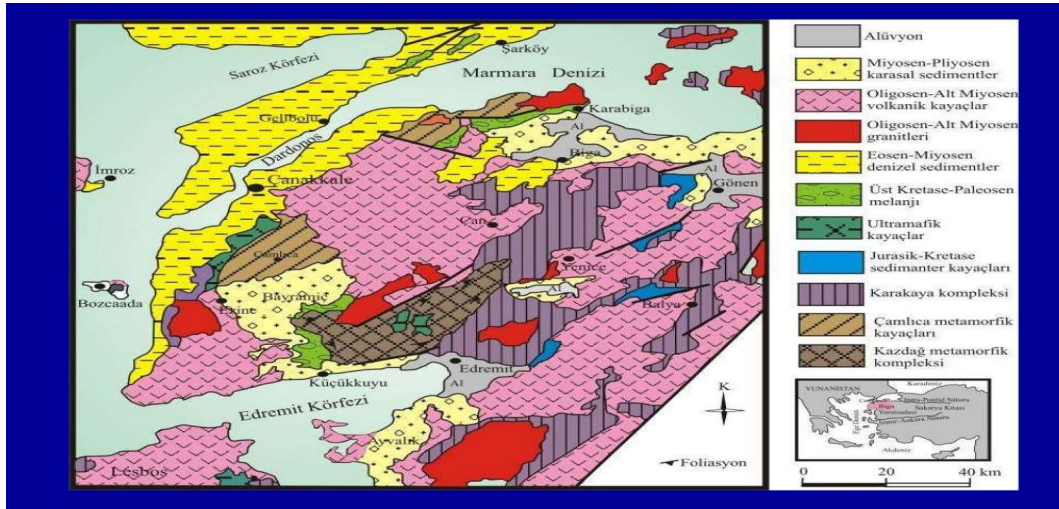
Çalışma alanlarında farklı iklim özelliklerine sahip Marmara Bölgesi iklimi hakim olup, bunun yanı sıra bölgede Karadeniz ve Karasal iklimin tipik özelliklerine rastlanmaktadır. Ayrıca Akdeniz ikliminin etkileri de gözlenmektedir. Bölgede yaz ayları hariç tüm aylarda yağış görülmekte en fazla

yağış sonbahar ve kış aylarında düşmektedir. Çanakkale Meteoroloji Müdürlüğü İklim Verilerine göre çalışma alanında yer alan ilçelerin iklim özelliklerine bakıldığında, Ayvacık ilçesinin yıllık ortalama yağış miktarı 652.2 mm, yıllık ortalama sıcaklık değeri 13.8 °C, kış ayları sıcaklık ortalaması 5.23 °C, yaz ayları sıcaklık ortalaması ise 23.3 °C dir. En soğuk ay 4.6 °C ile Ocak ayı ve en sıcak ay ortalaması ise 23.3 °C ile Temmuz ayıdır. Çan ilçesinin yıllık yağış ortalaması 628,8 mm, ortalama sıcaklık değeri ise 13.8 °C dir. Kış ayları sıcaklık ortalaması 5.33 °C, yaz ayları sıcaklık ortalaması 22.56 °C, en soğuk ay 4.5 °C ile Ocak ayı ve en sıcak ay 22.56 °C ile Temmuz ayıdır (Anonim, 2019 a).

Çanakkale İl yüzölçümünün %49,3'ü ormanlıktır. Kalan diğer alanları çayır-meralar, tarım arazileri, yerleşim yeri ve diğer alanlar ile oluşturmaktadır. Akdeniz iklimine özgü bitki topluluğu olan makilerden defne (*Laurus nobilis*), kocayemiş (*Arbutus unedo*), mersin (*Myrtus communis*) ve çalılar hakim doğal bitki örtüsünü oluşturmaktadır. Bu ormanlarda karışık cins ağaç toplulukları bulunur. Kızılcım (*Pinus brutia*), karaçam (*Pinus nigra*), köknar (*Abies*), meşe (*Quercus*), kayın (*Fagus*) türündeki ağaçlar çoğunluktadır. Kuru tipi ormanlara, Kazdağı dolaylarında rastlanır. İç kısımlarda, bozkır görünümlü, cılız otlu, tahıl üretimine elverişli alanlar ile su boylarında her mevsim yeşil kalabilen çayirlara rastlanır (Anonim, 2019 b).

Jeoloji ve jeomorfolojisi

Çalışma alanında yer alan andezitik kayalar daha çok Oligosen-Alt Miyosen volkanik kayalar grubu içerisinde yer almaktadır (Şekil 3). Erenoğlu (2017), Biga Yarımadası'nda Kazdağı'nın kuzeydoğu bölümünde Etili beldesi ve güneyinde yürüttüğü çalışmada, çalışma alanını metamorfik, magmatik ve sedimanter kayalardan oluşan farklı kaya birimlerini 7 litostratigrafi birime ayırmıştır. Bunlar; çalışma alanının temelini oluşturan Üst Kretase yaşlı Çetmi Ofiyolit melanji, Oligosen yaşlı Çan volkaniti, Ezine volkaniti, Kirazlı volkaniti, Çan Taşı Tüfü kayaları, Evciler Plütönu, ve etkin



Şekil 3. Çalışma alanı jeolojik haritası (Yiğitbaş, 2006).

magmatizmadan sonra Miyosen ve sonrasında bölgede çökelmiş Çan Formasyonudur. Bölgede temeli, serpantin ve mermer bloklarından meydana gelen Mesozoyik yaşlı Çetmi Ofiyolit melanji oluşturmaktadır. Bölgedeki yoğun volkanizmanın ardından bunlar üzerinde uyumsuz olarak Çan Formasyonu'na ait sedimanter kayalar çökelmiştir. Güncel alüvyon örtü ise tüm birimleri uyumsuz olarak örtmektedir. Çan volkaniti, Ezine volkaniti ve Kirazlı volkaniti olmak üzere üç farklı harita birimi olarak ayırt edilmiştir. Çan volkanitlerine ait volkanik kayalar Söğütalan ve Bardakçılar köylerinin güneyinde kalan alanda gözlenmekte olup genel olarak lavlar gri, yeşilimsi, kırmızımsı kahverengi renklerde andezit ve dasit türlerinde bulunmaktadır.

Siyako ve ark. (1989), Biga Yarımadası'ndaki Bayramiç-Çan bölgesi ve Edremit Körfezi çevresindeki Oligosen-Miyosen volkanizması yüzleklerini Ezine volkaniti olarak adlandırmıştır. Ezine volkanitlerine ait birimler çalışma alanında Halılağa, Keçiağlı, Dereoba, Uzunalan, Küçükpaşa köyleri çevresinde görülmektedirler. Ezine volkanitleri çoğunlukla andezit ve dasit bileşimli lav akıntıları ve riyolitik bileşimli tüflerden oluşan piroklastik fasiyesleri içermektedir.

Söylemezoğlu ve ark. (1998), Kuzey batı Anadolu'da Çanakkale-Çan yöresi volkanik kayaların jeolojik ve petrolojik özellikleri ve evriminin araştırdıkları çalışmada, Çanakkale-Çan arasında magmatik ve çökel kayaların bir arada bulunduğunu bildirmektedirler. Bölgedeki istifin temelini Üst Kretase-Alt Paleosen yaşlı Çamlıca metamorfiklerinin oluşturduğunu belirten araştırmacılar, inceleme alanında Üst Eosen-Alt Oligosenen itibaren kalkalkalen karakterli yaygın bir magmatik faaliyetin Dededağ volkanitlerinin andezitik ve riyolitik karakterli lav ve bunların piroklastikleri ile başlayıp andezit, riyolit lav akıntılarıyla devam ettiğini ifade etmektedirler.

Jeomorfolojik olarak Kaz Dağları, kuzeyde yatay ve dikey doğrultuda açık değişkenlikler göstermektedir. Kuzey bölgesinde dik, yükselti farkları fazla ve daha dik şekiller hakim iken, güney yönüne bakan kısımlarda ise sert ve sarp topoğrafya baskındır. Kaz Dağları kuzey bölgesinde jeomorfolojik olarak üç farklı bölge mevcuttur. Bu bölgeler kesin sınırlarla birbirinden ayrılmayacak kadar girift olup jeomorfolojik özellikleri açısından birbirlerine geçişlidirler. Bu alanlar, Bayramiç depresyonu, Evciler havzası (kuzey bölgeleri) ve Kaz Dağı doruklar bölgesidir (Koç, 2007).

Laboratuvar analizleri

Toprak örneklerinde renk japon tipi Munsell renk skalası ile, pH 1:2,5 toprak-saf su süspansiyonunda pH metre ile, organik madde miktarı Smith – Weldon metoduna göre (Sağlam, 2008), tekstür hidrometre yöntemi ile (Bouyoucos, 1951), kation değişim kapasitesi sodyum asetat yöntemiyle (USDA, 1954) belirlenmiştir. XRD ve SEM analizleri ÇOMÜ Merkez Laboratuvarında (ÇOBİLTUM) yapılmıştır. Toprakların major oksit analizleri XRF yöntemiyle MTA Genel Müdürlüğü laboratuvarında hizmet alımı yoluyla yapılmıştır. XRD analizleri, (Harris ve White, 2008) de belirtilen şekilde yürütülmüş olup PANalytical Empyrean cihazında 5° - 70° (2θ) aralığında ölçüm alınmış ve veriler X'Pert HighScore Plus software yazılımında işlenmiştir. SEM analizi (White, 2008) 'in belirttiği gibi yapılmış 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 8x10⁻¹mbar/Pa vakum uygulanmış daha sonra 10 mA voltaj uygulanarak altın-paladyum (%80-20) kaplama işlemi yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Çalışmada toprak profilleri Soil Survey Division Staff, (2017) de belirtilen kriterlere göre morfolojik olarak incelenmiş ve her bir horizondan olmak üzere toplam 13 adet toprak örneği alınmıştır. Toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de sunulmuştur. Laboratuvar analizi sonuçlarına göre profil 1 yüzeyde kumlu kil tın (SL), yüzey altında ise kil tın (CL) ve kil (B horizonu) bünye sınıfına sahiptir. Profil 2'de bünye genellikle kil tın (CL) olup B horizonunda kil miktarı artış göstermiştir. Profil 1 de pH 4.05-5.93 arasında orta ve kuvvetli asidik, profil 2 de ise pH 6.01-6.32 arasında hafif asidik-karakterde olup kireçsizdirler. Organik madde içeriği profil 1 de %0,37-3,86 arasında, profil 2 de ise yüzey horizonlarında %2,05, profilin alt kısımlarında ise %1 den daha az miktarda bulunmuştur. Kation değişim kapasitesi (KDK) profil 1 de 20-40 cmolk⁻¹ arasında, profil 2 de 17-27cmolk⁻¹ arasında belirlenmiştir. Profil 1, yüksek dağlık arazilerin (323 m) %2-4 haif eğimli yamaçlarında yer almakta ve O-A-E-B-C horizon dizilimine sahiptir. Profil 1, diğer profile göre daha yüksek oranda yağış alan bir bölgede, ileri derecede ayrılmış ve ayrılmakta olan andezit-andezitik tüfler üzerinde oluşmuştur. Profil 2 ise profil 1'e benzer şekilde andezitik arazilerin (295 m) düze yakın (%1-2) plato düzlüğünde oluşmuş ve A-B- C horizon dizilimi göstermektedir. Toprak strüktürü, organik maddenin fazla olduğu yüzey katmanlarında küçük granüler, kil artışının olduğu B horizonlarında genellikle orta dayanıklılıkta, köşeli ve yarı köşeli blok, bazen zayıf prizmatiktir. Profil 1 yüzeyde furda ve granüler, yüzey altında ise köşeli blok ve bazen prizmatik strüktürlüdür. Morfolojik bulgular ve laboratuvar analizi sonuçları her iki toprak profilinin de gövdelerinde kil artışına bağlı olarak oluşmuş bir argillik horizonun varlığını göstermektedir. Profil 1 yüzeyde kırmızımsı kahverengi, yüzey altında ise kırmızıya yakın, profil 2 ise yüzeyde koyu kahverengi, argillik horizonun olduğu solumda (A ve B horizonu) sarımsı kırmızı ve profilin alt kısmında ise kırmızımsı kahverengi renktedir. Morfolojik

Çanakkale Koşullarında Andezitlerde Toprak Oluşumu

bulgular ve laboratuvar analiz sonuçları dikkate alınarak toprak taksonomisine (Soil survey Staff (2014)' göre profil 1 Ultic Haplustalf, profil 2 ise Mollic Haploxeralf olarak sınıflandırılmıştır. WRB sınıflamasına göre (IUSS, 2015) profil 1 Leptic Luvisol (chromic clayic), profil 3 ise Leptic Luvisol (chromic) olarak sınıflandırılmıştır.

Çizelge 1. Çalışma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Horizon	Derinlik (cm)	pH (1:2,5 top/su)	EC (dS/m)	Renk (nemli)	Org Mad (%)	KDK (cmol kg ⁻¹)	%Kil	%Silt	%Kum	Bünye
P1										
O (0-5)										
A	5-10	5,93	0,142	5YR 4/3	3,86	21,22	22,72	28,72	48,56	SCL
E	10-16	5,03	0,124	5YR 5/4	1,11	22,54	26,72	30,72	42,56	L
Bt1	16-30	4,78	0,036	5YR 5/6	1,48	30,15	35,72	31,68	32,60	CL
Bt2	30,47	4,10	0,037	2,5YR4/6	1,06	40,61	46,72	18,72	34,56	C
BC	47-59	4,05	0,040	5YR 5/6	0,37	28,07	34,72	22,72	42,56	CL
C	59-68	4,07	0,074	7,5YR5/6	0,52	26,5	32,64	24,83	42,53	CL
Cr	68+	4,08	0,031	7,5YR7/8	0,48	-	-	-	-	-
P2										
A1	2-17	6,01	0,088	7,5YR3/3	2,05	16,96	28,15	24,14	47,71	SCL
BA	17-34	6,14	0,063	5YR 5/3	0,62	24,08	38,72	20,72	40,56	CL
Bt	34-55	6,21	0,055	5YR 4/3	0,37	27,65	44,52	22,26	33,22	C
BC	55-60	6,28	0,050	2,5YR5/4	0,10	23,93	30,41	30,42	39,17	CL
C	60-78	6,32	0,044	2,5YR4/6	0,03	22,68	28,36	32,41	39,23	CL
R	78+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Toprak örneklerin mineralojik özellikleri

Profil 1'de yüzeyde kumlu kil tın (SL), yüzey altında ise kil tın (CL) ve kil (B horizonu) bünyeye sahiptir. (Çizelge 1). Topraktaki Al miktarı kil oranı ile ilişkili olup olgun topraklarda Al₂O₃ miktarı artmaktadır. Nitekim bu profilde Al₂O₃ içeriği yüzeyde %9,40 iken derinlikle birlikte artarak yüzey altında 19,40'a yükselmiştir (Çizelge 2). Buna paralel olarak kil miktarı da artmıştır. XRD analiz sonuçlarına göre (Şekil 4) profil 1'in A horizonunda feldspatlara rastlanmaması ve kaolinitin varlığı ayrışmanın ileri derecede olduğunu göstermektedir. Nitekim söz konusu profilin tüm horizonlarında plajiyoklas ayrışma oranı (PIA) 99 olarak bulunmuştur. Fedo ve ark., (1995), PIA değerinin 100'e doğru yaklaşmasının feldspatların optimum derecede ayrışmış olduğunu gösterdiğini belirtmektedir. Ayrıca kimyasal ayrışma derecesi (CIA) de üst horizonlarda 88-89, alt horizonlarda ise 94-99 arasında bulunmuştur. Nesbitt ve Young (1982), CIA değerinin 80-90 arasında olması ileri derecede, 90-100

Çanakkale Koşullarında Andezitlerde Toprak Oluşumu

arasında olmasının ise aşırı derecede ayrıışmış olarak sınıflandırmaktadır. A horizonunda saptanan kaolinitin asidik hidrotermal çözeltilerin etkisi ile feldspatların ayrıışması sonucunda oluştuğu düşünülmektedir. Nitekim Şanlıyüksel Yücel ve Baba (2015), yöredeki su kaynaklarının hidrojeokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, bu alanın aynı zamanda hem soğuk su hem de sıcak su kaynakları açısından da son derece önem taşıdığı, geniş bir alanda yüzlek veren Çan volkanitlerinden andezit ve andezitik tüflerin silisik alterasyon, arjilik alterasyon ve propilitik olmak üzere üç farklı tipte hidrotermal alterasyona uğradığı belirtmektedirler. Araştırmacılar söz konusu bu volkanik birimlerin bölgede düşük kalorili ve yüksek sülfür içerikli Çan formasyonuna ait zengin linyit yatakları ile kontak halinde olduğunu da vurgulamaktadırlar. Soluk ve Özcan (2020) ise Denizli ili Buharkent-Sarayköy bölgesinde buhar çıkışı şeklinde görülen hidrotermal akışkanlarca etkilenen topraklarda, toprak profilindeki ağır metal içeriği ve jeokimyasal ayrıışma düzeylerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, hidrotermal akışkanların neden olduğu mikroklimatik yüksek sıcaklık zonunun en çukur lokasyonda en yüksek kimyasal ayrıışmaya neden olduğunu belirlemişlerdir. Profil 1'in E horizonunda bazların yıkanmasına bağlı olarak SiO₂ oranı diğer horizonlara göre daha fazla bulunmuştur (Çizelge 2). Bu horizonunda ana kayanın ana bileşeni olan kuvars (SiO₂) başat mineral olarak ve bunun yüksek sıcaklık polimorfları olan kristobalit ve tridimit belirlenmiştir. Solumun alt katlarında ise volkanik andezit ve tüflerin hidrotermal etkiyle ayrıışması ve bozunmasıyla yüksek oranda montmorillonit oluşmuştur (Şekil 4).

Çizelge 2. 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	A	12,20	9,50	1,05	10,30	1,05	0,40	0,45	64,05	0,9
	E	8,30	9,40	0,35	8,90	1,10	0,30	0,40	68,65	0,9
	Bt	11,70	19,40	0,15	10,50	0,65	1,15	0,10	56,35	1,5
	C	11,20	18,05	0,95	9,75	0,55	1,25	0,05	56,70	1,4
P2	A1	6,05	16,45	3,95	6,25	4,00	1,05	2,80	58,05	1,3
	Bt	6,20	18,80	3,45	6,70	2,90	1,30	2,20	56,95	1,4
	C	4,05	16,80	1,65	6,50	3,00	1,65	3,00	57,15	1,3

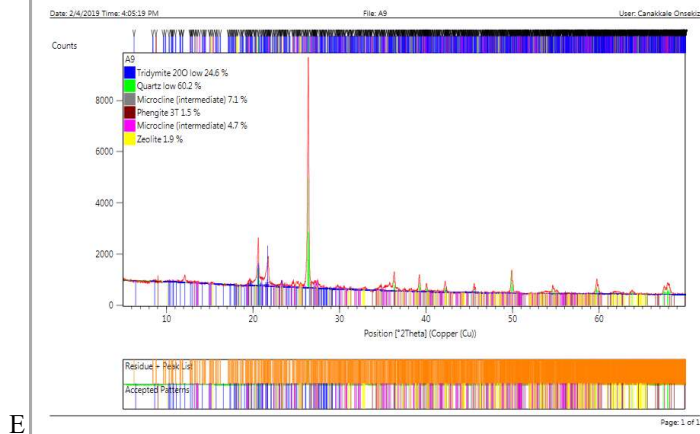
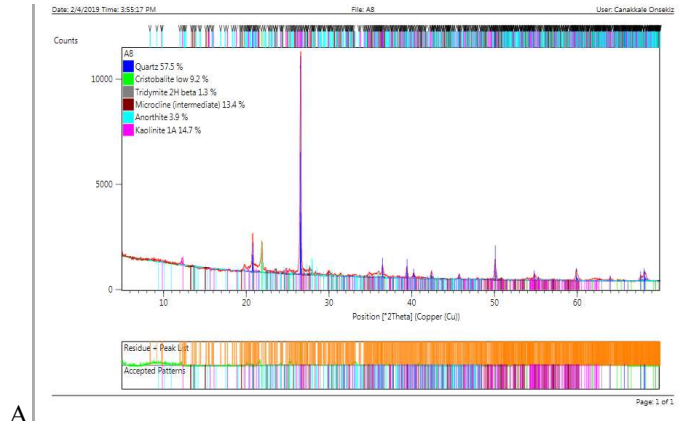
Çizelge 3. Toprak örneklerinin bazı jeokimyasal ayrıışma oranları

Profil	Horizon	Derinlik (cm)	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	PIA	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃ +TiO ₂	CIA	Bazlar/R ₂ O ₃
P1	A	0-10	6,61	99	3,64	89	0,18
	E	10-16	7,16	99	3,90	88	0,07
	Bt	30-47	2,84	99	1,97	99	0,10
	C	59-68	3,08	99	2,13	94	0,19
P2	A1	0-17	3,45	59	2,61	56	0,70
	Bt	34-55	2,96	68	2,24	64	0,55
	C1	60-78	3,34	58	2,49	56	0,76

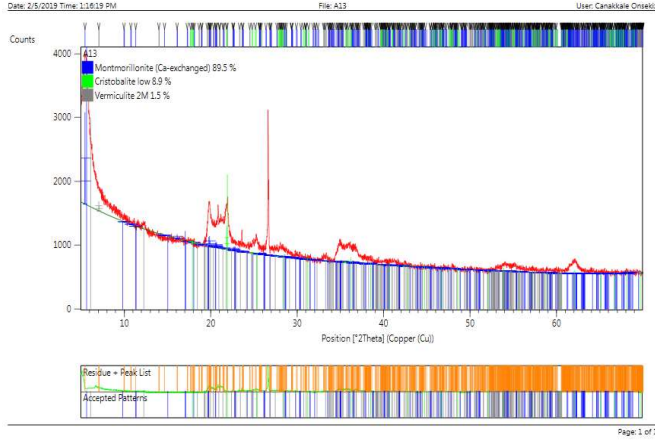
SiO₂/Al₂O₃ oranı Bt horizonunda üst horizonlara oranla daha düşük (2.84) bulunmuştur (Çizelge 3). Verstraten ve Sevink (1978), böyle bir durumun silisyumun alta doğru yıkanmakta olduğunu ve bir kil illüviyasyonuna işaret edebileceğini belirtmektedir. Ancak, SiO₂/Al₂O₃+Fe₂O₃+TiO₂ oranını da üstteki horizonlara göre Bt horizonunda oldukça azalmıştır. Colman (1982), bu oranda B horizonunda bir azalma, olursa bunun yerinde ayrıışmaya işaret

Çanakkale Koşullarında Andezitlerde Toprak Oluşumu

edebileceğini belirtmektedir. Gerek bu oranının düşük bulunması ve gerekse plajiyoklas ayrışma oranının (PIA) üst değerde bulunması Bt horizonunda önemli ölçüde yerinde ayrışmanın varlığını göstermektedir. Bu sonuçlara göre profil 1, ileri derecede ayrışma göstermesi ve farklı horizon (çeşitli) dizilimine sahip olması nedeniyle oldukça yaşlı (olgun) bir profil olarak değerlendirilebilir. Profil 2'de bünye sınıfı genellikle kil tın (CL) olup, B horizonunda kil miktarı artış göstermiştir (Çizelge 1). Al₂O₃ içeriği %16,45-18,80 arasında yer almakta ve profil 1'de olduğu gibi derinlikle birlikte artmaktadır (Çizelge 2). XRD analiz sonuçlarına göre profil 2 de özellikle feldspatların ve muskovitin başat mineraller olduğu, B horizonunda montmorillonit ve C horizonunda ise hematit mineraline rastlandığı görülmektedir (Şekil 5 ve 6). Başarlar ve Ekinci (2019), Bayramiç civarında yaptıkları çalışmada, andezitler üzerinde oluşmuş bir toprak profilini incelemişlerdir. Araştırmacılar, profilin A1 horizonunda kuvars, muskovit, mikrolin, albit ve kaolinit gibi mineralleri saptamışlardır. Profil 2'nin Bt horizonuna ait SEM görüntüsünde feldspatların bol miktarda olduğu görülmektedir (Şekil 7). Profilde hematitin varlığı ve Bt ve C horizonunda Fe₂O₃ miktarının artış göstermesi alt katmanlara doğru kırmızı renk tonundaki (hue 2.5 YR) artışın nedenini açıklamaktadır. SiO₂ /Al₂O₃ oranı Bt Horizonunda üst horizonlara oranla daha düşük (2.96) bulunmuştur. Buna karşın, SiO₂/Al₂O₃+Fe₂O₃+TiO₂ oranı (2,24) üstteki horizonlara göre Bt horizonunda azalmıştır (Çizelge 3).



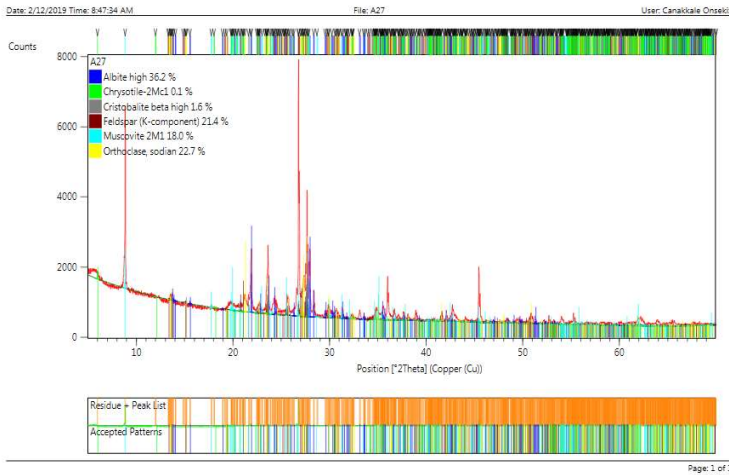
Çanakkale Koşullarında Andezitlerde Toprak Oluşumu



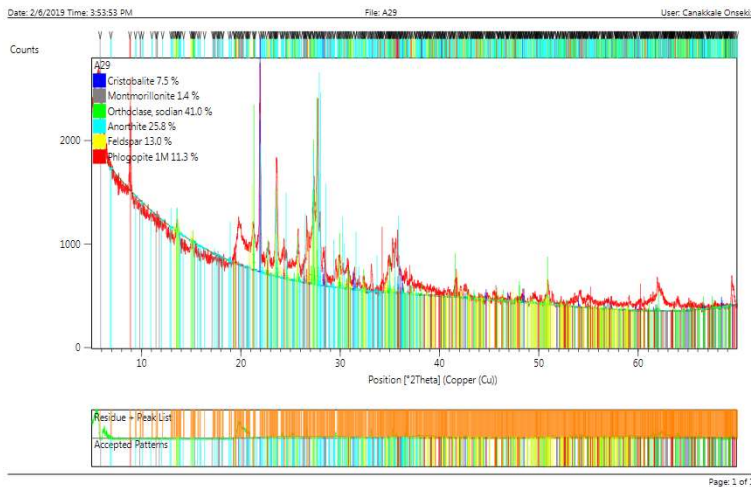
BC

Şekil 4- 1 Numaralı toprak profilinin A, E ve BC horizonuna ait X-ışını difraksiyonu (XRD) analiz sonuçları

Söz konusu oranlardaki değişimler profil 1 de açıklandığı üzere bir kil hareketinin yanında önemli oranda yerinde ayrışmanın varlığını da göstermektedir. Plajiyoklas ayrışma oranına (PIA) bakıldığında bu oranın üst horizonta 59 iken Bt horizontunda 68'e yükseldiği görülmektedir. Bu oranın 100'e doğru yaklaşmasının feldspatlarda ayrışmanın fazlalığının göstergesi olduğu profil 1 de açıklanmıştır. Benzer şekilde, bazlar/R₂O₃ oranının da üstte 0,70 iken Bt horizontunda 0,55'e düşmesi bu horizonta

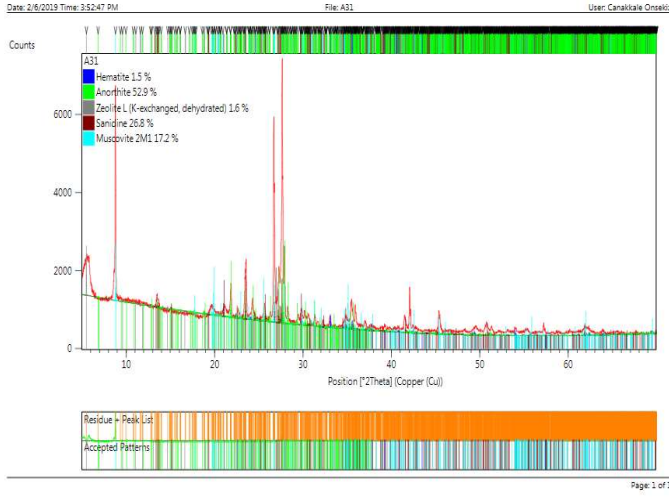


A



Bt

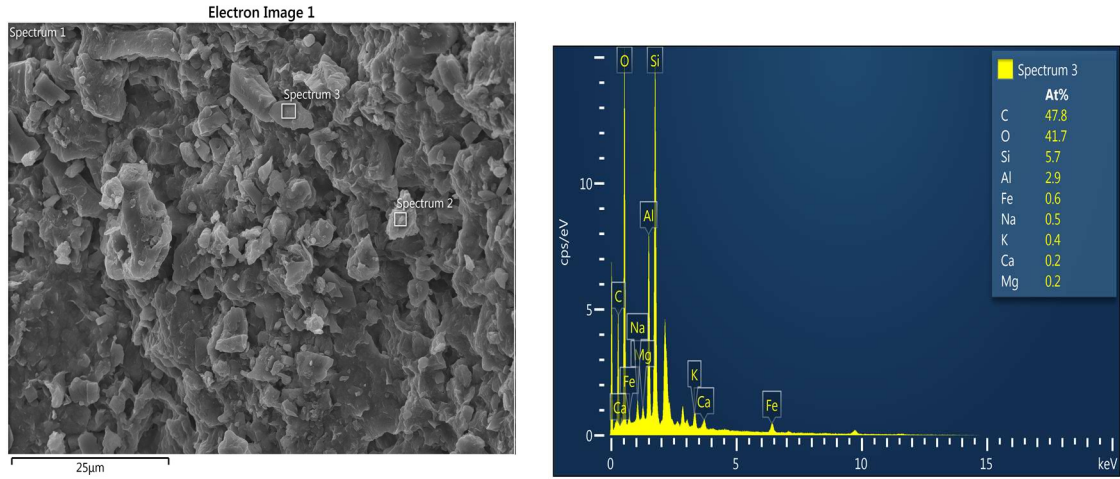
Çanakkale Koşullarında Andezitlerde Toprak Oluşumu



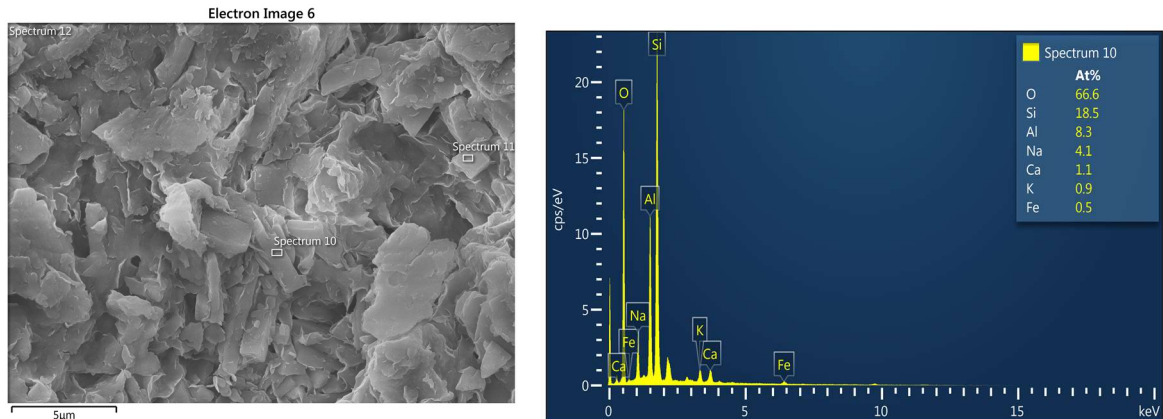
C

Şekil 5: Profil 2'nin A, Bt ve C horizonuna ait X-ışını Difraksiyon (XRD) analiz sonuçları

ayrışmanın arttığını desteklemektedir. Profil 2'nin diğer horizonlarında kimyasal ayrışma indeksi (CIA) 56 olarak bulunmuş ve çok az ayrılmış olarak sınıflandırılmış iken, Bt horizonunda 64 olarak bulunmuş ve az ayrılmış sınıfta yer almıştır. Profil 2'de belirlenen Al_2O_3 miktarında ve plajiyoklas ayrışmasındaki artış, bazlar/ R_2O_3 oranında alta doğru gerçekleşen azalma solunda süregiden az-orta düzeyde bir ayrışmanın varlığını göstermektedir.



Şekil 6. Profil 2'nin A1 horizonuna ait SEM görüntüsü (solda) üzerinde çeşitli feldspatlar (albit, ortoklas) ve mika (muskovit) gibi minerallerin görünümü, spektrum 3'e ait EDX element dağılımı (sağda).



Çanakkale Koşullarında Andezitlerde Toprak Oluşumu

Şekil 7. Profil 2'nin Bt horizonuna ait SEM görüntüsü (solda) üzerinde feldspat mineralleri, bunların üzerinde ve boşluklarında oluşmuş montmorillonit ile 10 no'lu spektrumun EDX analizi (sağda).

Sonuçlar

Bu çalışma, Çanakkale İli Çan ve Ayvacık İlçeleri sınırları içerisinde kalan andezitik alanlarda yürütülmüş ve iki toprak profili incelenmiştir. Profil 1, profil 2'ye göre yağışın daha fazla ve bitki örtüsünün daha sık olduğu bir alanda bulunmaktadır ve O-E-A-B-C horizon dizilimine sahiptir. Profil 1 yüzeyde kumlu kil tın, yüzey altında ise kil tın ve kil, profil 2 ise genellikle kil tın olup B horizonunda kil bünye sınıfına sahiptir. Profil 1'de pH 4.05-5.93 arasında orta ve kuvvetli asidik, profil 2'de ise pH 6.01-6.32 arasında hafif asidik karakterdedir. Katyon değişim kapasitesi (KDK) profil 1'de 20-40 cmolkg⁻¹ arasında, profil 2'de 17-27cmolkg⁻¹ arasında belirlenmiştir. Toprak profillerinin kimyasal ayrışma oranı (CIA) ve plajioklas ayrışma oranı (PIA) dikkate alındığında, profil 1'de bu oranların profil 2'ye göre çok yüksek olduğu ve dolayısıyla feldspatların optimum ayrışma seviyesine ulaştığı ve ileri derecede bir ayrışmanın gerçekleştiği saptanmıştır. Belirlenen yüksek dereceli ayrışmada hidrotermal alterasyon etkili olmuştur. X-Işını difraksiyon (XRD) analiz sonuçlarında profil 1'de ileri ayrışmanın göstergesi olarak feldspatlara rastlanmazken yüzey horizonlarında kaolinit belirlenmiştir. Solumun alt katlarında ise volkanik andezit ve tüflerin hidrotermal etkiyle ayrışması ve bozunmasıyla yüksek oranda montmorillonit oluşmuştur. Profil 2'de ise özellikle feldspatların ve muskovitin başat mineraller olduğu, B horizonunda montmorillonit, C horizonunda ise hematit minerali saptanmıştır. Bu sonuçlara göre profil 1, ileri derecede ayrışmış olması ve horizon diziliminin farklılığı göz önüne alındığında, toprak oluşumunun ilerlediği oldukça yaşlı (olgun) bir profil olduğu görülmektedir. Profil 2 de ise yapılan değerlendirmeler sonucunda solumda devam eden az-orta düzeyde bir ayrışmanın olduğu görülmüştür.

Teşekkür

Bu çalışma birinci yazarın ÇOMÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yüksek Lisans tez çalışması sonuçlarından üretilmiştir. Araştırmanın majör oksit analizlerini gerçekleştiren MTA Genel Müdürlüğüne, XRD ve SEM analizlerini yapan ÇOMÜ ÇOBİLTUM personeline, çalışma süreci boyunca yardımlarını gördüğümüz Uğur TUNÇ ve Utku ÖZER'e katkılarından dolayı teşekkürü bir borç biliriz.

Kaynakça

- Anonim, 2019 (a). Meteoroloji müdürlüğü iklim verileri- https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler_istatistik.aspx.Çanakkale
- Anonim,2019(b). Çanakkale Tarım ve Orman İl Müdürlüğü 2019 Yılı brifingihttps://canakkale.tarimorman.gov.tr/
- Anonim, 2016. Anakayaların toprak verme özellikleri ve ağaçlandırma açısından yorumlanması, agm etüt ve proje şube müdürlüğü, <http://www.cem.gov.tr/erozyon/Files/moduller/etutproje/sunumlar/ANAKAYALAR.pdf>,
- Başarlar, F.F. ve Ekinci, H., 2019. Bayramiç-Çan arası farklı jeolojik ve jeomorfolojik araziler üzerinde oluşmuş toprakların özellikleri ve sınıflandırılması. ÇOMÜ Zir. Fak. Derg. (COMU J. Agric. Fac.) 2019: 7 (1): 69–80 ISSN: 2147–8384 / e-ISSN: 2564–6826 doi:10.33202/comuagri.550835.
- Best, M.G., 2002. Igneous and metamorphic petrology. Wiley, 2nd edition, 752 pp.
- Birkeland, P.W., 1999. Soils and geomorphology, third edition. New York, Oxford University Press. 430 pp
- Bouyoucos G.J., 1951. A. Recalibration of the hydrometer methods for making mechanical anlysis of soil Agron. Jour. No:43
- Colman, S.M., 1982. Chemical weathering of basalts and andesites; evidence from weathering rinds (No. 1246). USGPO.
- Çoban, F., 1997. Ayvacık (Çanakkale) bentonitlerinin jeolojisi, minerolojisi ve oluşumu. Eskişehir Osman Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi. Vol. X. No. 1.
- Erenoğlu, O., 2017. Çan Taşı tüfü'nün mineralojik özellikleri ve jeokronolojisi (Biga Yarımadası, KB Türkiye) Türkiye Jeoloji Bülteni Geological Bulletin of Turkey 60 (2017) 433-449 doi:10.25288/tjb.329486
- Fedo, C.M., Nesbitt, H.W., Young, G.M., 1995. Unraveling the effects of potassium metasomatism in sedimentary rocks and paleosols with implications for paleoweathering conditions and provenance. Geology 23(10): 921–924.
- Harris, W. ve 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.
- Koç, T. (2007). Kaz Dağı kuzey kesiminin (Bayramiç-Çanakkale) jeomorfolojisi. Coğrafi bilimler dergisi, 5(2),1-27. DOI: 10.1501/Cogbil_0000000076
- Nesbitt, H.W. ve Young, G.M., 1982. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites. Nature, 299 (5885), 715-717.
- Sağlam M.T., 2008. Toprak ve suyun kimyasal analiz yöntemleri. Tekirdağ.NKÜ Zir.FakYay No: 2, 154 S.
- Söylemezoğlu, S., Yılmaz, Y. ve Öngen, S., 1998. Kuzey batı Anadolu'da Çanakkale-Çan yöresi volkanik kayaların jeolojik ve petrolojik özellikleri ve evriminin araştırılması İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Programı, 34469, Ayazağa, İstanbul
- Siyako M. Burkan K.A. ve Okay A.I., 1989. Biga ve Gelibolu Yarımadaaları tersiyer jeolojisi ve hidrokarbon olanakları. Turkish Association of Petroleum Geologist Bulletin, 1: 183–199.
- Szymański, W. ve Szkaradek, M., 2018. Andesite weathering and soil formation in a moderately humid climate: a case study from the western carpathians (southern Poland). Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, Vol. 13, No. 1, p. 93 – 105.
- Soil Survey Staff., 2014. Keys to Soil Taxonomy. Soil Survey Staff, U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service. S.372.
- Soil Survey Staff, 2017. Soil Survey Manual. United States Department of Agriculture, Handbook No.18
- Soluk, Ö. ve Özcan, H., 2020. Hidrotermal akışkanlarca etkilenen toprakların ağır metal içeriği ve jeokimyasal ayrışma düzeyleri (Sarayköy-Denizli örneği. ÇOMÜ LJAR (2020) Cilt 1 Sayı 1 (13-23) e-ISSN: 2717-8285

- Şanlıyüksel Yücel, D. ve Baba, A., 2015. Çan (Çanakkale) ilçesinin güney batısındaki su kaynaklarının hidrojeokimyasal özellikleri. 68. Türkiye Jeoloji Kurultayı
- USDA, 1954. U.S. Salinity laboratory Staff. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. USDA, No.60.
- Ündül, Ü. ve Aysal N., 2016. Gökçeada'da yüzeylenen andezit ve riyodasit bileşimli kayaların içyapı özelliklerinin dayanım ve deformasyon özelliklerine etkileri. Jeoloji Mühendisliği Dergisi 40 (2) 2016
- Verstraten J.M. ve 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
- Winter, J.D., 2010. Principles of igneous and metamorphic petrology. Prentice Hall, 720 pp.
- Yiğitbaş, E., 2006. Biga Yarımadası ve Kazdağlarının jeolojisi. ÇOMÜ, Müh. Mim. Fak. Jeoloji Müh.Böl. <http://www.slideshare.net/serdaraksoy/jeoloji-yigitbas-2006>.
- Yüksel, O., Ekinci H., 2019. Yaşlı nehir (Meriç) terasları üzerinde yer alan bir toprak profilinin özellikleri. X ray1.Uluslararası tarım ve çevre bilimleri araştırmaları kongresi. 07-08 Aralık 2019, Ankara.