



**T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Orta Karadeniz Bölgesinde Volkanik Materyal Üzerinde
Oluşan Toprakların Jeokimyasal Özellikleri ve
Ayrışma Oranlarının Belirlenmesi**

Gülnur TÜRKEK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Toprak Bilimi ve Bitki Besleme
Anabilim Dalı**

**Haziran 2017
KONYA
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ KABUL VE ONAYI

Glnur TRKEL tarafından hazırlanan “Orta Karadeniz Bölgesinde Volkanik materyal üzerinde Oluşan Toprakların Jeokimyasal zellikleri ve Ayrışma Oranlarının Belirlenmesi” adlı tez çalışması 30/06/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliğı ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri yeleri

Başkan

Prof. Dr. Orhan DENGİZ

Danışman

Doç. Dr. H. Hüseyin ÖZAYTEKİN

ye

Prof. Dr. Cevdet şEKER

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Mustafa YILMAZ
FBE Müdürü

Bu tez alışması B.A.P tarafından 15201057 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.



Gülnur TÜRKEK
Tarih:30/06/2017

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Orta Karadeniz Bölgesinde Volkanik Materyal Üzerinde Oluşan Toprakların Jeokimyasal Özellikleri Ve Ayrışma Oranlarının Belirlenmesi

Gölnur TÜRKEL
Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme
Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. H. Hüseyin ÖZAYTEKİN
2017, 67 Sayfa

Jüri
Danışmanım: Doç. Dr. H. Hüseyin ÖZAYTEKİN
Üye: Prof. Dr. Orhan DENGİZ
Üye: Prof. Dr. Cevdet ŞEKER

Bu çalışmada Kastamonu İhsangazi ilçesinde Sönlük mevkinde benzer ana materyal üzerinde ancak farklı fizyografik üniteler üzerinde oluşan 4 adet profil kazılmış, fiziksel, kimyasal, mineralojik, jeokimyasal ve morfolojik analizler için horizon esasına göre toprak örnekleri alınmıştır. Toprakların Kimyasal Alterasyon İndeksi (CIA), Kimyasal Ayrışma İndeksi (CIW), Parker Ayrışma İndeksi (WIP), Product İndeks (P), Plajiyoklaz Alterasyon İndeksi (PIA), Bazlar/Seski Oksit Oranı (Baz/R₂O₃), bazı genetik oranlar ve mineralojik özellikler yükseltiye bağlı olarak değişen iklime bağlı olarak pedojenik süreçleri karşılaştırmak için kullanılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre bölgede profiller arasında yükseltiye bağlı olarak değişen iklimin, ayrışma indeksleri, mineralojik özellikler ile diğer fiziksel ve kimyasal özellikler üzerine önemli bir farklılaşmaya sebep olmadığı saptanmıştır. Toprak oluşumunu belirleyen ana faktörlerin ana materyal ile yıkanma rejimini ve ayrışmanın derecesini belirleyen topografya olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Toprak Oluşumu, Andezit, Pontid Volkanikleri, Ayrışma İndeksleri, Kastamonu (İhsangazi)

ABSTRACT

MS THESIS

Geochemical Features and determination of Weathering Rates of Soils Developed on Volcanic Material, in Middle Black Sea Region

Gölnur TÖRKEL

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN SOİL SCIENCE AND PLANT NUTRITION**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. H. Hüseyin ÖZAYTEKİN

Year 2017, 67 Pages

Jury

**Advisor: Assoc. Prof. Dr. H. Hüseyin ÖZAYTEKİN
Prof. Dr. Orhan DENGİZ
Prof. Dr. Cevdet ŞEKER**

In this study, four profiles were dugged formed on different physiographic units but similar parent material in the Sönlük site in Kastamonu İhsangazi province and soil samples were taken from each horizon for physical, chemical, mineralogical, geochemical and morphological analyzes. The index of soil chemical alteration (CIA), Chemical Weathering Index (CIW), Parker Segregation Index (WIP) Product Index (PI), plagioclase Alteration Index (PIA), Bases / sesquioxide Rate ($\text{Base/R}_2\text{O}_3$) some genetic ratios and mineralogical characteristics are used to compare the pedogenic processes for the climate depending on elevational transect

According to the results obtained, it was determined that there was no significant effect of climate depending on the elevation on weathering indices, mineralogical properties and other physical and chemical properties soils of the among the profiles. It was determined that the main factors determining soil formation were the parent material and the topography which determines the leaching regime and the degree of weathering.

Keywords: Soil Formation, Andezit, Weathering İndex, Pontid Volcanics, Kastamonu (İhsangazi)

ÖNSÖZ

Sunulan bu tez çalışmasında da genel anlamda yükseltiye bağlı olarak toprak oluşumunda iklimin etkileri anlatılmıştır.

Bu yüksek lisans tez çalışmasında, Orta Karadeniz Bölgesinde volkanik materyal üzerinde oluşan toprakların jeokimyasal özellikleri ve ayrışma oranlarının belirlenmesi incelenen profillerin topografyaya ve iklime bağlı olarak toprak oluşumuna etkisi araştırılmıştır. Fiziksel ve kimyasal özellikleri, jeokimyasal özellikler ile ayrışma İndeksleri ve Eu-Ce anomalileri özetlenmiş ve toprak oluşumundaki önemine değinilerek anlatılmıştır. Yüksek lisans tez çalışmamın yürütülmesi esnasında, çalışmalarına yön veren, bilgi ve yardımlarını esirgemeyen ve bana her türlü desteği sağlayan danışman hocam, Sayın Doç. Dr. H. Hüseyin ÖZAYTEKİN'e, değerli Arş. Gör. Mert DEDEOĞLU'na en içten teşekkürlerimi sunarım. Analizlerimde bana yardımcı olan öğrenci arkadaşlarımız Sebahat Nur ÇABA ve Ömer Faruk ÖNCEL'e çok teşekkür ederim. Bu tez, sadece bu çalışmam boyunca değil, tüm öğrenim hayatım boyunca maddi ve manevi koruyuculuğumu üstlenen babam Veysel TÜRKEL' e, annem Fatma TÜRKEL'e, kardeşim İhsan TÜRKEL'e, ve desteklerini esirgemeyen 93 yaşındaki babaannem Semahat TÜRKEL'e ithaf ediyorum.



Gülnur TÜRKEL
KONYA-2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
SIMGELER VE KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM	17
3.1. Materyal	17
3.1.1. Coğrafik Durum	17
3.1.2. İklim	18
3.1.3. Jeoloji	20
3.2. Metot	20
3.2.1. Toprak Profillerinin Belirlenmesi	20
3.2.2. Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metotları	22
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	25
4.1. Morfolojik Özellikler ve Sınıflandırılması	25
4.2. Fiziksel ve Kimyasal Özellikler	31
4.3. Jeokimyasal Özellikler ile Ayrışma İndeksleri ve Eu-Ce Anomalileri	34
4.4. Kütle Taşınımı	46
4.5. Mineralojik Özellikler	50
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	58
5.1. SONUÇ	58
5.2. ÖNERİLER	59
KAYNAK LİSTESİ	60
ÖZGEÇMİŞ	67

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1: Kastamonu il merkezine ait yıllık ortalama iklim verileri

Çizelge 4.1: Çalışılan toprak profillerinin yer aldığı arazi özellikleri

Çizelge 4.2: Çalışılan toprak profillerine ait morfolojik görünüm

Çizelge 4.3: Çalışma alanındaki profillere ait bazı kimyasal özellikler

Çizelge 4.4: Çalışma alanındaki profillere ait bazı fiziksel özellikler

Çizelge 4.5: İncelenen profillerde belirlenen bazı majör ve minör elementlerin dağılımı
(Total element analiz sonuçları)

Çizelge 4.5: (devam) İncelenen profillerde belirlenen bazı majör ve minör elementlerin dağılımı (Total element analiz sonuçları)

Çizelge 4.5: (devam) İncelenen profillerde belirlenen bazı majör ve minör elementlerin dağılımı (Total element analiz sonuçları)

Çizelge 4.6: Çalışılan profiller ayrışma indeksleri

Çizelge 4.7: Bazı genetik oranlar ve Eu ve Ce anomalileri

Çizelge 4.8: Çalışılan profillerde belirlenen bazı elementlere göre horizonların kütle taşıma fonksiyon değerleri (τ) ve kütle kayıp kazançları (gr/cm^2) (ZR ile)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil-3.1. Çalışma alanı coğrafi konumu ve profil noktaları

Şekil-3.2. Çalışma alanı topraklarının iklim verileri grafisi

Şekil-4.1. Çalışma alanında bulunan profillere ait görünüm,ler,

Şekil-4.1. (devam) Çalışma alanında profillere ait görünüm,ler,

Şekil-4.2. Nadir toprak elementleri ve bazı iz elementlere ait normalize edilmiş spider diyagramları

Şekil-4.2. (devam) Nadir toprak elementleri ve bazı iz elementlere ait normalize edilmiş spider diyagramları

Şekil-4.3 Profillerden alınan bazı horizonlarda kil mineralojisi

Şekil-4.3 (devam) Profillerden alınan bazı horizonlarda kil mineralojisi

Şekil-4.4. Profillerde Her bir horizon için ait primer mineraller için XRD difraktomları

Şekil-4.4. (devam) Profillerde Her bir horizon için ait primer mineraller için XRD difraktomları

SIMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

C	Kil
CaCO ₃	Kalsiyum Karbonat (Kireç)
CIW	Kimyasal ayrışma indeksi
CL	Killi Tın
CaO	Kalsiyum Oksit
°C	Derece
ds/m	Desisimens/ metre
EC	Elektriksel İletkenlik
Fed	Sodyum ditiyonit-sitrat'te ekstrakte edilebilir demir
g	Gram
GPS	Küresel Konumlandırma Sistemi
HCl	Hidroklorik Asit
kg	Kilogram
MgO	Magnezyum Oksit
m	Metre
mm	Milimetre
L	Tın
P :	Product indeks
pH	Hidrojen İyon Konsantrasyonu
PIA	Plajiyoklas Alterasyon İndeksi
ppm	Milyonda bir kısım
S	Kum
SC	Killi kumlar, kum ve kil karışımı
SCL	Kumlu Killi Tın
SiC	Siltli Kil
SiL	Siltli Tın
WI	Ayrışma indeksi
%	Yüzde oranı

Kısaltmalar

KDK	Kasyon Değişim Kapasitesi
LREE	Hafif Nadir Toprak Elementleri
HREE	Ağır Nadir Toprak Elementleri
NTE	Nadir Toprak elementleri
OM	Organik Madde
NaOH	Sodyum Hidroksit

1. GİRİŞ

Yerküre de toprak oluşumunu meydana getiren ana materyal, zaman içerisinde toprak üzerinde yaşayan canlıların, topografyanın ve iklimin yarattığı etkisiyle parçalanıp ayrılarak toprağa döner. Parçalanıp ayrılan toprak fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine göre sınıflandırılır. Toprakların oluşumuna etki eden faktörlerin birbiriyle etkisi sonucu toprak oluşumu meydana gelir (Jenny, 1941a). Toprak oluşumunu etkileyen faktörler esasen iklim, anakaya, biyoloji, topografya ve zamandır. Toprak minerallerinin ayrışma sırasında ortaya çıkan reaksiyonlar ya fiziksel ya da kimyasal çözünme, dönüşüm, yağış ve iyon değişimi olaylarıdır (Özaytekin ve Özcan, 2013). Toprak oluşumundaki değişimler geçen zamana göre değişiklik gösterir. Toprak oluşumunda meydana gelen değişimlerde elementlerde jeokimyasal farklılaşmalar, minerallerin parçalanması ve ekoloji sisteminde bulunan toprak, bitki, su ilişkilerine yer verilir.

Ardışık toprak oluşumu, toprağın fiziksel, kimyasal ve mineralojik özelliklerinin toprağı oluşturan depozitlerin çeşitli özelliklerin fonksiyonu olarak ortaya çıktığı, farklı düzeyde toprak oluşum faktörlerinin etkisini yansıtan bir seri toprak topluluğudur. Burada diğer toprak oluşum faktörlerinin nispeten sabit olduğu bir durumda yalnız bir faktörün değişimine bağlı olarak toprak oluşumunda ortaya çıkan farklılıklar ortaya konur.

Yaygın olarak kullanılan squenceler : lithosequences (ana materyaldeki farklılık), climosequences (iklimdeki farklılık sıcaklık ve yağış), toposequence (topografyadaki farklılık) chronosequences (zamandaki farklılık) ve biosequences (biyolojik çeşitlilikteki farklılık) dır. Toprak dizileri toprakların ayrışma oranları ve dolayısıyla farklı peyzajlarda ortaya çıkan pedojenik süreçlerin aydınlatılması konusunda oldukça önemli öngörüler verebilir.

Topografya toprağın mineralojik özelliklerini, fiziksel ve kimyasal bileşimini değiştirerek yada çeşitli horizonlarının oluşmasında etken olarak toprakların oluşmasında önemlidir. Bu değişimde yükselti veya arazi pozisyonuna bağlı olarak ortaya çıkan eğim, sıcaklık, yağış ve yıkanma rejiminde ortaya çıkan farklılaşmalar etkili olur. Bunun sonucunda toprağın değişmesi, minerallerin ayrışması, elementlerin jeokimyasal farklılığı ve ekoloji sisteminde bulunan toprak, bitki, su ilişkileri ile farklı toprak oluşumlarına rastalanır. Zamanla mineralojik özelliklerin kimyasal ve fiziksel özelliklerin değişimi, horizon farklılaşması gibi olaylar etkili olur. Etkinin devam ettiği

sürede topografya, iklim ve vejetasyonun etkisiyle meydana gelen pedojenik süreçle toprak yapısı ana materyalden farklılık gösterir. Bu farklılaşma sonucu elementlerin toprak profilinin içinde dağılımı ve horizonlaşması ve buna bağlı olarak toprak tiplerindeki farklılaşma ortaya çıkar (Jenkins ve Jones, 1980). Ayrışma sonucunda açığa çıkan elementlerin dağılımında önemli olan yıkanma sonucunda meydana gelen jeokimyasal değişimler ve elementlerin mobiliteleri önemli belirleyici faktörler olarak ortaya çıkmaktadır.

Toprakların ayrışma oranları, topraktaki değişimler ve doğa koşullarındaki değişimler nedeniyle farklılık gösterir. Kayaçların ve toprakların jeokimyasal ayrımında, karakteristik özelliklerin ve toprakların ayrışma sürecinde incelenen nadir toprak elementleri (NTE) ve iz elementler büyük oranda kullanılmaktadır (Caspari ve ark., 2006). Ayrışmanın sayısallaştırılmasında ayrışma indekslerinin kullanılması da farklı bir diğer yöntemdir. Ayrışma indeksleri konvansiyonel olarak majör element oksitlerinin molekül oranları farklı formüllerle hesaplanır. Ayrışma devam ettiği sürece majör element oksitlerinin sitokimiyetik değişimi indeks değerlerine yakın ortaya çıkar.

Bu çalışmada, Kastamonu ilinin İhsangazi ilçesi Sünlük mevkiinde Orta Karadeniz Bölgesi Pontid Volkanikleri üzerinde oluşan toprakların morfolojik özellikleri ile beraber fiziksel, kimyasal, mineralojik ve jeokimyasal özellikleri incelenerek topografyaya bağlı olarak pedojenik süreçlerde ve ayrışma oranlarında meydana gelen değişimler yukarıdaki bakış açısından değerlendirilmiştir. Söz konusu değerlendirme için ayrışma oranları, çeşitli genetik oranlar ve kütle taşınımı gibi jeokimyasal yaklaşımlar kullanılarak pedojenik süreçleri ortaya çıkarmaya çalışılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

(Seibert ve ark., 2007) Borel ormanlarının toprak özelliklerine, topografyanın etkisini araştırmıştır. Topografik indekslerin dijital yükseklik modeli (DEMs) kullanılarak toprak karakterlerinin belirlenmesi toprak korelasyonlarının toprak pH'sına, organik maddesine, toprak anyon ve katyonlarına etkisine önemini anlatmıştır.

Kılıç ve Durak (2001) Kozova, Niksar ovasında yer alan Yeşilırmak ve Kelkit çayı üzerinde bulunan teras topraklarının toprak gelişim oranlarını Harden indeksi ile belirlemişler. Buna bağlı olarak alt horizonlardaki gelişimin, yüzey horizonlara göre daha iyi geliştiğini bulmuşlardır.

(Günel, 2006) Yeşilırmak nehrinin getirdiği alüviyal topraklar üzerinde inceleme yapmıştır. Eğimli arazilerden yerçekimin etkisi ile taşınmış kolüviyal materyaller üzerinde oluşmuş toprakların gelişimlerini dikkate alarak farklı iki topografya'da yer alan toprakların oluşumlarını ve sınıflamalarını incelemiştir.

(Murali ve ark., 1978) Hindistan'ın tropikal topraklarında kil minarelerinin dağılımını incelemişlerdir. Topografyanın etkisi göz önüne alınarak kaolonit ve amorf ferri alüminyum silikatların ve smektit killerin toprak oluşumuna etkilerini belirlemişlerdir. Topografyaya bağlı olarak eğimli arazilerin uç kısımlarında, dik yamaçlarda smektit grubu killer yaygınlık gösterdiğini açıklamışlardır.

(Egli ve ark., 2001) İsviçre Alplerindeki toprak oluşumunu zaman faktörünü ele alarak incelemişlerdir. Buna bağlı olarak iki farklı kil minerali oluşumu tespit etmişlerdir. Asit karakterli topraklarda oluşan mika'nın içerisinde Ca miktarının az olması smektit oluşumuna yardımcı olmuştur.

(He ve ark., 2008) Çin'in Hainan Adası'nda toprak oluşumunu zamana bağlı olarak incelemişlerdir. Bazalt oluşum gösteren bu toprakların kil minerallerinin dağılımını belirlemişlerdir. A ve C horizonları arasında en çok kaolinit kil minerali yaygın olarak görülmüştür. C horizonunda gipsitlerin yaygın görüldüğü genç topraklarda ise illit oluşumunun ilk aşamasının görüldüğü ifade edilmiştir.

(Mavris ve ark., 2011) Alp topraklarında kil minerallerin ayrışmasının nedenlerini incelemişlerdir. İklim ve bitki örtüsündeki olası değişikliklerden etkilendiğini özellikle iklim değişikliği nedeniyle toprak asitliğinin artmasıyla ayrışmanın düşük olduğunu belirtmişlerdir. Rakımın artmasıyla Ca ve Mg toplam konsantrasyonlarında azalma olduğunu bulmuşlardır.

(Adams ve ark., 2011) Jeokimyasal verilerin ayrışma indekslerinin hesaplanmasında yıllık ortalama yağış, anlık hava indekslerinin kullanılması ve

değerlendirilmesi üzerine çalışma yapmışlardır. Potasyum (CIA-K) kimyasal indeksi CaO ve MgO bağlı olarak CALMAG ayrışma indeksi kullanıldığını belirtmişlerdir.

(Rezapour ve ark., 2010) Urmiye bölgesinde karbonatlı topraklarda potasyumun kil minerolojisine etkisini incelemişlerdir. İllit, smektit, klorit ve kaolinit oluşan alanları belirlemişlerdir. Bu çalışmada nehir yataklarında illit oluşumu daha yüksek, allüvyal ve kollüvyal topraklarda ise smektit oluşumunun daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

(Kasparinskis ve Nikodemus, 2012) Letonya orman topraklarında topografyanın dağılımına bağlı olarak üzerinde çevresel faktörlerin etkisi incelenmiştir. Bu çalışmada kuvaterner dönemde meydana gelen topografik yapı, bitki örtüsü, ağaç türleri, toprak yapısı gibi özelliklerin benzer jeolojik yapıli oluşumlara göre toprak gruplarında çeşitlilik gözlemlenmiştir. Yüksek karbonat içeriği belirlenmiştir.

(Mavris ve ark., 2010) İsviçrenin yukarı Engadine bölgesinde donmuş toprakların toprak oluşumunu ve ayrışma oranlarını incelemişlerdir. Genç topraklarda yaşlı topraklara oranla ayrışmanın daha hızlı olduğunu saptamışlardır. 2 mm üzerindeki toprağın minerolojik ölçümlemleri yapmışlardır. Toprak organik maddesi yüksek ayrıca biyotit, klorit, epidot, plajiyoklas ve kalsit içerdiği belirtilmiştir. Ca içeren minerallerin ayrışma oranları yüksek olmakla birlikte kalsit ve tortul karbonat kayaların oluşumuna rastlamışlardır.

(Jäger ve ark., 2015) İsviçre Alplerinde bulunan bataklık alanlarda toprak oluşumunda majör ve minör bileşiklerin etkisini incelemişlerdir. Nadir toprak elementlerini birbirinden ayırt etmek ve toprak gelişimindeki değişiklikleri zamana bağlı olarak incelemişlerdir. Toprak oluşumunda leistosen ve holosen geçişde erozyon yoğun olarak gerçekleşmiştir. Yamaç boyunca elementel değişim tespit etmişlerdir.

(Price, 2011) Volkanik toprakların zamana bağlı olarak havza oluşumunu ve uzun sürede meydana getirdiği mineral ayrışma oranlarının ve jeokimyasal verilerinin belirlenmesi üzerine çalışma yapmışlardır. Muskovit, kaolinit ve gipsitte minerallerin uzun vadede ayrışma oranları incelemişlerdir. Ana kayada bulunan Ca miktarının bolluğu ön plana çıkmıştır.

(Tsai ve ark., 2010) Kuzey Tayvanda iklime bağlı toprak oluşumunu incelemişlerdir. Andisol topraklarının pedojenik gelişimini izlemişlerdir. Altı profil incelenmiş toprak sıcaklığı 22 °C ve yükseklik 140 m ile 1090 m arasında değişiklik gösterirken ortalama 2000 mm yağış altında alofan ve ferrihydrite kristal mineraller içermektedir. Termodinamik açıdan daha kararlı mineraller içerdiği kaolinit hematit olarak örneklendirilmiştir. İnseptisoller orta yükseklikte 400-500 m rakımda andik

toprak özelliği sınırında incelenmiştir ve andik inceptisoller olarak sınıflandırma yapmışlardır.

(Ofori ve ark., 2013) Gana'nın Sawah şehrinde öncede seçilmiş alanların toprak özelliklerini inceleyen bu çalışmada alt yamaçlarda organik maddenin ve nem içeriğinin üst yamaçlara oranla daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

(Waroszewski ve ark., 2016) Doğu Karkonosze dağlarının batı ve orta kısmında toprak oluşumunu incelemişlerdir. Granitin hakim olduğu doğu kısmında şist ve gnays farklı türde oluşmuştur. 1142- 1269 m arasında 5 profil açılarak bazal ve geçiş tabakalarında amfibol şist ve üst tabaka sadece mika şist içerdiği tespit edilmiştir. Farklı yaş ve orijini olan sedimanların bozulma mekanizmaları ve kil mineralleri belirlenmiştir.

(Egli ve ark., 2014) Alp dağlarında silikat ana materyal üzerinde toprak oluşumu oranları, farklı yaklaşımları, değişik sonuçları incelemiştir. Yüksek dağ topraklarında özellikle hassas ortamlarda gelişir. Zamana bağlı olarak toprak oluşumunda toprak kalınlığı ve toprak yaşı belirlenmiştir. Toprak oluşumu açısından yüksek dağ topraklarında düşük sıcaklık, yağışlı ortam toprak oluşumunu geciktirdiği bildirilmiştir.

(Phillips, 1993) Toprak değişkenliği ve çeşitliliğini jeolojiye dayalı olarak meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Toprağın jeomorfolojik sınıflandırılması, toprak taksonomisi ve toprak oluşumu üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Şeyl, kumtaşı, ana kaya yada taşınan kumtaşı ve kaya parçalarına göre sınıflandırmışlardır. Alt toprakların doku kontrastı, litolojik zıtlıklar, morfolojik özellikleri gibi etkenlerin toprak jeolojik sınıflandırmasında kullanıldığı belirtilmiştir.

(White, 1995) Silikat minerallerinin ayrışması üzerine zamanın etkisini araştırmışlardır. Silikat minerallerinin reaksiyon oranlarının düşürülmesi ve kimyasal ayrışmanın süresini artırarak arasındaki korelasyon deneysel olarak ve arazi koşullarında araştırılmıştır. Plajiyoklaz, K-feldispat, hornblend ve biyotit için ortalama silikat ayrışma oranlarını belirlemişlerdir. Arazi koşullarında plajiyoklaz üzerinde yüksek mineral oluşumu, düşük geçirgenlik ve çözünen konstrasyonların artmasından bahsetmişlerdir.

(Norton ve ark., 2014) Toprak oluşumu ve iklim odaklı kimyasal ayrışmanın rolü incelenmiştir. İklimin etkisi ayrışma oranlarının kontrol edilmesinin önemine değinmişlerdir.

(Merkli ve ark., 2009) Toprakların kimyasal ve minerolojik özelliklerinin bitki örtüsüyle ilişkisini araştırmışlardır. İtalya alplerinde 1100-2400 m arasında topografyaya bağlı toprak oluşumu incelenmiştir. Al elementinin düşük rakımlarda

kayıplarının artması ayrıca Si ve K elementlerinde yükseltiye bağlı olarak değişmekte olduğuna değinilmiştir. Oksihidroksitlerin üretimi rakımın az olduğu yerlerde daha yüksektir.

(Egli ve ark., 2009) Güney İsviçre ve İtalya topraklarında meydana gelen Fe, Si, Al ve kil mineralleri üzerinde pedogenetik vejetasyon etkilerini incelemiştir. Kestane ormanları üzerinde yer alan bitki örtüsünün toprak oluşumunda Fe, Al, Si dithionite, oxalate ve pirofosfat oluşumunun yanısıra filosilikat mineralinin varlığını karşılaştırmışlardır. C horizonunda vermikülliti yüksek oranda bulmuşlardır. Kestane ormanlarında Fe birikiminin oldukça fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

(Huang ve ark., 2013) Çin'de subtropikal orman havzasında aşırı yağış altında jeokimyasal kütleyle bağlı olarak toprak oluşumu ve ayrışma oranlarını belirlemişlerdir. Sürdülebilir arazi kullanımı stratejilerinin geliştirilmesi için ayrışmanın önemine değinmişlerdir. Bunun yanı sıra asitli toprak da granit oluşumuna rastlamışlardır.

(Favilli ve ark., 2010) Topografyaya bağlı olarak holosen dönemde meydana gelen toprak organik madde miktarı ve karbonat bakımından zengin malzemeler oluşturmasını ve ayrışma oranlarını araştırmışlardır. İtalya alplerinde holosen dönemden kalan toprakların topografyaya bağlı olarak incelenmesi ve bunun sonucunda yüksek rakımlarda kireçtaşı ve dolomit oluşumu gözlemlemişlerdir. Yükseltinin artmasıyla da organik asitlerin mineral dönüşümlerini tespit etmişlerdir.

(Aydin, 2008) Kuzeydoğu Türkiye'de Miyo-Pliyosen yaşlı Trabzon Alkalen Volkanitlerinin jeokimyasal ve Sr-Nd izotop bileşimleri: Magma kökeni ve gelişim süreci için uygulamaları doğrultusunda Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki (KD-Türkiye) Trabzon Alkalen Volkanitlerinin (TAV) mineralojik ve jeokimyasal özellikleri ile Sr-Nd izotopik bileşimleri, bu kayaların kökeninin, gelişim sürecinin ve kristallenme şartlarının anlaşılması için incelenmiştir.

(Şenol ve ark., 2014) Yarı kurak şartlarda trakit ve trakiandezit ana materyal üzerinde oluşan toprakların ayrışma oranları ve kil minerolojisine bakının etkisi sonucu toprakların element kayıplarını araştırmışlardır.

(Ping ve ark., 1989) Alaska Bölgesinde yaptıkları çalışmada volkan külü üzerinde meydana gelen toprakların özellikleri ve sınıflandırılması üzerine incelemeler yapmıştır. 20 tane profil üzerinde çalışılmış açılan profillerden 19 profil de spodic özellik belirlenirken 1 profilde Andik özellik belirlenmiştir.

(Van Ranst ve ark., 2004) Endonezya'nın Java Adasında bulunan volkanik oluşumlu topraklarda yaptıkları bir çalışmada volkan külü üzerinde meydana gelen

Andisollerde uyguladıkları asit oksalatla ekstrakte edilebilen Fe, Al ve Si'un artış göstermesine istinaden yıkanmanın fazla olması sebebiyle Al ve Fe'in aktif formlarının gelişimini saptamıştır.

(Van Ranst ve ark., 2004) Tarfindan Şili de yapılan bir araştırmada Andisol oluşum incelenmiştir. Andisol topraklarda meydana gelen fiziksel, kimyasal özellikler üzerinde kireç oluşumunun etkisini araştırılmıştır. Dolomit ve kalsit uygulaması yapılmıştır. Bu uygulama sonucunda, topraklarda asitlik azalma göstermiştir. Bu durum fosfor adsorpsiyon kapasitesinde azaltmıştır.

(Ishiguro ve Nakajima, 2000) Yaptıkları çalışmada Allofanik Andisolun hidrolik iletkenliğini incelemişlerdir. pH'ya bağlı olarak değişen yüklerin çoğunluğuna sahip olan allofanik andisoller olarak bilinen volkan külü topraklarının iletkenliklerindeki potasyum değişimleri incelenmiştir. Bu inceleme de HNO_3 ve H_2SO_4 asit solüsyonları kullanılmıştır. Sonuç ise; HNO_3 ve K yıkanması boyunca potasyum miktarı azalma göstermiştir. H_2SO_4 yıkanması sonucu ise potasyum miktarı artış göstermiştir. Asit yıkanmasının sonucu olarak, toprağın tamponlama kapasitesi yalnız toprağın yüzey kısmında etkili olmuştur. Böylece toprağın strüktürüne etki etmiştir. HNO_3 çözeltisinin uygulanması sonucu toprak dispersiyonu meydana gelmiştir. H_2SO_4 çözeltisi uygulamasında ise toprakta dispersiyon meydana gelmemiştir. Bunun nedeni çözeltide fazla miktarda kükürt bulunması olarak açıklanmıştır.

(Arbestain ve ark., 2001) Tarafından yapılan çalışmada İspanya'nın Kuzeybatısında Andik toprakların özellikleri saptanmıştır. Bu topraklarda sülfat miktarının fazla olmasının nedeni Al içeriği ile ilişkisine dayandırılmıştır. Farklı volkanik ana materyallerden meydana gelmiş 19 tane toprak profili üzerinde yapılan çalışmada toprağa uygulanan 0,4 MgSO_4 çözeltisi ile horizonların yüzeyinde sülfat birikimi belirlenmiştir. NaOH'da, phyrofosfatta ve oksalatta ile Al arasında pozitif ilişki tespit edilmiştir. Tüm horizonlardan elde edilen veriler sonucunda, sülfat birikmesiyle oksalatta ekstrakte edilen Al arasındaki ilişki azalmıştır.

(Poulenard ve ark., 2001) Tarafından Ekvator bölgesinde bulunan Paromo Andisolleri incelenmiştir. İncelenen andisollerin hidrodinamik özelliklerinin araziye etkisi araştırılmıştır. Bozulmamış toprak örnekleri alınarak infiltrasyon oranı incelenmiştir. İnfiltrasyon oranı fazla olmakla birlikte toprak kaybının minimum olduğu saptanmıştır. Yapılan çalışma sonucunda arazi kullanımlarının farklılaşması doymuş hidrolik iletkenlik oranını azaltmış, yüzey akışını önemli ölçüde arttırmıştır.

(Parfitt ve Saigusa, 1985) Yeni Zelenda'nın çevresinde volkan külünden oluşmuş Andept ve Spodosol topraklarda humus-AL ve allofan araştırmışlardır. Çalışma sonucunda toprak örneklerinde organik maddenin, humus-Al miktarının baskın olması nedeniyle, Al ve Si'un çökeliminin düşük hızda seyrettiğini göstermiştir. Ayrıca organik maddenin allofan oluşumunu engelleyerek ve humus-Al kompleks oluşumundaki önemi belirlenmiştir.

(Dubroeuq ve ark., 2002) Meksika ve çevresinde volkanik arazilerde andisoller üzerinde yapılan bu çalışmada mineralojik ve biyolojik özelliklerini incelemişlerdir. Meksikanın dağlarında bulunan çok yıllık bitkiler ve andisoller biyolojik ve mineral yapıyı etkileyen toprak oluşum mekanizması içinde bulunmaktadır. Bu ekosistemde bir katena halinde toprak örnekleri makro ve mikro morfolojisi tarama ve geçirimli elektron mikroskop ile kızıl ötesi yantması ve hümik asit radyoaktif karbon ömürleri ve polen kayıtları, toprak nemi ve mevcut su belirlenmesi ve toprak su analizleri çalışılmıştır. Toprağın olgunlaşması andisollerde uzatıkça mineral oluşumunda imogolit ve gipsit gibi Al'ca zengin minerallerden daha çok allofan ve hallyosite doğrudur. Bunun yanında toprak çözeltisinde çok miktarda Si içeriği ilgi çekmektedir. Meksika da dağlık arazilerde bulunan siyah andisoller yüksek oranda su tutma ve karbon biriktirme kapasitesine sahiptir. Sonuç olarak bu bölge de yapılan patates tarımı nedeniyle zarar gören otlaklar ve burada bulunan siyah andisoller bu zarardan etkilenerek su rezervlerinin ilerleyen dönemlerde azalacağına dikkat çekmişlerdir.

(Chen ve ark., 2001) Taiwan'da yaptıkları araştırmada volkanik araziler de oluşmuş andisol toprakların kimyasal, fiziksel ve mineralojik özellikleri daha önceden sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmada incelenen andisol toprağının profil gelişimi, A-BA-Bw-BC horizon dizilimine sahiptir. Killi tınlı ve killi tekstüre, yarı köşeli blok strüktüre, düşük hacim ağırlığına sahip ve yüksek fosfor tutma kapasitesi vardır. Kumlu topraklarda jipsit ve kuvars baskınken, killi topraklarda gipsit, kaolinit ve 2:1 tipi minerallerin baskın olduğunu saptamışlardır. İklimin yağışlı olması drenajın iyi olması ve ayrışabilir piroklastik materyallerin varlığı nedeniyle toprak oluşumunun daha hızlı olduğu belirlenmiştir. Birçok andik toprak özelliği ve görünümü gösteren inceptisoller genellikle andisollerden oluşmuştur tezi öne sürülmüştür. Bununla birlikte toprağın oluşum sırası entisol-andisol-inceptisol şeklinde olduğu savunulmuştur.

(Certini ve ark., 2001) İtalya da bulunan Etna Dağının ve çevresinin volkanik topraklarını incelemişlerdir. Bu incelemede kimyasal, fiziksel özelliklerin üzerine çalı formunda bulunan (*Genista aetnensis*) ve çam formunda bulunan (*Pinus nigra* Arn. Ssp.

Laricio Maire) bitkilerin etkileri üzerine araştırma yapmışlardır. Üzerinde çalı bulunan toprakların yüzeyinde, orman bulunan alanlarla kıyaslandığında daha çok organik madde ihtiva ettiği tespit edilmiştir. Üzerinde bitki örtüsünün çam olduğu topraklarda ise birincil minerallerin ayrışmasının ileri seviyede olduğu fakat bazik katyonların daha az olduğu saptanmıştır.

(Rupert ve ark., 2002) tarafından yapılan araştırmanın konusu volkanik arazi olmayan ana materyal üstünde oluşan topraklarda andik toprak özelliklerini incelemişlerdir. Bu topraklar da tipik podzol birikme ve yıkanma horizonlarına sahip olmayan podzolik özellikler belirlenmiştir. Himalaya'nın güney yamacında Bhutan bölgesinde yeni yapılan toprak araştırmaları sonucunda toprakların 2200 - 3500 m arasındaki yükseklik de geniş bir bölgede yayılım göstermiştir. Bhutan bölgesinde iyi drenajlı orman toprakların incelenmesi ve toprak örneklerinin analiz sonuçlarına göre; alınan numunelerde çok miktarda oksidik Fe ve Al bileşiklerinin, düşük hacim ağırlığının ($<0,5 \text{ gr/cm}^3$), % 85' den daha fazla fosfor tutulmasının varlığını göstermiştir. Toprak sınıfı olarak ne podzol ne de andisol olarak sınıflandırılmamaktadır. Araştırmanın sonucunda bu tür toprakların dünyada geniş yer kapladıkları ve detaylı araştırılmaları gerektiğinden önemle bahsedilmiştir.

(Gülçür, 1958) Doğu Karadeniz bölgesinin, Rize ilinde bazalt kayacı üzerinde meydana gelen toprakların kil minerallerinin tespit edilmesi üzerine yapılan çalışmada, bölgede bulunan toprakların genelinde kaolinit ve illit kil minerallerinin varlığı tespit edilmiştir.

(Craig ve Loughnan, 1964) Yeni Güney Galler'de bulunan bazalt topraklarda yaptıkları çalışmada piroksen, olivin, ve plajiyoklasların ayrışmasıyla montmorillonit kil mineralinin oluşumunun, inceledikleri birkaç profilde yüzeye yakın kısımda montmorillonitin mikro kristalli, kaolinite ve halloysite dönüşümünü saptamışlardır.

(Bisdorn, 1966) Batı İspanya'nın Kuzey topraklarında oldukça nemli koşullar altında granitlerden oluşmuş toprakları incelemiştir. İncelen nemli bölge topraklarında iyi bir toprak profiline sahip olduklarını ve ikincil mineral olarak metahalloysitin ve kaolinitin oluşumu saptanmıştır.

(Irmak ve ark., 1967) Türkiyede bulunan andezit ve granit üzerinde oluşan Kuzey Batı topraklarının mineralojik özelliklerini inceleyerek yaptıkları bu çalışmada: Batı Karadeniz bölgesini içine alan Bolu ilinde çam ormanı topraklarında andezit tüfü üzerinde oluşmuş kahverengi orman toprağında açtıkları profilde trioktahedral montmorillonit kil fraksiyonunun olduğu saptamıştır. Andezit üzerinde benzer koşullar

altında oluşan kahverengi orman toprağının her iki noktadan alınan numunelerde başat mineral olarak kaolinit ve bunu da kristobalitin ve illit oluşumu izlediğini belirlemişlerdir.

(Hocaoğlu, 1970) Ana materyalin aynı olduğu fakat farklı iklim şartları altında oluşmuş toprakların mineralojik özelliklerini belirlemek amacıyla Rize de bulunan ve 2500 mm yıllık yağış alan bazaltik topraklar üzerindeki kil mineralleri ile Diyarbakırda bulunan yıllık 500 mm yıllık yağış alan bazaltik topraklarda yer alan kil minerallerini karşılaştırarak incelemiştir. Hornblend bazaltlarında oluşmuş Rize topraklarında birincil mineral olarak halloysit bulunduğunu, Diyarbakır bazaltik topraklarında sırayla kaolinit, montmorillonit, vermikulit ve karışık tabakalı killerin olduğunu saptamıştır.

(Munsuz ve Ahmed, 1974) Tarafından yapılan çalışmada iklim şartlarının benzer fakat farklı ana materyaller üzerinde oluşan toprakların kil mineralojileri üzerinde yaptıkları çalışmada dasit üzerinde oluşan toprağın kaba kil fraksiyonunda kaolinit, illit, montmorillonit tespit edilirken ince kil fraksiyonunda kaolinit, illit, vermikulit varlığı saptanmıştır. Kireç içeren ana materyal üzerinde oluşan topraklarda kaba kil fraksiyonunda montmorillonit ve kaolinit, ince kil fraksiyonunda bulunan kaolinit ve vermikulit olduğu saptanmıştır.

(Gense, 1970) Madagaskar ve çevresinde beş ay süresince 1200 mm yağış alan yerlerde, olivin, ankerit, trakit, bazalt ve granitlerden kil minerallerinin oluşumunu incelemiş ve etkili koşullarda granitten oluşan toprakların birincil minerali olarak kaolinitin olduğu saptanmıştır.

(Eswaran, 1972) Nikaragua'da bulunan bazalt topraklarda yaptığı araştırmada toprak oluşum sırasında ikincil mineral olarak götit, kuvars, kaolinit ve hematit oluştuğunu saptamıştır.

(Eswaran ve De Coninck, 1971) Tropik bölge topraklarındaki bazaltlarda serbest demirin manyetit, amorf demir ve götit minerallerinin oluştuğunu bunun sonucunda amorf demir mineralinin dehidrasyonla hematit oluşturduğunu oksidasyonla ise magnetit ve lepidokrosit oluşturduğunu bunun yanında kristalize olan demir hidroksitleri oluşturduğunu belirtmişlerdir. Çalışma sonunda araştırmacılar yarı tropik ve tropik bölgelerde bazaltik topraklarda kırmızı rengi vermesinin önemli bir etken olduğundan bahsetmişlerdir.

(Singer, 1973) Saprolitik ve vesiküler ayrışmayı araştırmıştır. Vesiküler ayrışmanın yıkanmayı engellediğini sonucunda ise alkali katyonların, silisyum ve kaolinit, halloysit, simektit ve demir oksitleri engellediğini belirtmiştir. Bazalt toprak

üzerinde meydana gelen katenalar boyunca topraklarda katenanın yüksek yerinden ovaya yakın yerine doğru gidildikçe toprak renklerinin kırmızımsı renkten kahverengiye doğru değiştiğini ayrıca profil yüzeyi ile katenanın alt kısmında yüksek oranda karbonat konkresyonlarının bulunduğu tespit edilmiştir.

(Tardy ve ark., 1973) Tarafından yapılan çalışmada granit kayasının topografya ve iklimin etkisine bağlı olarak kil oluşumunu incelemişlerdir. Topografik etkiye göre kaolinitin ve simektitin dağılım gösterdiğini, kaolinitin yüksek arazilerde oluştuğunu, taban araziye inildikçe yıkanmanın yüksek arazilerden taban araziye doğru gerçekleştiğinden ayrışma ürünlerinin simektit oluşturduğunu ifade etmişlerdir.

(Rode ve Myagkova, 1968) Ermenistan da bulunan Gejam yaylalarında andezit ve bazalt kayaları üzerinde oluşmuş toprakların mineralojik özelliklerini üzerine araştırma yapmışlar ve biyotit, hornblend, hipersten, klorit, rutil, zirkon, epidot, magnetit, pirit, götit, kuvars, volkanik cam, plajiyoklas, maden varlığını tespit etmişlerdir.

(Jenny, 1941b) Toprak da bulunan mineralleri parçalanma ve ayrışma özelliklerini göz önüne alarak 4 grupta toplamış, 1. Grupta en dayanıklı mineral özelliğinde kuvars olduğunu belirtmiştir. Bazık tipte yer alan biyotitin muskovitten, plajiyoklasların ortaklastan, hornblendin ise ojitte daha kolay parçalandığını ve ayrıştığını tespit etmiştir.

(Singer ve Navrot, 1977) Akdeniz ikliminde yağışın etkisiyle bazık volkanik kayalarda kil oluşumunu araştırmışlardır. Akdeniz'in bazaltik kırmızı topraklarında kil minerallerinin profil boyunca dioktahedral vermikulit ve kaolinit olduğunu bunun yanı sıra yüzey horizonlarda hidromika bulunduğunu bununla birlikte rüzgarlarla getirilen kil parçacıkları büyüklüğünde kuvarsın da olduğunu belirtmişlerdir.

(Murray ve ark., 1977) tarafından yapılan çalışmada ana materyalin volkanik olması sonucunda feldispatların ilk olarak amorf oksitleri, amorf oksitlerinde demir oksitleri ve allofan oluşturduğunu ayrıca ayrışma sürecindeki ara tabakalarda allofan, kaolinit, halloysit oluştuğunu tespit etmişlerdir.

(Schafer ve McGarity, 1980) Bazaltik toprakların oluşumunda kahverengi ve kırmızı toprakların genesislerini bu çalışmada incelemişlerdir. İncelenen bu toprak özelliklerinin nötr pH gösterenlerin birçoğunda kil minerali olan montmorillonitin, hafif asit reaksiyon özelliği gösteren topraklarda ise kaolinitin bulunduğunu saptamışlardır. İnce kum fraksiyonunda özellikle idingizit, opak ve kuvars mineralleri birincil mineral olarak belirlenmiştir. Kuvarsın ince kum boyutuna yakın olmasını eski zamanlarda

oluşan jeolojik devirlere ait asit reaksiyon gösteren granit kayalardan kalıtımla taşınma ihtimalinden söz edilmiştir.

(Rutherford, 1987) Belize çevresinde bulunan granitlerde oluşan Ultisol topraklarda iki profil üzerinde çalışmalar yapmıştır. çalışmalar sonucunda, iki profile de aşırı ayrışma gözlemlendiğini, illit mineralinin sabit, kaolinit mineralinin ise yüzey horizonlara doğru artış gösterdiğini ayrıca daha yaşlı olan profil (1) de yüksek kaolinit içeriği saptamıştır. Feldispat ve kuvars içeriği düşük olmakla beraber iki profil de de hematit ve götit yukarı doğru artış gösterdiğini belirtmiştir.

(Yoshinaga ve ark., 1988) Volkanik küller üzerine yaptığı çalışmada birincil mineralleri ağır ve hafif mineraller olarak ikiye ayırmıştır. Volkanik küllerde hafif minerallerin daha baskın bulunduğunu (%70, %95), hafif minerallerde bol miktarda sırasıyla renksiz volkanik cam, silis mineralleri (kristobalit, tridimit, kuvars), feldispat, plajiyoklas, bunların yanı sıra mikanın yer aldığını, ağır minerallerinde ise çoktan aza doğru sırasıyla opak mineraller, hipersten, hornblend ve ojit içerdiğini ifade etmiştir.

(Lewis ve McConchie, 1994) Kil oluşumunun volkanik topraklarda gerçekleşme sırasını dört aşamada meydana geldiğini ifade etmiştir; ilk aşamada amorf mineral olan imogolit ve allofan ayrıca alt amorf mineral yapısının da oluştuğunu ilk aşamayı takiben, arid şartlarda montmorillonit, nantronit, gibi Fe-Al grubu simекtit minerallerinin oluştuğunu bir sonraki aşamada ise kaolinit mineralinin sulu formu olan halloysitin oluşumu, son aşamada ise gıbsitin oluşumu kaolinitleşme oranını arttırarak sonunda andosollerin meydana geldiğini açıklamıştır.

(Dahlgren ve ark., 1991) Washington eyaletinde Cascade dağlarında çökelen bazaltik tefranın ayrışma süreçlerini ve mineralojisini incelemişlerdir. Sonuç olarak taşınma süresince gerçekleşen aşınmaya bağlı olarak ayrışma düzeylerinin arttığını gözlemlemişlerdir.

(Dahlgren ve ark., 1999) Volkanik toprakların koloidal fraksiyonları mineralojik bileşimleri nasıl etkilediğini açıklamışlardır. Ana materyalin ayrışma koşullarının, fiziksel, kimyasal özelliklerinin ve toprak oluşum süreçlerinin ana materyalin tekstürünün ve kimyasal bileşimi, mineralojisi üzerinde ayrışma oranlarının önemli etkisinin bulunduğunu ifade etmişlerdir.

(Shoji, 1986) Japonya'da yer alan andosol toprakların mineralojik özelliklerinin araştırıldığı bu çalışmada, amorf mineraller oranının ve kil fraksiyon miktarlarının ana materyal, iklim ve ayrışma dereceleri tespit edilerek buna bağımlı geliştiğinden söz edilmiştir.

(Parfitt ve Kimble, 1989) Tarafından yapılan bu çalışmanın konusu allofan oluşumudur. Toprak nem rejimlerine bağlı olarak aridic-ustic-xeric rejimlerde silika mineralinin yıkanması sınırlı olarak gerçekleşmektedir. Allofan oluşumunun ise daha az gerçekleştiğini ifade etmişlerdir. Allofanın, ($Al/Si=2$) Al'ca zengin olması ama bazı allofan türlerine göre yıkanma şartlarına daha dayanıklı olduğu için, andosol topraklarda daha çok görüldüğünden söz etmişlerdir.

(García-Rodeja ve ark., 2004) İtalya, İzlanda Azorlar, İspanya (Tenerife) de 12 profilde volkanik ana materyal üzerinde gelişen topraklarda Al formlarını belirlemişlerdir. Organik maddenin andik horizonlarda arttığını belirtmişlerdir.

(Sanjurjo ve ark., 2003) Etna Yanardağı üzerinde değişik yükseltilerde bazaltik ana materyal üzerinde yer alan toprakların oluşumunda etkili faktör bitki örtüsü olarak belirtilmiştir. Bitki kök bölgesi genellikle kolay indirgenen Fe-oksihidroksitleri bünyesinde biriktirir ve ikincil mineraller olduğu da tespit edilmiştir.

(Dahlgren ve ark., 1993) Volkanik toprakların özellikleri ve kullanımları bu toprakların oluşumları ile ilgili yaptıkları araştırma da bitkilerin volkanik topraklar üzerinde daha etkili oldukları yeni minerallerin oluşumuna etki ettikleri ifade etmişlerdir.

(Lilienfein ve ark., 2003) Shosta Dağı'nda Kaliforniya eyaletinde bulunan bu dağda farklı dönemlerde oluşan genç andezitik materyallerin oluşumunu incelemişlerdir. Toprak oluşumu ve organik materyal incelenerek çalışmada allofan miktarının yaşlı topraklarda genç topraklardan 68 kat daha fazla olduğunu ve ferrihidrit konsantrasyonunun 2.3 kat arttığını, karbon, azot oranlarının toprağın yaşı ile doğrusal bir artış gösterdiğini belirtmişlerdir.

(Dixon ve Weed, 1989) Andisol toprakların allofanın Si-Al'un karışımından oluşan ve özellikle genç volkanik topraklarda meydana gelen amorf mineral olduğunu belirlemişlerdir.

(Meijer ve Buurman, 2003) Kosta Rika çevresinde yer alan Turrialba Volkanlarında katena ve toprak ilişkilerini incelemişlerdir. incelenen nadir toprak elementlerin, majör ve minör elementlerin yıkanma ve zenginleşme oranlarını tespit etmişler. Ayrışma durumlarına göre 3 ayrı yıkanma modeli tespit etmişlerdir.

(Pillans, 1997) Avustralya'nın Kuzey Queensland bölgesinde toprak yaşlarındaki farklılık sebebiyle bazalt akıntılarda toprak oluşumu ve oluşumun çok yavaş gerçekleştiğini (0,30 m/ma) tespit etmiştir. Bu çalışmada bölgenin erozyona karşı önlem almasının önemini anlatmıştır.

(Nieuwenhuysen ve ark., 2000) Kosta Rika ve çevresinde Andezitik lav üstünde oluşan topraklarda incelemelerde bulunmuşlardır. 1 m derinliğinde eski topraklarda birincil mineral olarak bulunan plajiyoklas, piroksenler, opak mineraller ve volkanik cam ayrışmayla artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Al ve Fe humus kompleksleri amorf ikincil mineraller olarak yer aldığını ifade etmişlerdir. Fulvudands topraklarda volkanik cam bulunmadığını, Haploquoxlarda topraklarda ise ikincil mineral olarak kaolin, gibsit ve götitin ağırlıklı bulunduğunu tespit etmişlerdir.

(Delvaux ve ark., 2004) Bohemian Masifi üzerinde bulunan granitte gelişen topraklarda topografya etkisine bağlı olarak toprak gelişimini incelemişlerdir. Ayrışma sonucunda andik özelliklerin artış gösterdiğini ifade etmişlerdir. oksit humus bileşikleri ve metal-humus formunda Fe ve Al içerdiğini allofanik olmayan andosollerin yağışlı ve soğuk iklimde yüksek oranda organik maddenin birikimi, yüksek infiltrasyon ve ayrışabilen minerallerin oluştuğunu belirtmişlerdir.

(Hepper ve ark., 2006) Volkanik kil içeren farklı topraklarda kil mineralojisi, katyon değişim kapasitesi ve özgül yüzey alanını araştırmışlar ve montmorillonit kil minerallerinin baskın bulunduğunu bulmuşlardır. Fakat montmorillonitin şişme-büzülme ve kristalizasyonu üzerine kil miktarlarının etkili olmadığını belirtmişlerdir.

(Parfitt ve Henmi, 1982) Kil fraksiyonlarında allofan oranının belirlemek için kızıl ötesi spektroskopisi metodunu ve oksalat ekstraksiyon metodunun karşılıklı durumlarını araştırmışlardır. İki farklı metodun da sayısal değerler verdiğini belirtmişlerdir.

(Childs ve ark., 1991) Japonya'da yer alan volkanik kül üzerinde oluşan topraklarda ferrihidrit oluşumunu incelemişlerdir. Bu incelemede on bir profilden altısında ferrihidrit oluşumuna rastlamışlardır. Volkanik topraklarda demir oksit oranının çokça olduğunu ferrihidriti belirlemede önemli olduğunu belirtmişlerdir.

(Drouza ve ark., 2007) Yunanistan'ın Nisyros Adası'nda bulunan volkanik topraklar üzerinde oluşmuş toprakları çalışmışlardır. Topraklarda allofan, imogolit, ferrihidrit gibi amorf minerallerin oluşmadığını buna sebep düşük ayrışma oranı olarak belirtmişlerdir.

(Boyraz, 2003) Trakya bölgesinde kıyı çeridi boyunca Kayı ve Aydınınar derelerinin dikine yardığı ve bu derelerin oluşturduğu topoğrafya üzerinde 9 profil açmış ve bunların morfolojik, fiziksel, kimyasal ayrıca total analizleri yapmıştır. Bu topraklar toprak taksonomisine göre sınıflandırıldığında 2 profilin Entisol ordosundan Typic Xerofluvent alt grubunda, 7 profilin inceptisolordosundan, bunlardan birinin

Fluventic Haploxerept diğ erinin Calcic Haploxerept, kalan 5 profilin ise Typic Haploxerept alt grubunda sınıflandırılmış tır.

(Mustafa ve Dengiz, 2014) Konya ili Ç umra İl ç esinde, Yarı kurak iklim koş ulları altında farklı fizyografya, benzer ana materyal üzerinde yeralan toprakların pedogenesislerini gerçekleştirilmek için toprak profil yerlerinin belirlenmesi ve ö rnekleme, toprakların fiziksel ve kimyasal analizleri, toprakların morfolojik ö zellikleri ve taksonomik sınıfları, kimyasal ve fiziksel ö zellikler yapılmış tır. Aç ılan profillerin rengi 7.5YR ile 10YR arasında değı ş iklik göstermiş tir. Fakat value değı rleri yüksektir. Topraklar genellikle kuru iken sert, ıslak iken yapış kan ve plastik ö zellik göstermektedir. Bünye dağı lımlarına bakıld ığında, ç alış ma alanı iç erisinde kil iç eriğı % 61 düzeyinde, en yüksek aluviyal ova tabanı üzerinde dağı lım gösteren topraklarda bulunmasına karş ın en düşük % 28 ile aş ımın yüzeylerinde bulunmaktadır. Hacim ağı rlığı değı rlerini de etkileyerek kil iç erikleri yüksek olan Vertic Haploxerept topraklarda 1.15-1.18 gr cm⁻³ arasında değı ş im bulmuş tur. Toprakların pH ve EC değı rlerine bakıld ığında, tüm profiller de pH alkalın ve tüm horizonlarda 7'nin üzerindedir. Ayrıca toprakların tuzluluk sorunları bulunmayıp EC değı rleri 0.27- 1,77 dS m⁻¹ arasında değı ş im bulmuş tur. Değı ş ebilir katyonlar yüzey horizonlarda K>Ca+Mg>Na dizilimgösterirken, derinlere doğı ru yüzeyaltı horizonlarda ise bazık katyonlar Ca+Mg>K>Na şeklinde dağı lım göstermektedir.

(Graf-Rosenfellner ve ark., 2016) Almanyada, Toprak oluş umu ve toprak organik madde kı yısını bölgedeki istikrar etkileri incelemek için; toprak ve sediment ö rnekleme, toprak ve sediment analizi ve organik maddenin yoğunluğ unda fraksiyonlama yapılmış tır. Bu ç alış malarda tüm ö rneklenen toprak ve icinde zengin nehir havza da kalkerli ana matery nedeniyle ç ökeller hafif alkali pH değı rleri (Aralığı 7.19 – 8,60) göstermiş tir. Toprak oluş umu ve organik bozulma ilerliyor mineral yüzeylerde direnir için adsorbe ikinci bir sadece organik madde, önemli. Sonuç larımız toprak ö zellikleri kı yısını taş kın yatağ ının iç inde toprak ö zellikleri ve bitki örtüsü türleri tarafından temsil edilen yerel sel koş ullara bağı lı olduğı açıklanmış tır.

(Dreibrodt ve ark., 2013) Neolitik Salzmün Almanya'da, eğ imin altında ki Holosen toprak oluş umu ve toprak erozyonunu incelenmiş ve bu ç alış mada Toprak oluş umu toprak rengi (kahverengi), pedojenik demir, kil iç eriğı , kil fraksiyonu ve manyetik duyarlılık ile mineral birleş iminde değı ş iklikler belirtenmiş tir. Topraklardaki kahverengileş me iş lemi beklenmedik oranda yüksek olduğı nı tespit etmiş lerdir.

(Shutchka ve ark., 2015) Kongo'da (Demokratik Kongo Cumhuriyeti) kloritik yeşil kayaların üzerinde geliştirilen bir toprak toposequence kantitatif mineralojisini incelemiştir. Bu araştırmadaki ilk klorit ya da mika, simektite dönüşür ve daha sonra simektit, kaolinite dönüşür. Bu dönüşüme Mg ve Fe'in serbest hale geçmesi eşlik etmiştir. Fe'nin büyük bir kısmı, aynı zamanda smektitler olarak buraya dahil edilmiştir. Bu dönüşümün sonucunda 1:2 tipi kil mineralleri 1:1 tipi minerallere dönüşmüştür. Ana toprağı oluşturan süreçler, kil oluşumu ve yakın otojenik materyal oluşumu şeklindedir. Genç simektit mineraller, toprakta şişme ve büzülmeyle engellemektedir. Öte yandan eski topraklar yeni kil tabakalarının oluşumu daha zor hale getirir, çoğunlukla kaolinit ve serbest demir bileşenlerinin hareketsiz kil fraksiyonunu incelemiştir.

(Huang ve ark., 2013) Astropikal Çin'de asit yağış altında küçük bir ormanlık havzada jeokimyasal kitle dengeleri dayalı ayrışma ve toprak oluşumu oranları belirlemek için örnekleme ve kimyasal analizler yapılmıştır. Ayrışma ve toprak oluşumu oranlarının ölçülmesi ve azot ve kükürt dönüşümü proton üretimi için hesaplamalar yapılmıştır. Bu çalışmada, toprak oluşumu oranı 0.95 ± 0.69 t ha⁻¹ yıl ve toprak derinliği 0.066 ± 0.048 mm yr⁻¹, astropikal Çin'in granitik bölgede toprak kaybı tolerans değeri kurulması için bir üs düşündürmektedir.

(Duzgoren-Aydin ve ark., 2002) Pyroklastik kayalardan meydana gelen profillerde ayrışma oranlarının tekrar incelenmesi bunun yanı sıra kimyasal elementlerin etkilerini, yıkanma nedeniyle kayıpların ayrışma derecesine bağlı olarak değişmediğini, çevresel koşullarında kil minerallerini ve seskioksitlerin hem miktarını hem de çeşidini kontrol ettiğini bununla birlikte profil heterojenlik düzeyini belirlemede yardımcı olduğunu ileri sürmüşlerdir.

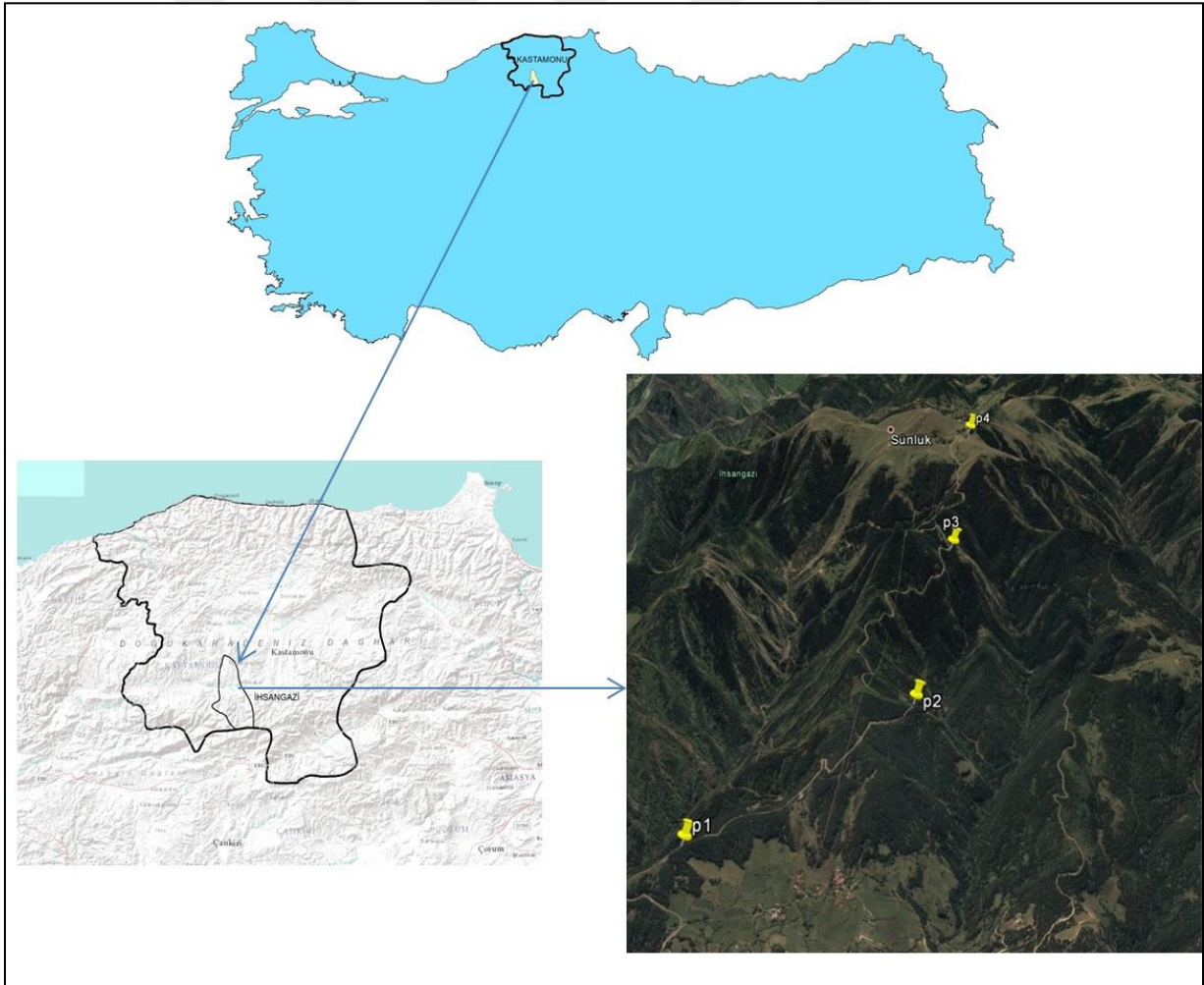
(Kneisel ve ark., 2015) Alp ortamları (Avrupa Alp'leri ve Wind River Range (Rocky Dağları, ABD) içinde, silikat ana materyal üzerinde toprak oluşumu oranları farklı yaklaşımlar-farklı sonuçlar ortaya çıkarır. Bu çalışmada yüksek dağlık alanlarda (alpin iklim) Toprak oluşumu oranları son derece hızlıdır, çok düşük değerler arasında değişir ve zaman net bir azalma eğilimi göstermektedir. Bu görünüşte, yaşlı yüzeylerde ayrışma genç yüzeylerde ve bulunan sınırların sahip olduğu bölgelerde ayrışma kinetik sınırların bir sonucudur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Coğrafi Durum

Çalışma alanı Kastamonu ilinin 20 km güneybatısında yer alan İhsangazi ilçesi sınırları içinde bulunmaktadır. Karadeniz Bölgesi'nin Batı Karadeniz bölümünün de olup, Kastamonu ilinin güneybatısında'dır. Doğu ve kuzeydoğusunda Kastamonu, batısı ve kuzeybatısında Araç ilçesi, güneyinde ise Çankırı ili yer almaktadır. Bu çalışmada kullanılan profiller pontid volkanizmanın bir parçası olan andezit karakterli volkanik bir arazide farklı yüksekliklerde açılmıştır. Bu amaçla 1133-1634 rakımları arasında 4 adet profil açılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Çalışma alanı coğrafi konumu ve profil noktaları

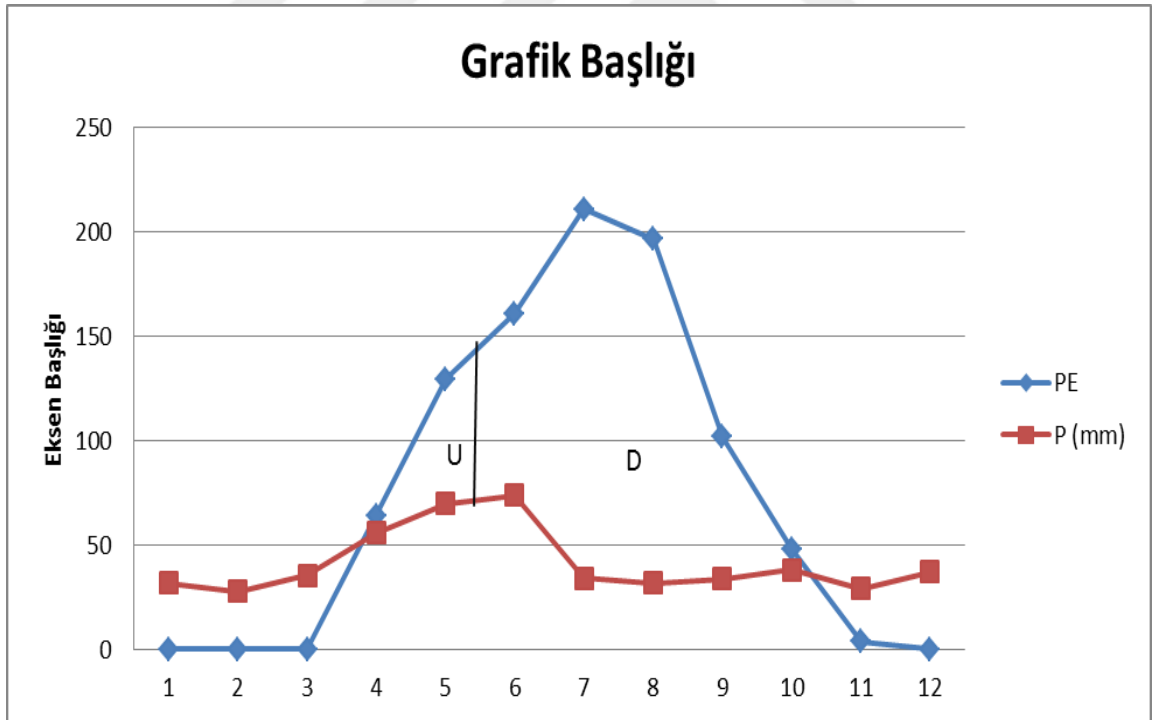
3.1.2. İklim

Çalışma alanında ortalama yağış 499.2 mm. iken buharlaşma 776.4 mm. 'dir. Ortalama toprak sıcaklığı 12.6'dır. Buna göre bölgenin nem rejimi xeric sıcaklık rejimi ise mesic dir. Çalışma alanın bitki örtüsünü ise gürgen, kayın, köknar, karaağaç ve çam ormanları ve bununla uyumlu orman altı örtüsü oluşturmaktadır. Bulunduğu bir alanda bitki örtüsü yoğun olarak gelişmektedir. Yarı kurak bir karasal iklime sahip olup her mevsim yağış alabilen bu nedenle hâkim yeşil alanlar mevcuttur.

Türkiye'nin meteorolojik ölçümleri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DHİ) ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) tarafından yapılmaktadır. DHİ büyük klima, küçük klima Sinoptik, ve yağış istasyonu şeklinde toplam 451 meteorolojik istasyonla, DSİ de 452 meteorolojik istasyonla ölçüm almaktadır. 863.8 km² 'ye bir istasyon düşmektedir. (Eischeid ve ark., 1995) Yağış istasyonunun bulunması açısından bölgeleri üçe bölmüşlerdir. Araştırmacılar 25 ile 250 km² 'lik alana bir istasyon yerleştiren bölgelere yoğun, 250 ile 2500 km² 'lik alana bir istasyon düşenlere orta ve 2500 km² 'den büyük bir alana bir istasyon düşenlere ise düşük istasyon yoğunluğuna göre belirlenmektedir. Türkiye istasyon yoğunluğu açısından orta dereceye sahiptir. Türkiye'de istasyonların yerleşimlerinde bölgeler arasında büyük farklılıklar bulunmaktadır. Türkiye'de istasyonlar yerleşim yerlerin yakınındadır. Buna bağlı olarak batıda istasyon sıklığı yüksek, doğudaysa düşüktür. Türkiye içerisinde topografya kısa mesafelerde çok değişkendir. Meteorolojik parametrelerin kısa mesafede yüksek oranda farklılıklar göstermesine sebep olmaktadır. Türkiye'nin yüksek dağlık alanlarında çok az meteorolojik istasyon yer almaktadır. Dağlık alanlarda kar miktarının fazla olması su potansiyelimiz için büyük önem teşkil etmektedir. Türkiye'nin yüzölçümüne bakılırsa sahip olduğu meteoroloji istasyonlarının yeterli sayıda bulunmadığını ifade edebilirim. Bu nedenle yükseltiye bağlı olarak yağıştaki farklılıklara ait kesin sonuçlar bilinmemektedir.

Çizelge-3.1:Kastamonu il merkezine ait yıllık ortalama iklim verileri

Meteorolojik Elemanlar	AYLAR												Yıllık
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Ortalama Sıcaklık (C°)	-0.9	0.7	4.5	9.5	14.1	17.5	20.3	19.9	15.6	10.6	5.0	0.9	9.80
Ortalama Yağış (mm)	31.8	28.0	35.6	55.7	69.8	73.7	34.2	32.0	33.8	38.1	29.3	37.2	499.2
Buharlaşma (mm)	-	-	-	58.3	107.2	131.9	170.0	156.0	98.8	49.6	4.3	0.3	776.4
Ortalama Toprak Sıcaklığı (50 cm)	2.7	2.7	5.5	10.4	15.2	19.3	22.7	23.4	20.3	15.0	8.9	4.7	12.6



Şekil-3.2 :Çalışma alanı topraklarının iklim verileri grafisi

3.1.3. Jeoloji

Bölgenin jeolojisine ise; başlıca bazalt, andezit, tuf ve aglomeralardan oluşan birim adını Boyabat'ın 3 km. kadar kuzeybatısında yer alan Akyörük köyünden alır. Akyörük volkanitinin diğer bir deyişle akyörük bazaltları olarak kaynaklarda yer almaktadır. Kastamonu güneyinde Sünlük, Bozarmut, İsalır köyleri arasında geniş bir yüzeylemesi vardır. Bazalt-andezit, tuf, aglomera ve az oranda karbonat ve ara tabakalarından oluşan birim ılıca formasyonu ile yanal ve dikey geçişlidir. Olivin bazalt karakterlerindeki bazaltlar siyah renkli, masif görünümlü, gözenekli ve yer yer sütunsal soğuma çatlaklıdır. Akyörük volkanitlerini (Ercan ve Gedik, 1983) alkali bazaltik bir volkanizmanın ürünü olarak değerlendirmişlerdir. Akyörük volkanitlerinin diğer bir deyişle akyörük bazaltları olarak kaynaklarda yer almaktadır. Traki andezitler kahverengimsi, kırmızımsı, üst yüzeylerde pembesi olup makro feldispat ve amfibol kristalleri içerir.

İlica formülasyonu ile yanal ve dikey geçişli olduğundan birimin yaşı da İlica formülasyonun yaşı gibi Lütasiyen'dir. Çalışma alanı içerisinde ılıca formülasyonunun devamı olarak çakıltası, kumtaşı, kumlu kireçtaşı, kireçtaşı ve volkanitlerden oluşan bunların Eosen serisine ait lütasiyen katında olduğu incelenmiştir. Volkanik kum, kireçtaşı ve andezit/trakiandezit ve ayrışma ürünlerini bulundurmaktadır (Şenol, 2014).

3.2. Metot

3.2.1. Toprak Profillerinin Belirlenmesi

Türkiye topografyası çok kısa mesafeler arasında farklılıklar göstermektedir. Farklılık gösteren topografya üzerinde meteorolojik parametreler hızlı değişkenlik göstermektedir. Ülkemizde yüksek dağlık alanlarda az sayıda meteorolojik istasyon yer almaktadır. Bu nedenle yükseltiye bağlı olarak yağışta meydana gelebilecek farklılıklara ait kesin değerler bulunmamaktadır.

Genel yargı olarak yükseklik arttıkça yağış miktarında artış meydana geldiği bilinmektedir. Her 100 metrede 50 ile 400 mm. arasında olan değişimin ekvatorial kuşakta, yer alan adalarda daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Yağış değişim oranları dünyanın farklı bölgelerinde değişiklik gösterir ayrıca mevsimler arasında da değişkenlik göstermektedir. (Sevruk ve Nevenic, 1998) Alp Dağları'nda yapılan

çalışmada yağış miktarlarının değişim kış mevsiminde yamacın yöneyine bağlı iken 66 mm./100 m. ile 26 mm./100 m. arasında değişkenlik gösterir. Yaz mevsiminde bu oran 40–30 mm./100 m. arasında belirtilmektedir. (Singh ve ark., 1997) Himalayalarda rüzgârın estiği yöndeki yamaçlarda yağış değişim oranının 106 mm./100 m. ile rüzgâr ardı yamaçta 10 mm./100 m. arasında değiştiğini göstermektedir. (Koç ve İrdem, 2007)’de kuzeybatı anadoluyu kapsayan yağış dağılımlarının gerçekleştirdiği analizlerde, denizelliğin ve yüksekliğin arttığı alanlarda, yağış miktarlarının daha yoğun olduğu sonucu tespit edilmiştir.

Türkiye sınırları içinde yüksek yerlerde yağış değişim oranının belirlenmesinde kullanılan yüksek dağ istasyonu merkezi ve sayısı oldukça azdır. Buna uygun Uludağ’da Bursa ve Uludağ Zirve istasyonları arasındaki mesafe 43.9 mm./100 m. yağış değişim oranı belirlenmiştir. Yağışın yüksekliğe bağlı olarak değişimlerin belirlenmesinde kullanılan hesaplama yöntemi Schreiber tarafından oluşturulan formülün kullanımı biyoiklim ve bunun yanı sıra fiziki coğrafya çalışanları tarafından önerilmektedir. (Yılmaz ve Çiçek, 2016) Schreiber formülü:

$$Ph = P_0 + (54 h) \text{ şeklinde olup formülde;}$$

Ph yükseltisi bilinen yağışı bulunacak bir noktanın yağışı (mm.),

P₀ yağış değeri ve yükseltisi bilinen karşılaştırma istasyonun yağış tutarı (mm.)

Ph ile P₀ arasındaki yükselti farkını (hektometre) ifade etmektedir.

Yağışı belirlenecek alan yağışı ve yükseltisi bilinen istasyondan alçakta ise formülde toplama yerine çıkarma işlemi yapılmaktadır. Formül eşit mesafede bulunan 2038 noktanın en yakınındaki meteoroloji istasyonundan yağış verileri alınıp, istasyon ile arasındaki yükselti farkına bakılarak yağış her 100 metrede 54 mm. arttırılarak (örnekleme noktası, yakınındaki meteoroloji istasyonundan daha alçakta ise azaltılarak) yağış miktarı tekrar hesaplanmıştır. Atmosfer kalınlığı 10.000 km’yi geçse de su buharı atmosferin alt kısmında yoğun olarak yer alır. Bu sebeple yükseklikle yağış artışı atmosferde belirli bir yüksekliğe kadar gerçekleşmekte, daha sonra düşmektedir. Yağışın düşme eğilimi gösterdiği sınır çok değişkendir. (Sevruk, 1974), yağış kuşağının enleme göre değiştiğini tropik iklimde sınırın 1000 m. altına inerken ılıman kuşakta en yüksek dereceye ulaştığını ve ılıman kuşakta bu sınır 1400–1500 civarındadır.

Bu sınırın Alp Dağları ve Kayalık Dağları'nda 3000–4000 metreden, tropikal bölgelerde ise 1000–2000 metreden geçtiği saptanmıştır (Rolland, 2003). Nepal Himalayalarında muson mevsimi süresince yağmurun 2800–4500 metre arasında azaldığını tespit etmişlerdir. Himalayalar'da yaptıkları çalışma da yağmur şeklindeki yağışın maksimum seviyesinin bakı koşullarına bağlı olarak 1600–2200 metre arasında değiştiğini bu seviyeden sonra azalma göstererek 4000 m'den sonra ise yağış miktarının düştüğünü belirtmektedirler (Singh ve ark., 1995). Maksimum kar yağışının bakı koşullarına bağlı olarak 1800–2500 m'de maksimum seviyeye ulaştığı 3000 metre de yağışların yıllık yağışa aynı oranda katkı yaptıkları 3000 metre'nin üstünde kar yağışlarının, altında ise yağmurun etkili olduğunu belirtmektedirler. (Akman, 1990) Atlas Dağları'nda yağışın 2000–2500 metrede 900 mm. iken, 4000 metre'de 400 mm'ye düştüğünü, Toros Dağları'nda ise genel olarak 1800 metre'den sonra yağışın azaldığını belirtmektedir. Türkiye'de çok az yer alan yüksek dağ istasyonlarından 1877 m'deki Uludağ Zirve istasyonu ile 100 m'deki Bursa istasyonu arasında yağışın düzgün bir periyotta arttığını ve Bursa'da 673.3 mm olan yağışın Uludağ Zirve istasyonunda 1453.3 mm'ye ulaştığı belirlenmiştir. Uludağ'da yüksekliğe göre 1777 m'de yağış yaklaşık 2.2 kat artmıştır. Sonuç olarak bu durum yağışın Türkiye'de en az 2000 m'ye kadar yağışın arttığını göstermektedir.

Bu çalışmada da Schreiber formülü kullanılarak profil noktalarının yağışları belirlenmiştir. Kastamonu için ölçüm yapılan meteoroloji istasyonunun rakımı 799 m olarak alınmıştır.

Buna göre profillerin hesaplanan yağış miktarları, P1 için 678.8 mm., P2 için 740.9 mm., P3 için 847.8 mm., ve P4 için 949.4 mm. dir.

3.2.2. Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metotları

Söz konusu analizler aşağıda belirtilen metotlara göre yürütülmüştür.

pH: 1:2,5'lük toprak/saf su süspansiyonunda, pH 1:2,5'lük toprak-1N KCL spansiyonunda, 1:2,5'lük toprak- (Staff, 2004).

EC: 1: 2,5'lük toprak-saf su süspansiyonunda EC aleti ile (Staff, 1954).

KDK: 1 N sodyum asetat, değişebilir katyonlar amonyum asetat yöntemleri ile belirlenmiştir (Staff, 1954).

Organik Madde: Smith-Weldon yaş yakma metodu ile (Hocaoglu, 1966).

% Kireç:Kalsiyum karbonat, Scheibler kalsimetresi ile (Hizalan ve Unal, 1966).

Değişebilir Katyonlar: Na ve K 1N amonyum asetat yöntemleriyle belirlenmiştir (Staff, 1954).

Tekstür: Havada kurutulup 2 mm'lik elekten elenmiş toprak örneklerinde parça büyüklüğü dağılımı hidrometre metodu ile belirlenmiştir (Bouyoucos, 1951).

Hacim Ağırlığı: Hacim ağırlığı, 100 cm³ lük metal silindirler içine alınan örneklerin 105 C°'de kurutularak silindir hacmine bölünmesi ile belirlenmiştir (Blake ve Hartge, 1986).

Kil Mineralojisi ve Primer Mineraller: Primer mineraller için 2mm'den küçük toprak örnekleri mortar grinder 38 mikrondan geçecek şekilde öğütülerek ve 2-40 20 arasında X-Ray difraksiyonları çekilmiştir. Örnekler için mineralojik kompozisyonlarının belirlenmesi amacıyla birincil mineraller için, 2 mm'den küçük toprak örnekleri agat havanda 38 mikrondan geçecek şekilde öğütülmüş ve 2-40 20 arasında X-Ray difraksiyonları çekilmiştir. Kil mineralleri için ise yıkama, kil ayırma, kilin doyurulması ve kilin serilmesi işlemleri yapılmış, bu amaçla NaOAC, H₂O₂, sodyum dithionite, sodyum sitrat işlemleri uygulanmış, daha sonra kil fraksiyonu sedimentasyon, dekantasyon ve santrifüjleme ile ayrılmış, K ve Mg ile doyurularak cam slaytlara serilmiştir. Kurutulan preparatların 2-15 20 aralığında X-Ray difraksiyonları çekilmiştir. Mg ile doyurulan örnekler gliserol ile işlem görerek, K ile doyurulan örnekler 550 °C _de ısıtılarak aynı aralıkta difraktogramları alınmıştır (Jackson ve Hall, 1979). X ışınları kırınimleri Shimadzu XRD-6000 cihazı ile Cu tüp kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca örneklerin KBr ile hazırlanan peletlerinin kızıl ötesi spektrumları alınmıştır (Jackson ve Hall, 1979).

Total Element Analizi: Kurutulmuş, öğütülmüş ve homojenize edilmiş 2mm'den küçük toprak örneklerinde, ana kayalarda ise yaklaşık 10g kaya parçasının öğütülmesi sonucu örneklerde LiBO₂ / nitrik asitte yakma yöntemi sonucu ekstraktlarda, minör ve majör elementler ICP AES'de, nadir toprak elementleri ise ICP MS'de okunmuştur. Ana elementler % oksitler şeklinde, minör ve nadir toprak elementleri ise ppb ve ppm olarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra örneklerde yüksek sıcaklıkta yanma kayıpları ölçümleri yapılarak % olarak belirlenmiştir (Chao ve Sanzalone, 1992).

3.2.3. Ayrışma İndekslerinin Hesaplanması

Topraklarda ayrışmanın açıklanması için çok sayıda indeks ortaya konulmuştur (Nesbitt ve Young, 1989). Tüm indeksler genel olarak aynı prensip altında belirlenmiştir ve (K, Ca, Na Mg,) bazik katyonlar ile Si ve Al gibi katyonlar arasındaki değişik oranların belirlenmesine dayanır. Bu çalışmada profillerin ayrışma oranlarının sayısallaştırılması için aşağıda verilen indeksler kullanılmıştır.

a- Kimyasal alterasyon indeksi (CIA) (Nesbitt ve Young, 1989).

$$CIA = (100) [Al_2O_3 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O)]$$

b-Kimyasal ayrışma indeksi (CIW) (Harnois, 1988),

$$CIW = (100) [Al_2O_3 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O)]$$

c- Bazlar/R₂O₃ oranı (Birkeland, 1999),

$$Bazlar/R_2O_3 = (MgO + CaO + Na_2O + K_2O) / (TiO_2 + Fe_2O_3 + Al_2O_3)$$

e-Plajiyoklas alterasyon indeksi (PIA) (Fedo ve ark., 1995),

$$PIA = (100) [(Al_2O_3 - K_2O) / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O)]$$

f-Product İndeks (P) (Reiche, 1962),

$$P = (100) [SiO_2 / (TiO_2 + Fe_2O_3 + Al_2O_3 + SiO_2)]$$

Eşitliklerdeki CaO değeri silikat minerallerinden kaynaklanan CaO değeridir. Ancak karbonat ve apatit düzeltmesi yapılarak kullanılır. Bunun yanı sıra silikat minerallerindeki en önemli CaO kaynaklarından en önemlisi apatittir. Apatit düzeltmesi yapılan CaO değeri Na₂O değerinden daha düşük çıkarsa indekslerde bu değer kullanılır. Daha yüksek çıkması durumunda ise CaO değeri olarak Na₂O değeri kullanılır (McLennan ve ark., 1993). Bu çalışma esnasında da hem kireç hem de ölçülen P₂O₅ değeri kullanılarak apatit düzeltmesi yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Morfolojik Özellikler ve Sınıflandırma

Çalışmada incelenen profillerin tümü andezit ana material üzerinde yüksekliğin toprak oluşumuna etkisini görebilmek için 1133 ile 1634 metre yükseklikler arasında açılmıştır. 1 numaralı profil (P1) 1133, 2 numaralı profil (P2) 1248, 3 numaralı profil (P3) 1146 ve 4 numaralı profil (P4) ise 1364 m. yüksekliğe sahiptir. En yüksek koda sahip 4 numaralı profil zayıf orman ve çayır vejetasyonu altında diğer profiller ise orman örtüsü altında bulunmaktadır. Profillerden P2 hafif eğimli yamaç da iken diğerleri dik ve çok dik yamaçlarda açılmıştır. Profillerde yüzey horizonlarında P3 ve P4 orta granüler, P1 de kuvvetli ince granüler ve P2 de zayıf kaba granüler, strüktür gözlenmişken yüzey altı horizonlarda ise P1 kuvvetli yarı köşeli blok, P4 de kaba orta köşeli blok saptanmıştır. Ana materyaller tekssel veya masif strüktürel yapıdadır. Profillerde renk 5 YR ile 10 YR arasında değişmektedir. Genelde düşük value değerleri belirlenmiştir. Yüksek value değerleri C horizonlarında gözlemlenmiştir. Çizelge 4.2 de morfolojik özelliklere değinilmiştir. Profiller arasında P1 hariç horizonların dizilimleri arasında önemli derecede farklılaşmanın bulunmayışı ana materyalin yavaş ayrıştığını, bu da çalışma alanında yer alan toprakların toprak oluşumlarının aynı olduğunu göstermektedir. Çizelge 4.1 çalışılan toprak profillerinin yer aldığı arazi özellikleri gösterilmiştir. Şekil.4.1 de 4 ayrı profil fotoğraflarla gösterilmiştir.

Çizelge-4.1: Çalışılan toprak profillerinin yer aldığı arazi özellikleri

Profiller	Koordinatlar		Ana Materyal	Yükseklik	Arazi Pozisyonu	Eğim (%)
	Kuzey	Doğu				
P1	4559159	545796	Andezit	1133	Orman	5–10
P2	4557962	544511	Andezit	1248	Orman	2–5
P3	4556546	544413	Andezit	1446	Orman	15–30
P4	4555028	544425	Andezit	1634	Mera-Orman	10–15

P1

Şekil 4.1. Çalışma Alanındaki Profillere Ait Görünümler

P2



Şekil 4.1. (devam) Çalışma Alanındaki Profillere Ait Görünümler

P3



Şekil 4.1.(devam) Çalışma Alanındaki Profillere Ait Görünümler

P4



Şekil 4.1. (devam) Çalışma Alanındaki Profillere Ait Görünümler

Çizelge-4.2: Çalışılan toprak profillerine ait morfolojik görünüm

Pedon	Horizon	Derinlik (cm)	Renk		Strüktür	Arazi Tekstürü	Horizon Sınır Özellikleri
			Kuru	Nemli			
P1	A	0-16	5YR 3/3	5YR 3/1	Kuvvetli, İnce, Granüler	C	Kesin, Dalgalı
	Bw	16-52	5YR 4/3	5YR 3/6	Kuvvetli, İnce, Köşeli Blok	C	Belirgin, Dalgalı
	R	52+	5YR 5/4	5YR 4/8	Masif		-
P2	A1	0-6	7,5YR4/3	7,5YR3/2	Zayıf, Kaba Granüler	C	Belirgin, Dalgalı
	A2	6-32	7,5YR4/3	7,5YR3/2	Orta, Orta, Granüler	C	Belirgin, Dalgalı
	Cr	32+	2,5 YR7/2	2,5YR5/3	Masif	C	Belirgin, Dalgalı
P3	A1	0-30	7,5YR3/3	7,5YR3/1	Kaba, Orta, Granüler	C	Belirgin, Düz
	R	30+	7,5YR4/1	7,5YR2/1	Masif		-
P4	A1	0-40	10 YR4/4	10YR 3/2	Orta, Orta Granüler	C	Geçişli, Dalgalı
	C1	40-56	10 YR5/3	10YR 5/3	Masif	S	Belirgin, Dalgalı
	C2	56-84	2,5YR5/3	10YR 3/3	Masif	S	Belirgin, Dalgalı
	Cr	84-120	2,5YR8/2	2,5YR 5/3	Masif	S	Belirgin, Dalgalı
	R	120+	10 YR 6/2	10 YR 3/2	Masif		-

Elde edilen veriler ışığında çalışılan topraklarda Profil 1 sadece kambik horizon içermesi ve xeric rejimde yer alması nedeniyle Typic Haploxerept olarak sınıflandırılırken Profil 2, Profil 3 ve Profil 4 herhangi bir horizonu dışında tanımlayıcı horizon içermemeleri nedeniyle Entisol ordosunda , diğer alt gruplar için gerekli şartları taşımamaları nedeniyle Orthent alt ordosunda sınıflandırılmıştır. P2 ve P3 de lithic kontak bulunması ve yine profillerin xeric rejimde yer almaları nedeniyle bu iki profil Lithic Xerorhent P4 ise Typic Xerorhent olarak sınıflandırılmıştır.

4.2. Fiziksel ve Kimyasal Özellikler

Çalışılan profillerin fiziksel ve kimyasal özelliklere ait değerler Çizelge 4.3 ve 4.4 de verilmiştir. Profillerde organik madde içeriği % 0.18 ile % 7.06 arasında değişmiştir. Tüm profillerde organik madde yüzeyden aşağıya doğru azalma göstermiştir. Tüm profillerde yüzey horizonunda bölgenin sahip olduğu yoğun vejetasyona bağlı olarak yüksek değerlere çıkmıştır. Yüzey altı horizonlarda ise organik madde içeriği düşüktür. Organik madde içeriği derinliğe bağlı olarak önemli miktarda azalmış ve yüzey horizonlarından devam ederek çok düşük değerlere inmiştir.

Toprakların elektriksel iletkenlikleri 63.6 ile 408.0 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ arasında değişmiştir. Tüm profiller tuzsuzdur. Profiller tamamı tuzsuz olup profildeki dağılımları düzensizdir. Tüm profillerde tuz miktarının benzer çıkması fizyografya farklılığına rağmen tuz hareketinin benzer olduğunu göstermektedir. Bu durum toprak oluşumunu etkileyen en önemli faktörlerden biri olan, toprakta perkole olan su miktarının yetersiz olduğunu göstermektedir.

Profillerde pH 5.94 ile 6.49 arasında değişmektedir. Bu nedenle profillerde pH hafif asidiktir. Toprak profillerinde toprak reaksiyonu incelendiğinde, ana materyalin bileşimi ile orantılı olarak düşük pH'lar oluşmuştur. Topraklarda sudaki pH, ana materyalin ve karbonatların bulunmaması nedeniyle tüm horizonlarda 7'nin altındadır. Her ne kadar yükseltiye bağlı olarak yağışta, önemli farklılaşmalar olsa da toprak oluşumu açısından önemli bir farklılaşma getirmemiştir. Bu durum başka özelliklerde olduğu gibi toprak pH sına da yansımıştır. Profillerde önemli ölçüde bir yıkanma meydana gelmemesi sebebiyle nedeniyle fizyografik üniteler arasında pH açısından bir farklılaşma ortaya çıkmamıştır.

Topraklarda KDK 18.93-33.91me.100g⁻¹ arasında dağılım göstermiştir. KDK horizonların kil ve organik madde miktarı ile ilişkili olarak değişmiştir. Çalışma alanındaki toprakların KDK'leri bir kaç horizonunda düşük organik maddeye rağmen yüksek değerlere çıkmıştır. KDK'nın yüksek değerlere çıkması yüksek yük yoğunluklu tabakalı (smektit) alimino silikatların varlığına işaret etmektedir. Nitekim mineralojik analiz sonuçları da profillerde smektitlerin varlığını kanıtlamaktadır. Çalışılan profillerde yetersiz toprak oluşum şartları nedeniyle fizyografik üniteler arasında kil mineralojisi açısından önemli bir farklılaşma ortaya çıkmamış bu da KDK 'nın profiller arasında önemli bir değişim göstermesine engel olmuştur.

Tüm açılan profillerde düşük kireç miktarına rastlanmıştır. Kireç miktarı % 0.457 ile % 0.897 arasında değişmiştir. Profillerde bulunan kireç yüzeyden ana materyale doğru azalma eğilimi göstermiştir. Profillerde anamateryalin tabiatı gereği karbonatlar çok az miktarda bulunmaktadır. Oluşan karbonatların bir kısmı amfibollerin ayrışması bir kısımda atmosferik depozisyon ile katılmıştır. Nitekim yüzeyden alt katmanlara doğru kireç miktarının azalması da bunu desteklemektedir. Her ne kadar profillerde çok az kireç gözlense de yağışın miktarı CaCO_3 'ün yıkanmasına yetmemiştir. Profiller arasındaki yağış miktarındaki farklılığa rağmen düşük yağış kapasitesi kirecin tamamen profilden yıkanmasına engel olmuştur.

Topraklarda değişebilir katyonlar yüzey horizonlarda $\text{Ca}+\text{Mg}>\text{K}>\text{Na}$ iken, P4 yüzey altı horizonlarda $\text{Ca}+\text{Mg}>\text{Na}>\text{K}$ olarak gerçekleşmiştir. Profillerde $\text{Ca}+\text{Mg}$ 8.11-17.32 me.100 g^{-1} , Na 0.04-0.87 me.100 g^{-1} ve K 0.23-1.63 me.100 g^{-1} arasında değişmiştir. Değişebilir katyonların miktarı P1 ve P4 derinlikle artmış, diğer profillerde düzensiz bir değişim göstermiştir. Yıkanmanın yetersiz oluşuna bağlı olarak tüm profillerde bazik katyonlar tamamen yıkanmasa da baz doygunluğu çoğu horizonlarda % 50 nin altında bulunmuştur. Ancak hiçbir horizonunda %35 in altına düşmemiştir. Tahmin edilen yağış miktarındaki değişikliklere rağmen baz doygunluğunun tüm profillerde benzer dağılım göstermesi mevcut yağışın bazıları tamamen yıkamaya yetmediğini ve baz doygunluğu açısından profil farklılaşmasına neden olmadığını göstermektedir. Bazik katyonların bolluğu ana materyalde yer alan feldspatların Na ve Ca'ca daha çok olduğunu göstermektedir. Yüzey horizonlarda K daha yüksek değerlerde dağılım göstermektedir. Bu durum vejetasyon nedeniyle yüzeye taşınma nedeniyle meydana gelmektedir. Yükseltideki farklılıklar ve bunun oluşturduğu durum baz doygunluğu üzerine herhangi bir etki göstermemiş ve tüm profillerde benzer sonuç elde edilmiştir.

Çizelge-4.3: Çalışma alanındaki profillere ait bazı kimyasal özellikler

Pedon	Horizon	Derinlik (cm)	pH _(Saf Su) (1/2,5)	EC (µS/cm)	Organik Madde (%)	CaCO ₃ (%)	KDK (mek.100g ⁻¹)	Baz Doy. (%)
P1	A	0–16	6,16	142,3	7,06	0,897	33.91	40.6
	Bw	16–52	6,32	146,0	3,15	0,845	22.26	58.5
	R	52+	-	-	-	-	-	-
P2	A1	0–6	6,46	408.0	6,27	0,669	20.54	45.6
	A2	6–32	6,30	139,3	4,97	0,528	18.93	46.8
	Cr	32+	6,47	79,6	0,78	0,528	21.69	42.0
P3	A1	0–30	5,94	153,6	6,56	0,457	22.11	49.4
	R	30+	-	-	-	-	-	-
P4	A1	0–40	6,27	127,6	5,97	0,704	19.43	57.6
	C1	40–56	6,29	195,0	1,23	0,563	belirlenmedi	-
	C2	56–84	6,15	113,0	0,58	0,739	belirlenmedi	-
	Cr	84–120	6,49	63,6	0,18	0,528	belirlenmedi	-
	R	120+	-	-	-	-	-	-

Çizelge-4.4 Çalışma alanındaki profillere ait bazı fiziksel özellikler

Pedon	Horizon	Derinlik (cm)	Değişebilir Katyonlar (mek.100g ⁻¹)			Hacim Ağırlığı (g.cm ⁻³)	Tekstür			
			Ca+Mg	Na	K		Kum %	Silt %	Kil %	
P1	A	0–16	12,60	0,15	1,04	1,61	43,76	20,32	35,91	CL
	Bw	16–52	12,24	0,15	0,64	1,56	32,76	19,55	47,67	C
	R	52+	-	-	-	-	-	-	-	-
P2	A1	0–6	8,30	0,05	1,03	1,38	29,12	44,27	26,60	L
	A2	6–32	8,11	0,04	0,71	1,51	24,51	41,34	34,14	CL
	Cr	32+	8,35	0,37	0,40	-	74,99	9,60	15,39	SL
P3	A1	0–30	9,74	0,52	0,67	1,46	40,78	28,47	30,74	CL
	R	30+	-	-	-	-	-	-	-	-
P4	A1	0–40	9,04	0,53	1,63	1,57	54,47	25,07	20,44	SCL
	C1	40–56	14,88	0,50	0,50	1,63	56,31	23,35	20,33	SCL
	C2	56–84	15,98	0,56	0,33	-	63,10	22,49	14,39	SL
	Cr	84–120	17,32	0,87	0,23	-	64,22	22,66	15,01	SL
	R	120+	-	-	-	-	-	-	-	-

4.3. Jeokimyasal Özellikler ile Ayırışma İndeksleri ve Eu-Ce Anomalileri

CIA değeri kimyasal ayrışmayla K, Ca ve Na gibi bazik katyonların minerallerden uzaklaşması işlemine dayanarak ve toprakda bulunan birincil ve ikincil minerallerin oranını belirten bir değerdir. Kimyasal ayrışma indeksi CIA, (Nesbitt ve Young, 1989) tarafından oluşturulan formüle göre hesaplanmıştır. CIA hidrolik ayrışma ile feldispatların killere alterasyonun derecesini yansıtır ve nispi olarak kil miktarına işaret eder. Yoğun olarak ayrılmış ve çok miktarda gıbsit, kaolinit gibi residüyel killeryada minerallerin toprak veya sedimentlerde CIA değeri 100'dür. Ayrılmamış üst kaya kabuğu için ise bu değer 50 dir (Fedó ve ark., 1995).

Çalışma alanındaki toprakların ayrışma indeksleri oranları ile Eu ve Ce anomalileri Çizelge 4.7 de verilmiştir. Profillerde CIA değerleri 53.32 ile 76.38 arasında değişmiştir. En yüksek CIA değeri profil 4'de C1 horizonunda, en düşük değer ise profil 3'de R horizonunda bulunmuştur. CIW değerleri 55.17 ile 77.23 arasında değişmiş olup tüm profillerde yüzeyden ana materyal veya R katmanına doğru azalma trendi göstermiştir. Benzer trend PIA değerleri için de gözlenmiş olup PIA 49.95 ile 75.28 arasında değişmiştir. P indeksi ise 75.48 ile 82.51 arasında bir değişim göstermiştir. Gerek profiller arasında gerekse aynı profilin horizonları arasında oldukça yakın değerler göstermiştir. Baz/ R₂O₃ oranı da 0.53 ile 1.01 arasında değişmiştir. Tüm profillerde de genel olarak derinlikle artmıştır.

CIA değerleri çok az ayrılmış (50-60), az ayrılmış (60-70), orta derecede ayrılmış (70-80), ileri derecede ayrılmış (80-90) ve aşırı derecede ayrılmış (90-100) olarak sınıflandırıldığında çalışma alanındaki toprakların tümü farklı yükselti seviyelerinde olmalarına karşın aynı sınıf içinde bulundukları görülmektedir. CIA değerlerinin profiller arasında değişim aralığının sınırlı olması ayrıca aynı sınıf içinde bulunması bu toprakların horizon diziliminde bulunan farklılıklara rağmen genel anlamda benzer olması, fizyografik seviyelerine bağlı olarak toprak oluşumu için süreçlerin farklı olmasına rağmen benzer ayrışma süreçlerinde oluşması ve ayrışma derecesinin aynı olduğunu gösterir. CIW değeri hiç ayrılmamış kayada 50 yoğun olarak ayrılmış ortamlarda ise 100 değerine ulaşır ve ayrışma ile artar. Tüm profiller de CIW değerleri için de profiller arasındaki dağılımında anlamlı farklılıklar ortaya çıkmamıştır. PIA ayrışma derecesinin sayısallaştırılmasında CIA'ya alternatif olarak kullanımı olan bir indekstir ayrıca plajyoklasların alterasyonu hakkında detaylı bilgi verir. Çalışılan tüm profillerde PIA değeri profil yaşına bağlı olmaksızın birbirine benzer değerler

göstermiştir. Benzer bir eğilimde de Product indeksi (P) değerleri dağılımında görülmüştür. Topraklarda P değerleri ayrışma sonucu azalır. P değerleri de birbirinden farklı yükselteler üzerinde oluşan profiller arasında benzer ayrışma derecesini işaret edecek şekilde birbirine benzer değerler göstermiştir. Bazlar/R₂O₃ oranı topraklarda ayrışma arttıkça azalır. Bu değer profil 2 ve profil 4 en az ayrışmayı göstermektedir ve profil 1 de en yüksek çıkmıştır. Çalışılan tüm profillerde bu indeks yüzey horizonlarında yükselti seviyelerine bağlı kalmaksızın birbirine çok yakın bulunmuş. Ve yine en yüksek ayrışmanın yüzeyde olmasını destekler şekilde derinlikle artmıştır.

Europium anomalisi normalize Sm ve Gd değerlerinin interpolasyonu ile hesaplanan Eu nun ölçülen (Eu) ve beklenen değerinin (Eu*) karşılaştırılması sonucu aşağıda belirtilen formül kullanılarak hesaplanmıştır (Rudnick ve ark., 1985).

$$Eu/Eu^* = Eu_N / \sqrt{(Sm)_N \times (Gd)_N}$$

Tüm profillerde Eu anomalileri düşük ayrışma şartlarını gösterir şekilde negatif veya hafif pozitif olup değerler birbirine çok yakındır. Negatif Eu anomalileri ve değerlerin farklı yükseltelerde yer alan ve buna bağlı olarak farklı yağış alan yüzeyler üzerinde gelişen profillerde benzer olması düşük ve benzer ayrışma şartlarının varlığını işaret etmektedir

Seryum anomalileri normalize La ve Pr değerlerinin interpolasyonu ile hesaplanan Ce'nun ölçülen (Ce) ve beklenen değerinin (Ce*) değerlerinin karşılaştırılması ile aşağıda belirtilen formül kullanılarak tahmin edilmiştir.

$$Ce/Ce^* = Ce_N / \sqrt{(La)_N \times (Pr)_N}$$

Eu/Eu*, anomalisi gibi Ce anomalisindeki profiller arasında değişim de çok sınırlı olmuştur. Tüm profillerde negatif veya hafif pozitif değerler ($0.71 < Ce/Ce^* < 0.87$) gösteren ve profiller birbirine çok yakın CE anomali dağılımları da profiller arasındaki farklılaşmanın sınırlı olduğuna ve ayrışmanın çok yoğun bulunmadığına işaret etmektedir.

Topraklarda ayrışma ve zenginleşme-yıkanma oranlarını ortaya koymak için hesaplanan jeokimyasal oranlardan Th/U değeri 1.00 ile 1.71 arasında değişmiştir. Solunda en düşük değer profil 1'de A horizonunda gözlenmiştir. Ba/Nb ise 0.67 ile 1.87 arasında bir dağılım gösterirken profillerde genellikle derinlikle artma eğilimi göstermiştir. Ba/Sr ise 0.42- 1.31 arasında değişmiştir. Sr'nin CaCO₃ de Ca ile yer değiştirmesi nedeniyle, profillerdeki kireç içeriğine bağlı olarak değişim aralığı da büyük olmuştur. Benzer durum Rb/Sr ve (Rb+Zr)/Sr değerlerindeki değişimde de gözlenmiştir. Rb/Sr 0.08-0.45, (Rb+Zr)/Sr ise 0.56-1.36 arasında değişim göstermiştir.

Toprakların ayrışma derecelerinin sayısallaştırılmasında indeks element olarak kullanılan Ti ve Zr kullanılarak üretilen oranlarda profiller arasında oldukça homojen değerler elde edilmiştir. Ti/Nb 0.370-0.941, Zr/Rb ise 1.70-8.56 aralığında dağılım göstermiştir. La/Lu oranı topraklarda ayrışma ve köken çalışmalarında kullanılan önemli bir belirteçtir. Bu değer farklı teras seviyelerinde yer alan profillerde daha geniş bir aralıkta farklılaşma göstermiş ve 2.68 ile 5.00 arasında değişmiştir. Topraklarda ayrışma ile önemli değişim gösteren Er/Ho değeri de solumdaki dağılımı açısından tüm profillerde birbirine yakın dağılım göstermiştir. Topraklarda LREE, HREE zenginleşmesinin, dolayısıyla kil hareketinin bir göstergesi olan La/Yb ve La/Sm değerlerinin profiller arasındaki (özellikle profil 1, 2 ve 3 arasında) değişim eğrisi oldukça düz bir eğilim göstermiştir. Bu oranlar sırasıyla 2.43-4.70 ve 1.64-3.10 arasında değişim göstermiştir. Topraklarda ayrışmanın ve oksidasyon şartlarının bir göstergesi olan Ce ve Eu anomalileri de homojen bir dağılım göstermiş ve değerler arasında önemli farklılaşmalar bulunmamıştır. Topraklarda negatif Eu anomalileri bulunurken profil 1, 2 ve 3 te zayıf pozitif Ce anomalisi saptanmıştır. Çalışılan topraklarda Eu ve Ce anomalileri sırasıyla 0.85-1.32 ve 0.71-1.12 arasında değişim göstermiştir.

Topraklarda ayrışmanın bir diğer göstergesi de ağır (HREE) veya hafif nadir toprak elementlerinin (LREE) zenginleşmesinin varlığıdır. LREE topraktaki kil miktarı ve hareketi ile yakından ilişkilidir. Zira LREE önemli ölçüde killerin bünyesinde tutulmaktadır. Bu bağlamda topraklarda LREE/HREE nin bir göstergesi olan $La_{(N)}/Yb_{(N)}$ değerleri incelenmiştir. Tüm profillerde $La_{(N)}/Yb_{(N)}$ oranı profil 4 hariç birbirine çok yakındır ve hepsinde pozitif bir dağılım gözlenmiştir. Profiller arasındaki bu homojen dağılım profillerde LREE'nin benzer olduğunu dolayısıyla benzer yıkanma etkenlerine maruz kaldığını işaret etmektedir. Öte yandan orta nadir toprak elementlerinin (MREE) zenginleşmesinin bir göstergesi olan $La_{(N)}/Sm_{(N)}$ oranının dağılımı oldukça homojendir. Bu durum da profillerin farklı teras seviyelerinde olmasına rağmen ayrışma derecelerinin benzer olduğuna işaret etmektedir. Her iki oran için profil 4'te görülen daha düşük değerler ise bu profile killerin diğer profillere göre biraz daha fazla yıkandığını göstermektedir.

Sr killer tarafından oldukça güçlü bir şekilde tutulan bir elementtir ve kil sedimantasyonunun belirlenmesinde $Rb_{(N)}/Sr_{(N)}$ oranı faydalı bir parametredir. Çalışılan profillerde $Rb_{(N)}/Sr_{(N)}$ değerlerinin profiller arasındaki dağılımı da profil 1, 2 ve 3'te solumda oldukça tekdüzedir. $Rb_{(N)}/Sr_{(N)}$ oranının tüm profillerde pozitif olması, profiller arasında homojen bir dağılım göstermesi ayrışma şiddetinin benzer olduğunu

göstermektedir. Sadece profil 4'te söz konusu değer diğer profillerden biraz daha yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni söz konusu profilde ayrışmanın daha az olması değil muhtemelen daha yüksek kil içeriği nedeniyle killerde tutulan Rb nedeniyledir. Zira bilinmektedir ki K, Rb, Cs ve Ba bazı kil minerallerinde tutulmaktadır. Halbuki daha küçük iyon çapına sahip Ca, Mg ve Na'da bu durum söz konusu değildir (Bowen ve ark., 1979). K, Rb, Cs ve Ba killere güçlü ilgi gösteren elementlerdir. Na, Ca ve Sr ise perkolasyonla uzaklaşan (leachate) elementler olarak adlandırılmıştır.

Ba^{+1} iyonik potansiyeli 3'ün altında olan bir elementtir ve toprakta kolayca yıkanır. Nb ise yüksek iyonik potansiyele (>3) sahiptir ve topraktaki hareketliliği son derece sınırlıdır. Ba/Nb toprakların ayrışma derecesini sayısallaştırmada kullanılabilecek belirteçtir ve ayrışma derecesi arttıkça Ba/Nb oranı düşer. Çalışılan profillerde Ba/Nb oranının profiller arasındaki değişim ilk üç profilde oldukça sınırlı olmuş ve benzer değerler elde edilmiştir. Bu da profiller farklı yaşlarda olsalar bile benzer ayrışma şartlarının varlığına işaret etmektedir. Profil 4'te görülen nispeten düşük değerler ise nispeten daha yoğun bir kil yıkanmasına işaret etmektedir ve bu oranda $La_{(N)}/Yb_{(N)}$ ve $La_{(N)}/Sm_{(N)}$ oranları ile uyum içindedir.

La/Lu değerleri de ayrışmanın sayısal aştrılmasında kullanılacak bir başka orandır ve topraklarda kil sedimantasyonunun bir göstergesi olarak kullanılır. La/Lu değerinin profil 4 hariç diğer profiller arasındaki dağılımının homojen olması ayrışma şiddetinin de benzer olduğunu göstermektedir. Profil 4'te görülen düşük değerler ise kil yıkanmasının diğer bir işaretidir.

Çalışılan profillerde de Ti ve Zr kullanılarak ayrışmanın sayısallaştırılması amacıyla bazı oranlar incelenmiştir. Profil 1, 2 ve 3'te Ti/Nb ve Zr/Rb benzer ayrışma yoğunluğunu gösterecek şekilde çok dar bir aralıkta değişim göstermiştir. Benzer şekilde $(Rb+Zr)/Sr$ farklı teras seviyelerinde oluşmuş olsalar bile profiller arasında oldukça homojen bir dağılım göstermiştir. Profil 4'te Zr/Rb ve $(Rb+Zr)/Sr$ değerlerin diğerlerine göre daha düşük çıkması yukarıda açıklandığı gibi bu profildeki daha yüksek kil içeriği ve buna bağlı olarak Rb tutulmasından kaynaklanmıştır. Daha yüksek Ti/Nb oranları ise bu profilde yıkanmanın daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Ayrışma derecesi aynı zamanda Th/U oranı kullanılarak da sayısallaştırılabilir. Artan ayrışma yoğunluğu ile bu oran artar ve volkanik kayalarda görülen 3.5 – 4.0 değerinin üzerine çıkar (McLennan ve ark., 1993). Çalışma alanındaki profillerde arasında en yüksek değer profil 1'de görülmüştür. Bu durum profilleri yaşı dikkate alındığında çelişkili görülmektedir. Ancak özellikle profil 1'de U için zenginleşme

faktörü önemli kayıpların olduğunu göstermektedir. Bu durum sadece ayrışma yoğunluğu ile açıklamak mümkün görünmektedir. U'da meydana gelen kayıpların diğer sebeplerinin de araştırılması gerekmektedir. Diğer profiller arasında ise solundaki oranlar ayrışmanın benzer olduğunu göstermektedir.

Ho ayrışma ile kolay yıkanabilen bir elementtir ve buna göre Er/Ho oranı ayrılmış profillerde artış göstermektedir. Er/Ho değerlerinin değişimi profillerde yaşa bağlı olarak önemli değişimin olmadığını göstermektedir. Ancak profil 4 te özellikle yüzey horizonlarında en yüksek Er/Ho oranını görülmesi az da olsa yoğun ayrışma şartlarının olduğu anlamına gelmektedir.

Bu durum yarı kurak iklim şartlarında Holosen boyunca meydana gelen pedolojik süreçlerin söz konusu bölgede bir chronosequence üzerinde oluşan toprakların farklılaşması için yeterli yoğunlukta olmadığını, toprakların mevcut şartlarda morfolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerinde farklılaşma için yeterli zamanın geçmediğini göstermektedir.

Çizelge-4.5: İncelenen profillerdeki bazı majör ve minör elementlerin dağılımı (Total element analiz sonuçları)

Pedon	Horizon	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MgO (%)	CaO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	TiO ₂ (%)	P ₂ O ₅ (%)	MnO (%)	LOI (%)	Sum (%)
P1	A	42,81	15,60	6,18	1,23	4,56	2,37	0,68	0,76	0,11	0,16	25.5	99.90
	Bw	51,77	19,70	7,99	1,50	3,86	2,71	0,85	0,93	0,08	0,14	10.4	99.88
	R	56,16	18,94	7,93	1,48	5,70	4,57	1,14	0,86	0,31	0,18	2.6	99.88
P2	A1	49,20	17,21	6,59	1,37	4,61	2,98	0,74	1,01	0,13	0,15	15.9	99.88
	A2	52,41	18,83	7,12	1,51	4,56	3,10	0,73	1,09	0,11	0,14	10.3	99.88
	Cr	49,94	12,47	7,03	3,41	6,06	2,77	0,42	0,82	0,15	0,09	8.4	99.86
P3	A1	51,42	20,74	6,26	1,74	4,71	2,93	0,62	0,90	0,14	0,15	14.0	99.88
	R	56,80	17,01	6,48	2,20	6,36	4,20	0,99	0,78	0,26	0,13	2.7	99.86
P4	A1	51,29	18,90	7,04	2,28	5,01	2,75	0,84	1,09	0,15	0,13	11.1	99.87
	C1	47,63	20,31	7,50	3,39	4,47	1,82	0,27	0,95	0,17	0,12	13.2	99.84
	C2	48,69	19,96	7,73	3,19	5,20	2,04	0,30	0,88	0,18	0,22	11.5	99.84
	Cr	49,29	18,20	8,27	3,26	5,14	1,94	0,30	0,86	0,19	0,32	12.1	99.85
	R	49,26	17,68	9,06	3,77	5,93	2,30	0,42	0,88	0,22	0,14	10.2	99.84

Çizelge-4.5: (Devam) İncelenen profillerdeki bazı majör ve minör elementlerin dağılımı (Total element analiz sonuçları)

Pedon	Horizon	Ba (ppm)	Zn (ppm)	Pb (ppm)	Ni (ppm)	Nb (ppm)	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	Zr (ppm)	Sc (ppm)	Co (ppm)
P1	A	95	44	8,2	9,7	7,5	12,4	216,9	2,3	0,6	129,2	11	14,2
	Bw	98	56	3,0	10,5	10,0	12,5	206,9	2,7	0,9	181,7	14	14,0
	R	115	62	3,1	2,9	10,2	11,7	263,6	2,6	0,8	194,0	9	15,9
P2	A1	95	55	7,7	12,2	8,3	17,0	212,6	2,0	0,7	144,3	11	15,1
	A2	84	53	4,7	11,5	9,0	14,7	214,4	1,8	0,8	151,2	13	17,0
	Cr	54	55	1,6	20,3	4,8	5,2	247,9	1,0	0,3	94,4	17	21,5
P3	A1	99	57	7,5	14,2	10,4	12,8	237,2	2,3	0,8	131,6	11	16,4
	R	127	44	3,4	5,2	11,6	14,2	319,2	2,6	0,8	157,7	11	12,0
P4	A1	93	56	7,0	12,4	9,5	17,1	226,0	2,0	0,7	139,5	12	16,9
	C1	71	62	5,0	17,4	8,9	5,9	219,1	2,5	0,9	169,6	17	21,6
	C2	61	59	2,7	17,9	9,2	4,0	258,6	2,2	0,8	163,9	16	21,5
	Cr	58	64	3,8	19,3	8,4	4,1	276,5	1,7	0,5	156,8	15	20,2
	R	40	72	3,5	22,3	8,8	4,4	260,4	1,8	0,5	163,3	15	23,1

Çizelge-4.5: (Devam) İncelenen profillerdeki bazı majör ve minör elementlerin dağılımı (Total element analiz sonuçları)

Pedon	Horizon	La (ppm)	Ce (ppm)	Pr (ppm)	Nd (ppm)	Sm (ppm)	Eu (ppm)	Gd (ppm)	Tb (ppm)	Dy (ppm)	Ho (ppm)	Er (ppm)	Tm (ppm)	Yb (ppm)	Lu (ppm)
P1	A	11,6	23,5	3,21	14,8	3,27	1,08	3,70	0,61	3,73	0,80	2,57	0,35	2,45	0,35
	Bw	17,8	28,9	4,64	19,7	4,99	1,44	5,44	0,90	5,32	1,09	3,47	0,50	3,56	0,53
	R	15,1	36,5	3,95	18,0	3,94	1,26	4,52	0,78	4,71	1,03	2,92	0,38	2,82	0,39
P2	A1	10,9	24,7	2,73	11,0	2,70	1,12	3,00	0,52	2,97	0,70	2,08	0,27	1,90	0,26
	A2	11,3	26,9	3,04	13,7	3,43	1,09	3,47	0,61	3,63	0,76	2,27	0,34	2,31	0,35
	Cr	7,5	17,3	2,14	10,1	2,63	0,94	2,94	0,54	3,34	0,72	1,84	0,32	2,00	0,28
P3	A1	12,5	24,7	2,86	11,7	2,31	1,02	2,60	0,44	2,65	0,57	1,64	0,26	1,72	0,25
	R	14,3	31,5	3,69	14,9	2,90	1,10	3,36	0,57	3,41	0,74	2,31	0,31	2,08	0,34
P4	A1	8,7	19,5	2,07	8,0	2,02	0,89	2,13	0,37	2,47	0,47	1,28	0,22	1,50	0,24
	C1	11,9	31,7	3,33	15,5	3,39	1,14	3,53	0,65	4,11	0,86	2,58	0,41	2,76	0,38
	C2	12,4	27,0	3,02	13,4	3,40	1,13	3,73	0,65	3,87	0,84	2,56	0,36	2,75	0,43
	Cr	11,8	28,0	3,29	14,0	3,41	1,19	3,91	0,66	3,97	0,79	2,66	0,38	2,45	0,37
	R	12,2	22,8	3,46	14,7	3,63	1,31	4,09	0,69	4,45	0,81	2,60	0,40	2,57	0,37

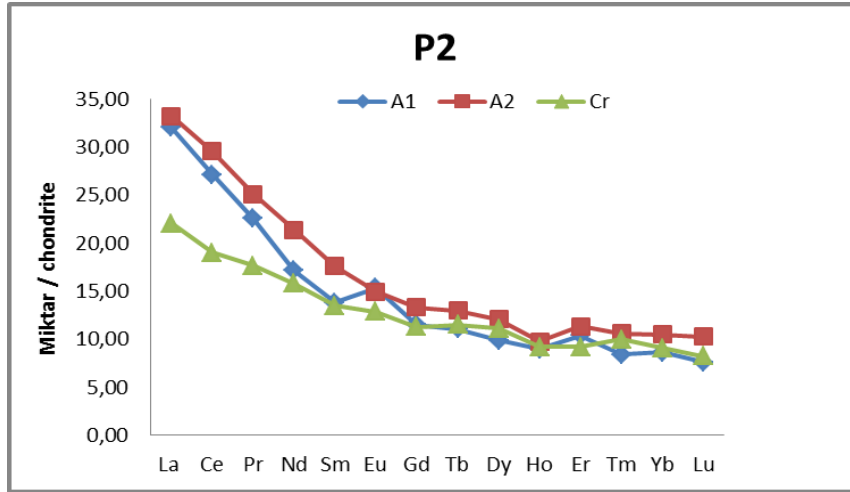
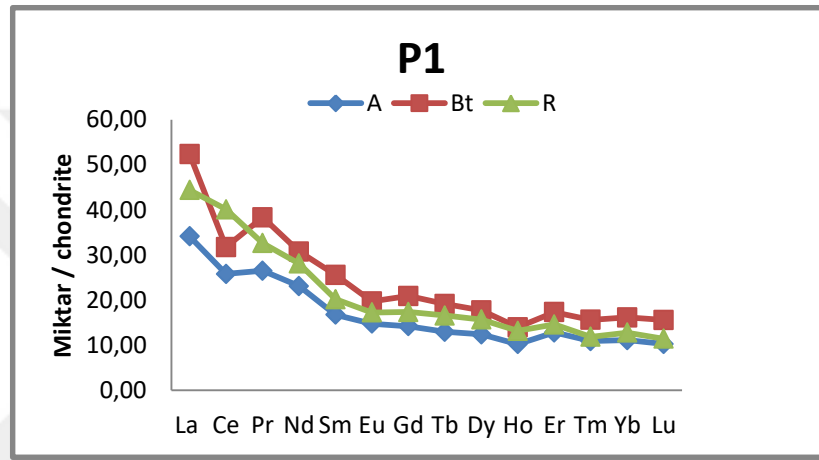
Çizelge-4.6: Çalışılan profiller ayrışma indeksleri

Profiller	Horizonlar	CIA	CIW	PIA	P	Bas/R ₂ O ₃
P1	A	64,63	66,67	61,58	78,02	0,57
	Bw	66,69	68,84	63,57	77,21	0,53
	R	53,79	55,74	50,27	79,19	0,80
P2	A1	61,87	63,70	58,98	78,65	0,62
	A2	63,14	64,86	60,48	78,25	0,60
	Cr	56,58	57,77	54,51	82,51	1,01
P3	A1	66,79	68,27	64,62	77,16	0,57
	R	53,32	55,17	49,95	81,35	0,93
P4	A1	65,49	67,62	62,33	77,87	0,64
	C1	76,38	77,23	75,28	75,48	0,57
	C2	73,93	74,83	72,73	76,09	0,58
	Cr	73,07	74,03	71,76	77,33	0,61
	R	68,78	70,03	67,01	77,31	0,72

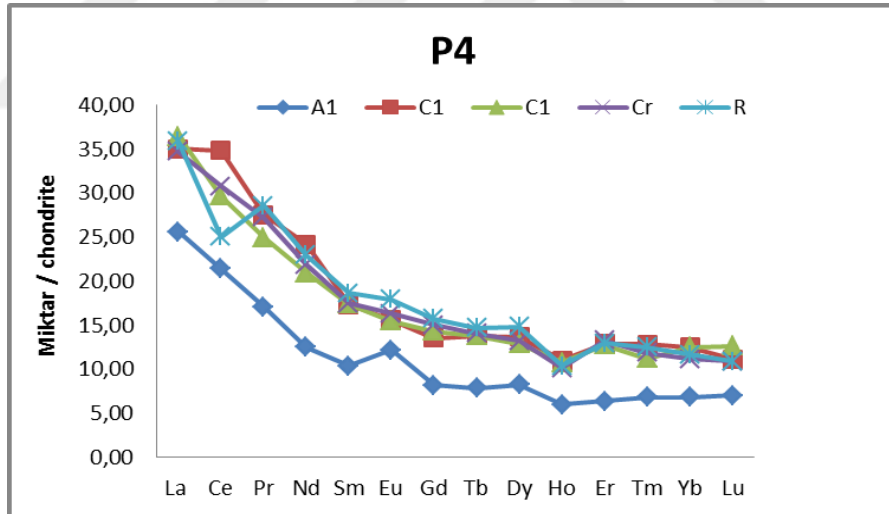
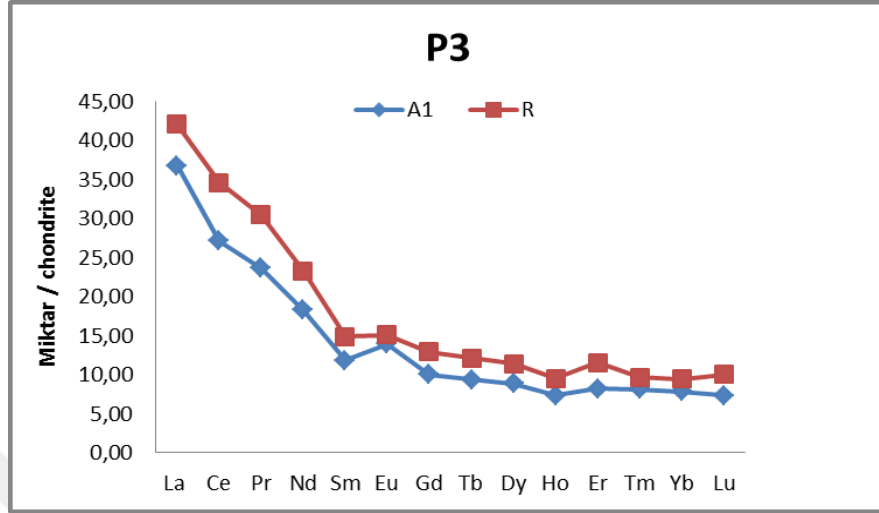
Çizelge-4.7: Bazı genetik oranlar ve Eu ve Ce anomalileri

Pedon	Horizonlar	Th/U	Ba/Nb	Ba/Sr	Ti/Nb	Ti/Co	Zr/Rb	La/Lu	La/yb	La/Sm	Rb/Sr	Ce/Ce*	Eu/Eu*	(Rb+Zr)/Sr	Er/Ho
P1	A	1,00	1,87	1,21	0,558	247,4	2,18	3,31	3,06	2,03	0,32	0,86	0,96	1,01	0,944
	Bw	1,28	1,44	1,31	0,512	307,1	3,04	3,36	3,24	2,05	0,34	0,71	0,85	1,36	0,626
	R	1,18	1,66	1,21	0,464	250,0	3,46	3,87	3,46	2,20	0,25	1,05	0,92	1,11	0,832
P2	A1	1,35	1,69	1,23	0,670	309,2	1,77	4,19	3,71	2,32	0,45	1,01	1,21	1,24	0,980
	A2	1,71	1,38	1,08	0,667	296,4	2,15	3,23	3,17	1,89	0,38	1,02	0,97	1,21	0,808
	Cr	1,15	1,66	0,60	0,941	176,3	3,79	2,68	2,43	1,64	0,12	0,96	1,04	0,56	1,857
P3	A1	1,34	1,40	1,15	0,477	253,7	2,15	5,00	4,70	3,10	0,30	0,92	1,28	0,95	1,353
	R	1,18	1,61	1,10	0,370	300,5	2,32	4,21	4,45	2,83	0,25	0,97	1,09	0,82	1,318
P4	A1	1,35	1,44	1,14	0,632	298,2	1,70	3,63	3,75	2,47	0,42	1,02	1,32	1,14	1,158
	C1	1,38	1,18	0,90	0,588	203,3	6,00	3,13	2,79	2,01	0,15	1,12	1,02	1,05	0,965
	C2	1,40	0,98	0,65	0,527	189,2	8,56	2,88	2,92	2,09	0,09	0,98	0,98	0,83	1,185
	Cr	1,13	1,02	0,58	0,564	196,8	7,99	3,19	3,12	1,98	0,08	1,00	1,01	0,74	1,350
	R	1,07	0,67	0,42	0,551	176,1	7,75	3,30	3,07	1,93	0,09	0,78	1,05	0,83	1,270

Profiller arasında ayrışmaya ve yıkanmaya bağlı olarak element farklılaşmasını ortaya koyabilmek için her profile spider diyagramlar çıkartılmış ve ayrışma oranları NTE'lere göre yapılan Spider diyagramları ile desteklenmiştir. Bu amaçla Ayrıca ICP-MS analizlerinden elde edilen NTE 'ye ait datalar NAA Kondrit 'E göre normalize edildikten sonra Spider diyagramına uyarlanmış ve yükseltiye bağlı olarak ayrışma hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Elde edilen spider diyagramlar Şekil 4.2 ve 4.2 (devam) de belirtilmiştir. Spider diyagramların incelenmesinden de anlaşılabileceği gibi yükseltiye bağlı olarak spider diyagramlarda önemli bir farklılaşma tespit edilememiştir.



Şekil 4.2: Nadir toprak elementleri ve bazı iz elementlere ait normalize edilmiş spider diyagramları.



Şekil 4.2:(devam) Nadir toprak elementleri ve bazı iz elementlere ait normalize edilmiş spider diyagramları

4.4 Kütle Taşınımı

Kütle taşınımı toprak oluşumu süresince bir tane element için kazanç- kayıp ve dönüşümler sonucu meydana çıkan miktarların sayısallaştırılmasında kullanılan bir yöntemdir (Brimhall ve ark., 1992). Toprakda kütle taşınım analizlerini yapabilmek için horizon ve anamateryal hacim ağırlığı ile hacim kimyasal kompozisyonlarının bilinmesi ve karşı karşıya getirilmesi gerekmektedir (Brimhall ve ark., 1991). Anlatılan bu özelliklere bağlı olarak kütle taşınımı, eşitliği, toprak ayrışması ve ana materyalle ilişkili olarak açık sistem kayıp ve kazançlarını ortaya koymak için geliştirilmiştir. Toprak oluşumu süresince hacimsel ve kütsel değişim eşitliği (Ague ve Brimhall, 1988), (Gastil ve ark., 1990). tarafından ortaya konmuştur. Bu tür eşitliklerde zenginleşme ve yıkanma faktörü Ti veya Zr gibi immobil bir element kullanılarak belirlenir. Bu metot silikatlarca zengin kayaçla çalışma yapan birçok araştırmacı tarafından uygulanmıştır (Nieuwenhuysen ve ark., 1993). Kütle dengesi hesabında standardize edilmiş hacimsel değişim (ϵ_{iw}) katsayısı toprakların seyrelme veya zenginleşmesinin hesaplanmasında kullanılır ve aşağıda belirtilen formülü ile tespit edilir. Tespit edilen bu değer, negatif ise yıkanma, pozitif ise zenginleşme söz konusudur.

$$\epsilon_{iw} = \left(\frac{P_p C_{ip}}{P_w C_{iw}} \right) - 1$$

ϵ_{iw} : Standardize edilmiş hacimsel değişim katsayısı

P_w : Ayrışmış horizonun hacim ağırlığı

C_{ip} : Anamateryaldeki immobil element konsantrasyonu (%)

P_p : Anamateryalin hacimsel ağırlığı (ton / m³)

C_{iw} : Horizontdaki immobil element konsantrasyonu (%)

Standart olarak hacimsel değişim katsayı Zr gibi immobil elementler kullanılarak yeniden yazıldığında:

$$\epsilon_{iw} = \left(\frac{P_p C_{T_{ip}}}{P_w C_{T_{iw}}} \right) - 1 \quad \text{Şekline dönüşür.}$$

Açık sistem kütle taşınım fonksiyonu (T) (Chadwick ve ark., 1990) şöyle formüle edilmiştir.

$$T_{jw} = \left(\frac{P_w C_{jw}}{P_p C_{jp}} (\varepsilon + 1) \right) - 1$$

Bu formülde ε_{iw} yerine koyulursa

$$T_{jw} = \left(\frac{C_w C_{ip}}{C_{ip} C_{iw}} \right) - 1 \text{ olur.}$$

T_{jw} : Açık sistem kütle taşınım fonksiyonu

C_{jp} : Ana materyaldeki element konsantrasyonu (kg / ton)

C_{jw} : Horizontdaki element konsantrasyonu

C_{iw} : Horizontdaki indeks element konsantrasyonu

C_{ip} : Ana materyaldeki indeks element konsantrasyonu

Herhangi bir horizontdaki kütle hareketi ise:

$$M_{jflux} = P_p \times \Delta z_w \frac{1}{\varepsilon + 1} C_p \times T_{jw}$$

M_{jflux} : Horizontdaki element hareketi (g / cm²)

Δz_w : Horizon kalınlığı (m)

P_p : Ana materyalin hacim ağırlığı

T_{jw} : Açık sistem kütle taşınım fonksiyonu

$\frac{1}{\varepsilon+1}$: Standardize edilmiş hacimsel kütle katsayısı

C_{jp} : Ana materyalin element konsantrasyonu

Açıklanan formül tüm profil için:

$$M_{jflux(zw)} = \sum_{\alpha=1}^{\Lambda} C_{jp} P_p \left(\frac{1}{\varepsilon + 1} \right) T_{jw} \Delta z \text{ olur}$$

M_{jflux} , pozitif ise sisteme katılım olduğunu, negatif ise sistemden kayıp olduğunu gösterir. Eğer toprak oluşumunun başlangıcı biliniyorsa bulunan değeri geçen yıla bölünerek yıllık ayrışma oranı belirlenir.

Çalışmada Zr immobil element olarak seçilmiştir. Hacimsel değişimi hesaplanmıştır. Zr ve Ti toprak ortamında düşük hareket kabiliyetine sahip olduklarından immobil element olarak kullanılır. (Marshall ve Haseman, 1943), (Brimhall ve Dietrich, 1987), (Harden, 1988) (Chadwick ve ark., 1990), (Brimhall ve ark., 1992), (Merritts ve ark., 1992)

Çizelge 4.8’de belirtildiği gibi kütle taşınım fonksiyonu. P1 profilinde Ca dışında kütle fonksiyonu tüm katyonlar için hem negatif hem de pozitif değerler vermiştir. Profillerdede miktar olarak en büyük kayıp Si’da (-327.73) gözlenmiştir. Ancak Si için profil 1 ve 4 te pozitif değerler elde edilmiştir. Al profil 1 ve 4 te pozitif değerler gösterirken profil 2 ve 3 de negatif değerler bulunmuştur. Normal bir pedolojik gelişim altındaki topraklarda Mg, Na ve K için ayrışma artıkça negatif kütle taşınım değerleri beklenir. Ancak çalışılan profillerde bu durum gözlenmemiştir. K tüm profillerde pozitif değerler göstermiştir. Bu durum muhtemelen K’nun biyolojik döngüde yer almasından kaynaklanmıştır. Mg ve Na da ise kayıp ve zenginleşme rakamları arasındaki fark oldukça küçük olmuştur. Mn ise tüm profillerde pozitif değişim gösterirken Fe sadece 3 numaralı profilede negatif değişim göstermiştir. Profil 1’de fizyografik yapının değişimiyle uygun kütle taşınım fonksiyonları elde edilememiştir. Hesaplanan değerlerde beklenmeyen anomaliler tespit edilmiştir. Kütle taşınım hesaplamalarında jeolojik materyaldeki değişiklikler ve yüzeysel, karasal çökeller tüm profilede pozitif değerler gibi beklenmeyen değişimlere neden olabilir. Bölgede ana materyalde değişiklik oluşturabilecek atmosferik katılım izine rastlanmamıştır. Dolayısıyla kütle taşınım fonksiyonlarında görülen anlamsız ilişkiler bölgenin alivyal karakterde olması ve karbonatlarca zengin ana materyal üzerinde oluşmasından kaynaklanmıştır.

Çizelge-4.8: Çalışılan profillerde belirlenen bazı elementlere göre horizonların kütle taşınım fonksiyon değerleri (τ) ve kütle kayıp kazançları (gr/cm^2) (Zr ile)

Pedon	Horizon	Si		Al		Ca		Mg		Na		K		Fe		Mn	
		(τ)	$M_{j\text{flux}}$	(τ)	$M_{j\text{flux}}$	(τ)	$M_{j\text{flux}}$	(τ)	$M_{j\text{flux}}$	(τ)	$M_{j\text{flux}}$	(τ)	$M_{j\text{flux}}$	(τ)	$M_{j\text{flux}}$	(τ)	$M_{j\text{flux}}$
P1	A	0,142	13,69	0,234	7,61	0,198	1,94	0,245	0,62	-	-	-	-	0,167	2,28	0,331	0,10
	Bw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	R	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
	Toplam	-	8,92	-	18,58	-	-6,38	-	1,26	-	16,68	-	0,85	-	2,58	-	- 0,06
P2	A1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	A2	0,356	-22,50	0,098	-1,54	0,503	-3,86	0,737	-3,18	0,297	1,04	0,152	0,08	4,263	37,95	0,090	0,01
	Cr	0,342	107,18	0,056	-4,40	0,530	-20,16	0,723	15,49	0,301	5,23	0,086	0,23	-0,367	16,21	0,028	-0,02
	Toplam	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
P3	A1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	R	0,342	107,18	0,056	-4,40	0,530	-20,16	0,723	15,49	0,301	5,23	0,086	0,23	-0,367	16,21	0,028	-0,02
	Cr	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
	Toplam	-	-129,61	-	-5,94	-	-24,02	-	-18,67	-	-6,27	-	0,31	-	21,74	-	-0,01
P4	A1	0,085	17,61	0,461	28,67	-0,113	-2,62	-0,052	-0,42	-	-	-	-	-	-	-	-
	R	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
	Cr	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
	Toplam	-	17,61	-	28,67	-	-2,62	-	-0,42	-	-2,52	-	-0,90	-	3,73	-	0,18
P4	A1	0,309	75,94	0,131	13,73	0,362	8,36	-0,183	-3,20	0,836	7,86	2,780	3,88	0,141	5,45	0,316	0,20
	C1	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
	Cr	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
	Toplam	-	75,94	-	13,73	-	8,36	-	-3,20	-	7,86	-	3,88	-	5,45	-	0,20

4.5. Mineralojik Özellikler

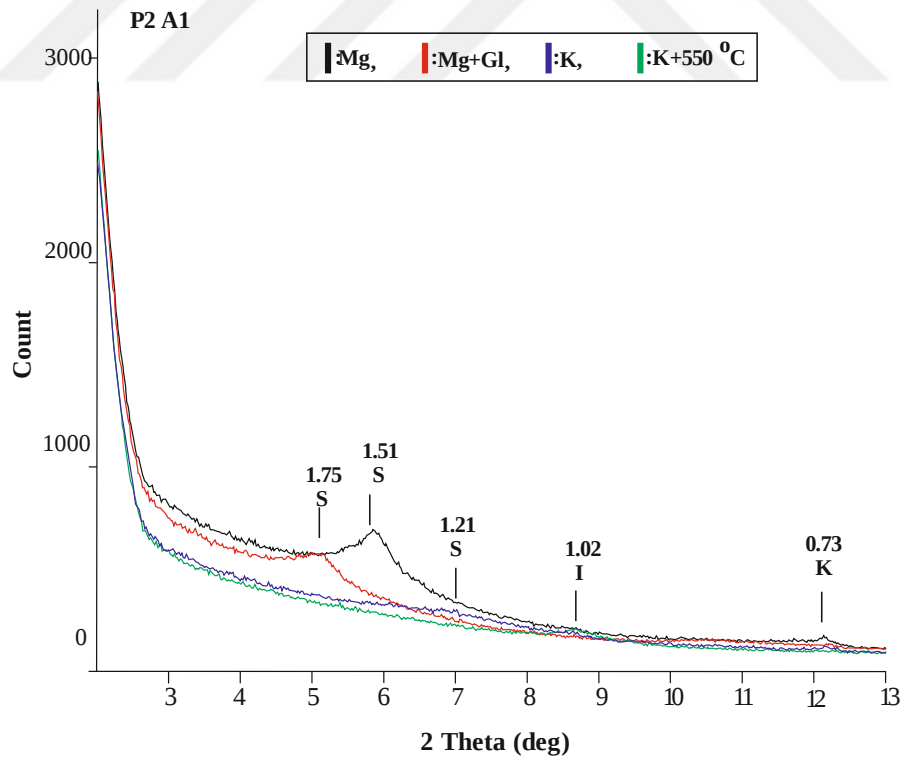
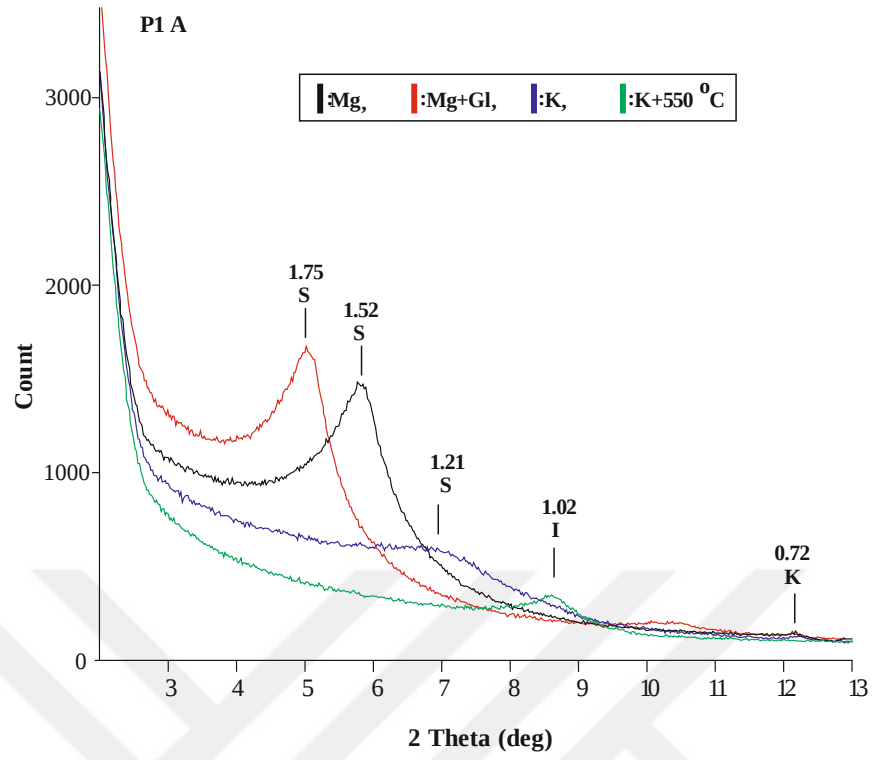
Çalışma sahasında yer alan profillerin mineralojik özelliklerini belirleyebilmek için kil fraksiyonu ve tüm toprak gövdesinde çekilen X-ray difraktomları Şekil 4.3 ve Şekil 4.4 de verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi profillerde değişik miktar ve kristalizasyon derecelerinde farklı filo silikatlar oluşmuştur. Özellikle alt horizonlarda yüksek kireç varlığı ile ilgili olarak 2-15 2θ bölgesinde zayıf sinyaller alınmıştır.

Çalışılan tüm profillerde 1 numaralı profile Mg ile doyurulan örnekte 14.94-15.21 Å aralığında çoğunda iyi kristalize olmuş doruklar Mg+Gl (gliserol) uygulamasında 17.46-17.57 Å ya açılmıştır. Söz konusu pikler K' la doyurmada 12.14-12.95 Å kapanmıştır. K' la doyurulan örneklerin ısıtılması ile elde edilen eğrilerde pike rastlanmasa da söz konusu doruklar smektit grubu tabakalı killerin varlığını göstermektedir. Tüm işlemlerde 10.17-10.20 Å arasında görülen değerler ise illite aittir. Mg, Mg+Gl ve K ile doyurulan örneklerde 7.20-7.28 Å arasında görülen değerler 550 C° de ısıda kaybolmuştur. Bu sonuç söz konusu dorukların kaolinite ait olduğunu göstermektedir. Profil geçişlerinde killerin dağılımında önemli farklılıklar saptanmamıştır. Sadece P1 de smektit miktarı daha yüksektir. En bol bulunan kil minerali smektittir. Bunu sırasıyla illit ve kaolinit takip etmektedir. Smektit, Mg içeriğinin baz doygunluğunun yüksek bulunduğu ortamlarda oluşur. Ayrıca kalıcı mineral olarak toprakta bulunur. Pekçok araştırmacıya göre toprak çözeltisinde Si/Al oranının 2 den büyük olması durumunda, nötr-zayıf pH, yüksek Ca+Mg ve Na derişimlerinde smektit oluşmaktadır. Arid bölgelerde bulunan kalsiyumun smektit kil minerali oluşumunu artırdığı, kaolinit oluşumunu ise engellediği pekçok araştırmacı tarafından ifade edilmektedir (Dinç ve ark., 1988). Elde edilen veriler de bu bulgu ile uyum içindedir.

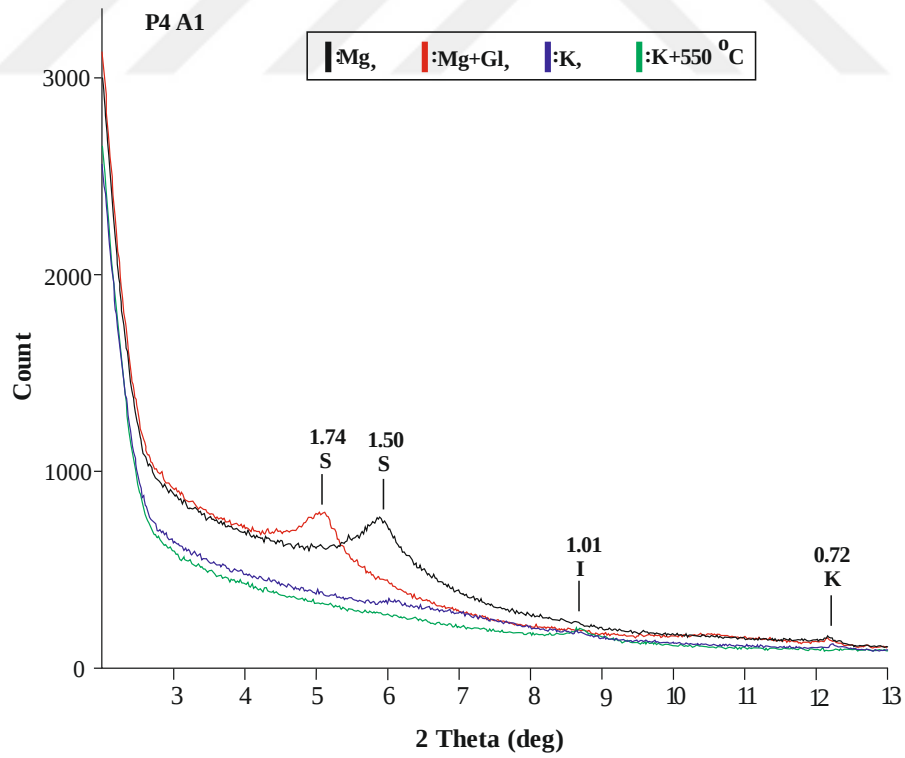
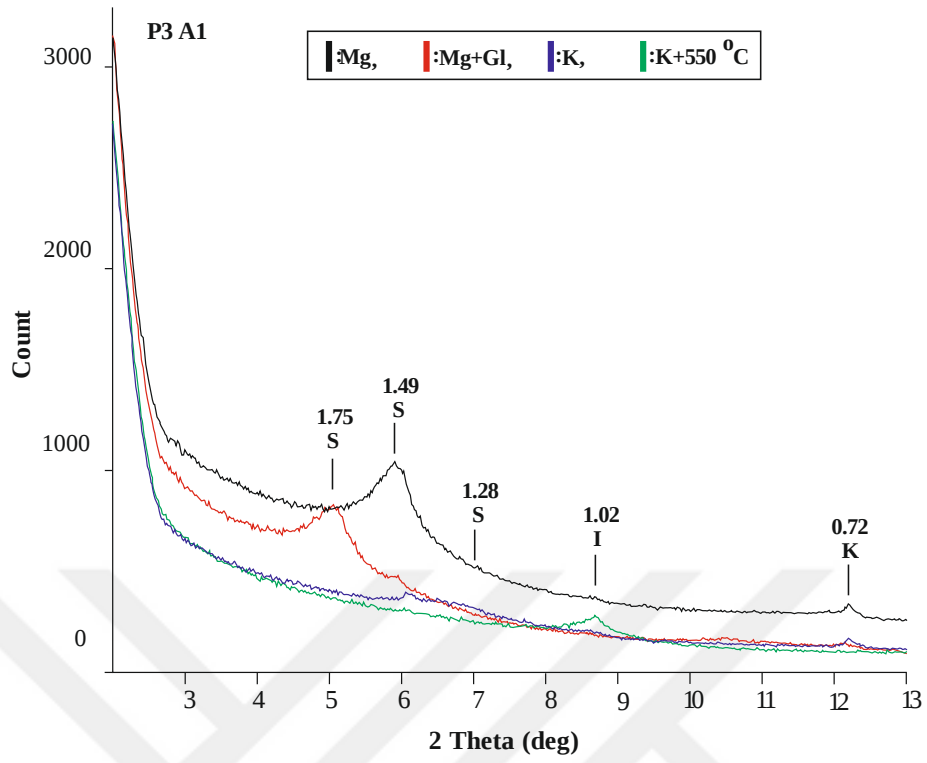
Toprağın tüm yapısında yani gövdesinde birincil minerallerin varlığını belirleyebilmek için çekilen difraktomlarda Topraklarda birincil mineral olarak tüm profillerde feldspat, amfibol, kuvars, biyotit, hematit, kristobalit , kuvars, ve az miktarda kalsit en yaygın birincil mineraller olarak tespit edilmiştir. Çekilen difraktomlarda 3.34 Å da kuvars 3.02 Å dolaylarında kalsit, 2.95-4.05 Å aralığında albit anortit ve ortaoklas gibi feldispat grubu minerallere ait birincil ve diğer orderlarına ait pikler, 2.51 Å civarında hematit, 2.64 civarında biyotit, 3.18 Å da aktinolit, 2.69 Å da honblent, 3.46 Å apatit ve 4.25 Å civarında ise kristobalit tespit edilmiştir. Tüm profillerde benzer pikler bulunmuştur. Sadece minerallerin miktarında çok küçük farklılıklar tespit edilmiştir. Profillerde kil ve primer minerallerin miktar ve çeşit yönünden benzer olması yükseltinin neden olduğu farklılaşmanın mineralojik farklılaşmaya etki etmediğini göstermektedir. Özellikle profillerin horizonlarında kil

fraksiyonlarında kil mineralleri tipleri ve başat kil mineralinin benzer olması, birincil minerallerin çeşidinin ve miktarının benzerlik göstermesi profiller arasında pedojenik farklılaşmanın yavaş olduğunu göstermektedir.

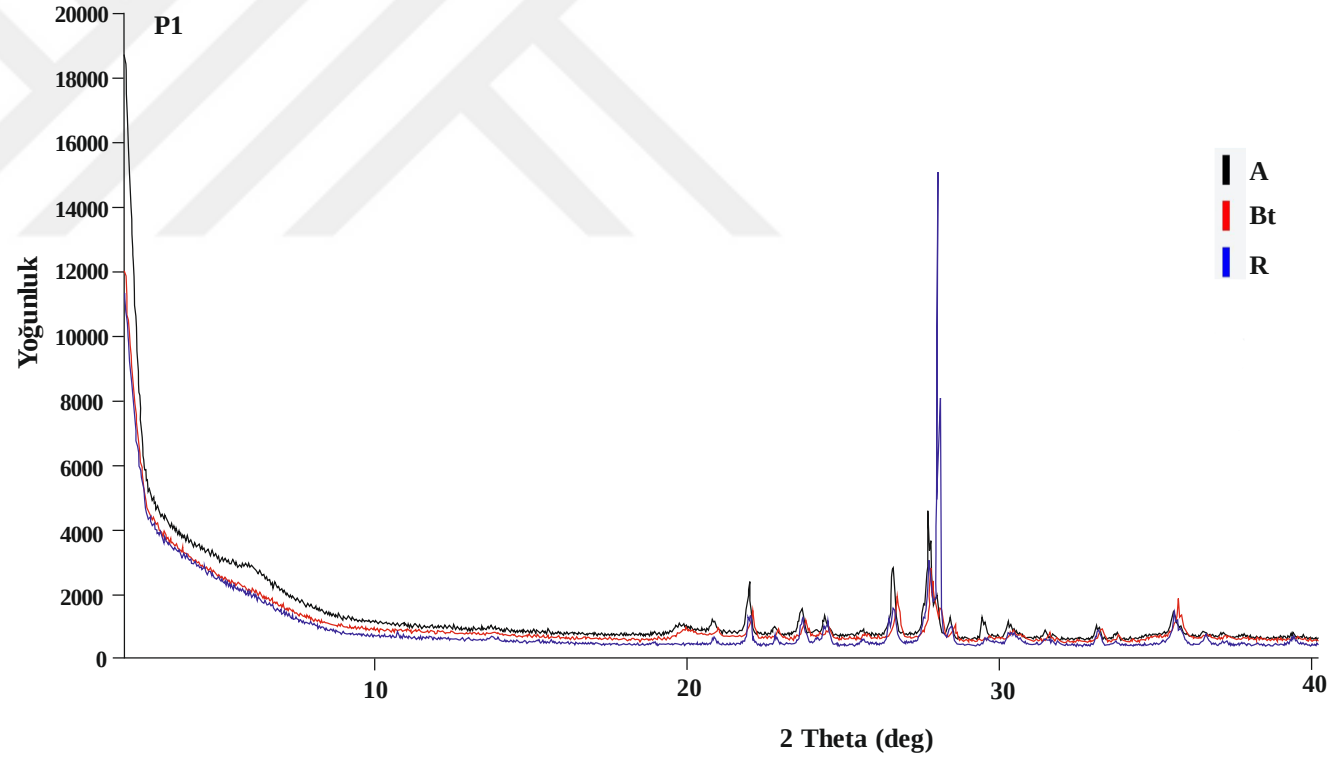




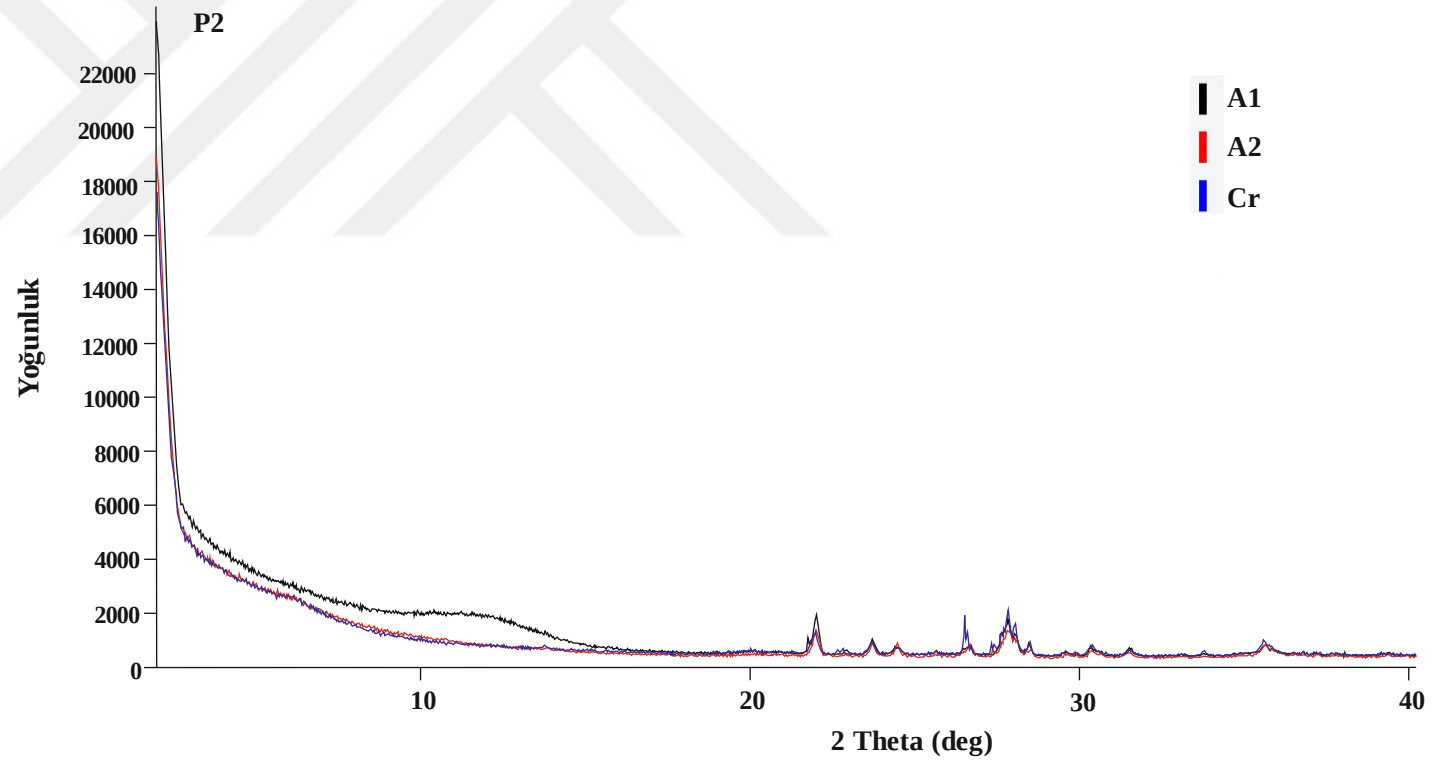
Şekil 4.3. .Profillerden alınan bazı horizonlarda kil mineralojisi (K: Kaolinit, S: Smektit, I : İllit)



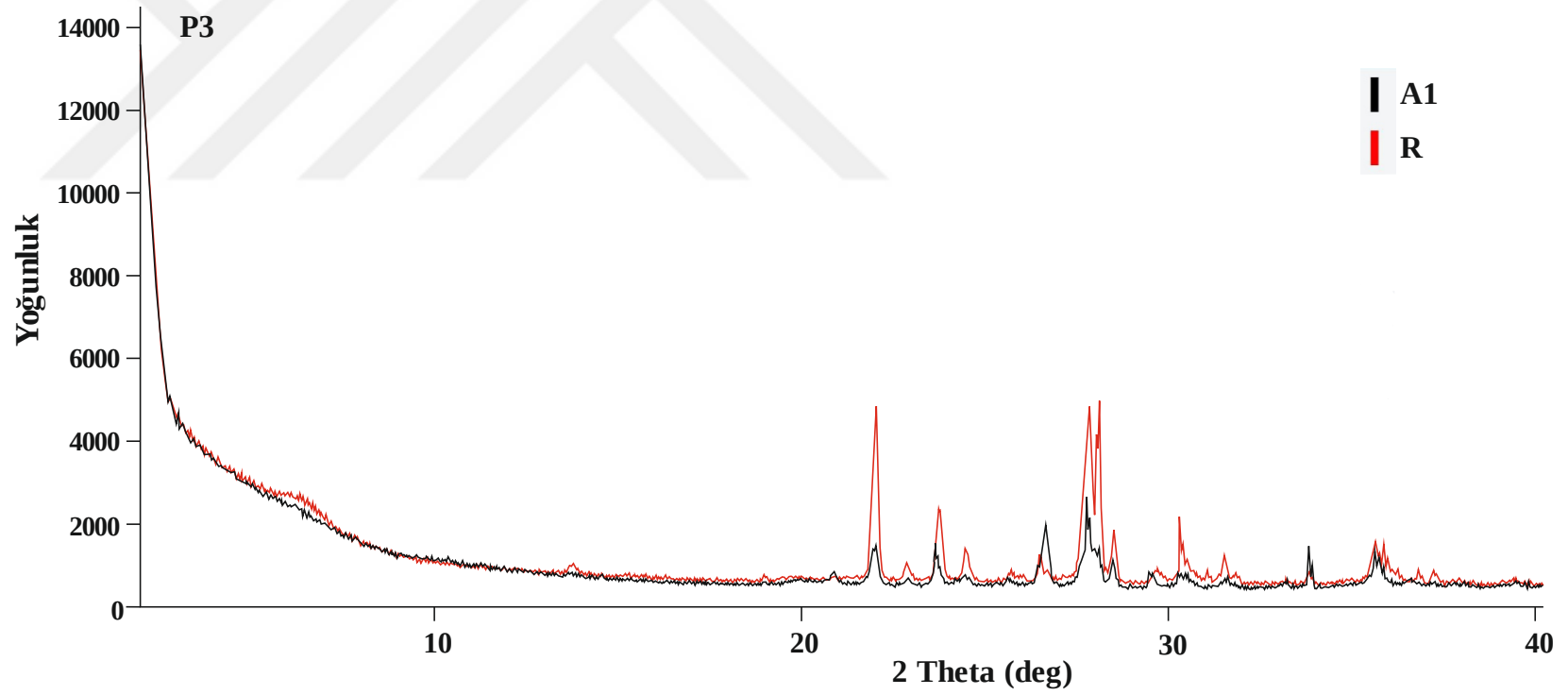
Şekil 4.3.(Devam) Profillerden alınan bazı horizonlarda kil mineralojisi (K: Kaolinit, S: Smektit, I : İllit)



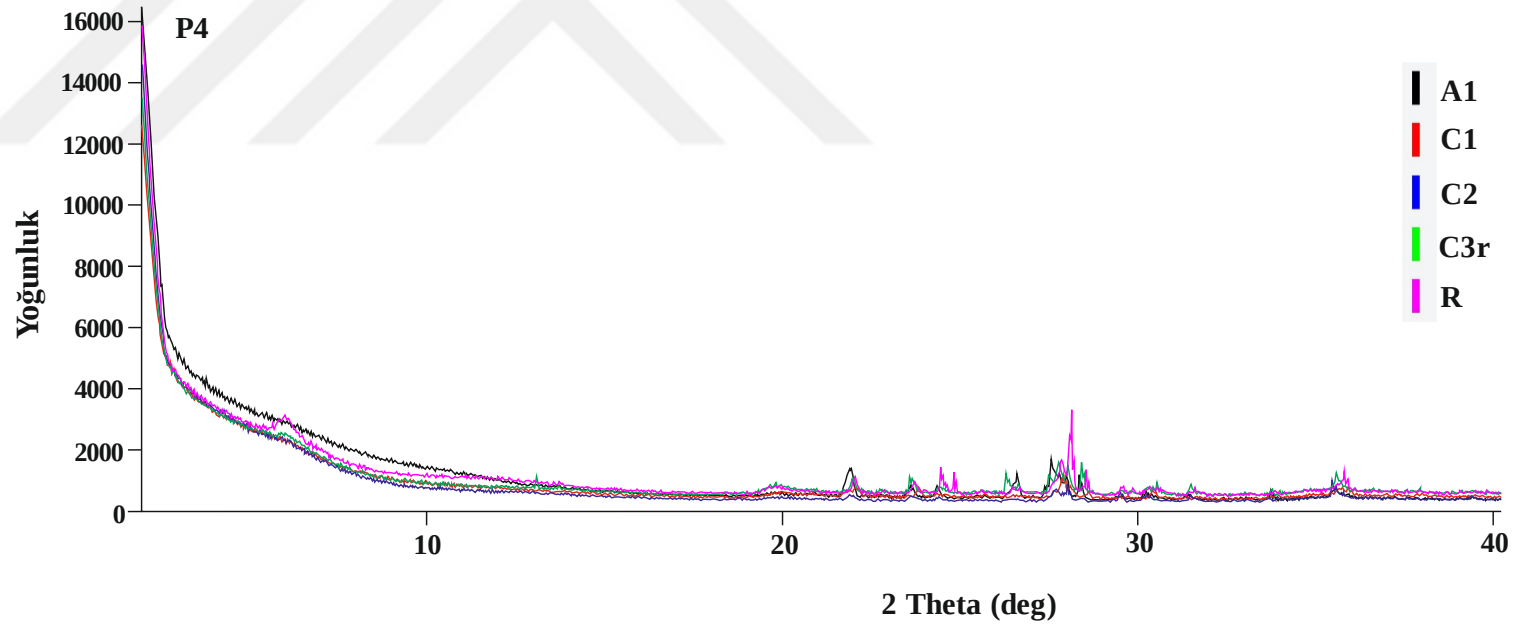
Şekil 4.4 Profillerde her bir horizonza ait primer mineraller için XRD difraktomları



Şekil 4.4. (Devam) Profillerde her bir horizona ait primer mineraller için XRD difraktomları



Şekil 4.4. (Devam) Profillerde her bir horizona ait primer mineraller için XRD difraktomları



Şekil 4.4. (Devam) Profillerde her bir horizona ait primer mineraller için XRD difraktomları

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. SONUÇ

Bu çalışmada Kastamonu İhsangazi ilçesi yakınlarında yer alan farklı yükseltilere sahip dolayısıyla farklı miktarlarda yağış aldığı tahmin edilen topoğrafyalarda andezit yapılar üzerinde yer alan profillerde toprak gelişimi incelenmiştir. Bu amaçla çalışma alanında 4 farklı yükseltide olmak üzere 4 farklı profil açılarak pedolojik gelişim fiziksel, kimyasal, mineralojik ve jeokimyasal analizler ile ortaya konmuş ve bulgular söz konusu profillerin yükseltiye bağlı olarak pedojenik farklılaşmanın karşılaştırılmasında kullanılmıştır. Ayırışma derecelerinin sayısallaştırılmasında CIA, CIW, WIP, P, PIA, baz/R₂O₃, gibi indeksler iz elementlere ve bazı majör ait genetik oranlar kullanılmıştır.

Araştırma sonucunda elde edilen veriler toprakların farklı yükseltiye sahip üniteler üzerinde oluşmalarına rağmen pedokimyasal aktivitelerinin yakın olduğunu göstermektedir. Buna bağlı olarak ayırışma derecelerinin profiller arasında önemli farklılıklar göstermediği belirlenmiştir. Topraklar benzer anamateryalden fizyografik olarak benzer arazi pozisyonları üzerinde oluşmuştur. Sadece yükselti açısından farklılık göstermektedir. Yükseltiye bağlı olarak da yağış miktarları değişmiştir. Buna rağmen pedolojik gelişimin benzer olması toprak oluşumunu belirleyen ana faktörlerin iklimden ziyade ana materyal ve dolaylı olarak yıkanma rejimini ve dolayısıyla ayırışmanın derecesini belirleyen topoğrafya olduğu saptanmıştır.

Sonuç ifade edilecek olursa bölgede yükseltiye bağlı olarak farklılaşan olan klimatolojik faktörler diğer toprak yapan faktörlerin etkisini önemli oranda değiştirecek miktarda etkili olamamış, profiller arasında yükseltiye bağlı olarak artan yağış miktarı profillerin birbirinden farklılaşmasına yetecek kadar yoğun ayırışma ve yeterince yoğun yıkanma meydana getirememiştir. Bu durum bölgede yağışa bağlı olarak ortaya çıkacak pedojenik farklılaşma için daha yoğun kimatolojik farklılaşmanın gerektiğini ortaya koymuştur.

5.2. ÖNERİLER

Türkiye sahip olduğu litolojik özellikler, iklim çeşitliliği, ve buna bağlı olarak ortaya çıkan bitki örtüsü ile geçirmiş olduğu jeomorfolojik süreçlerin sonucu olarak oldukça farklı iklim, topoğrafya, bitki örtüsü ve anamateryal çeşitliliğine sahiptir. Dolayısıyla çok farklı toprak tipleri ve pedolojik gelişim süreçlerini görmek mümkündür.

Toprakların yaşlarının veya ayrışma oranlarının ve diğer pedojenik süreçlerin belirlenmesinde Kuvarterner'deki çevresel değişimlerin sayısallaştırılma ve anlaşılmasında, ayrıca toprakların gelişim proseslerinin belirlenmesinde son derece önemlidir. Bu nedenle, Türkiye'nin değişik bölgelerinde anamateryal, topoğrafya, zaman ve iklimdeki değişikliklere göre toprak oluşumunu ortaya koyan litosequence, toposequence, chronosequence, ve climosequence ile ilgili çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Bu konuyla ilgili yeterli çalışma bulunmamaktadır. Yapılacak çalışmalar orta Anadolu ve Türkiye şartlarında toprak oluşum süreçlerinin açıklanması konusunda çok önemli verilerin bulunmasına imkan verecektir.

KAYNAK LİSTESİ

- Adams, J. S., Kraus, M. J. ve Wing, S. L., 2011, Evaluating the use of weathering indices for determining mean annual precipitation in the ancient stratigraphic record, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 309 (3), 358-366.
- Ague, J. J. ve Brimhall, G. H., 1988, Magmatic arc asymmetry and distribution of anomalous plutonic belts in the batholiths of California: Effects of assimilation, crustal thickness, and depth of crystallization, *Geological Society of America Bulletin*, 100 (6), 912-927.
- Akman, Y., 1990, İklim ve Biyoiklim (Biyoiklim Metodları ve Türkiye İklimleri). Palme Yayın Dağıtım. PalmeYayınları. Mühendislik Serisi: 103, 1, Basım. Kasım. Ankara.
- Arbestain, M. C., Barreal, M. ve Macías, F., 2001, Sulfate sorption in nonvolcanic Andisols and Andic soils from Galicia, NW Spain, *Geoderma*, 104 (1), 75-93.
- Aydin, F., 2008, Contrasting complexities in the evolution of calc-alkaline and alkaline melts of the Niğde volcanic rocks, Turkey: textural, mineral chemical and geochemical evidence, *European Journal of Mineralogy*, 20 (1), 101-118.
- Birkeland, P., 1999, Soils and Geomorphology Oxford Univ. Press, New York.
- Bisdorf, E., 1966, Micromorphology of a weathered granite near the Ría de Arosa, *Leidse geologische mededelingen*, 37, 33.
- Blake, G. ve Hartge, K., 1986, Particle density, *Methods of Soil Analysis: Part 1—Physical and Mineralogical Methods* (methodsofsoiln1), 377-382.
- Bouyoucos, G. J., 1951, A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils, *Agronomy journal*, 43 (9), 434-438.
- Bowen, R. D., Williams, D. H. ve Schwarz, H., 1979, The Chemistry of Isolated Cations, *Angewandte Chemie International Edition*, 18 (6), 451-461.
- Boyras, D., 2003, Kayı ve Aydınpınar Dereleri (Tekirdağ) Arasında Yer Alan Oligosen Marin ve Kuaterner Alüvyal Çökellerin Üzerinde Oluşmuş Toprakların Genesileri, Katenasal ve Toposequens İlişkileri, *Doktora Tezi*. S.
- Brimhall, G. H. ve Dietrich, W. E., 1987, Constitutive mass balance relations between chemical composition, volume, density, porosity, and strain in metasomatic hydrochemical systems: results on weathering and pedogenesis, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 51 (3), 567-587.
- Brimhall, G. H., Ford, C., Bratt, J., Taylor, G. ve Warin, O., 1991, Quantitative geochemical approach to pedogenesis: importance of parent material reduction, volumetric expansion, and eolian influx in lateritization, *Geoderma*, 51 (1-4), 51-91.
- Brimhall, G. H., Chadwick, O. A., Lewis, C. J., Compston, W., Williams, I. S., Danti, K. J., Dietrich, W. E., Power, M. E., Hendricks, D. ve Bratt, J., 1992, Deformational mass transport and invasive processes in soil evolution, *Science*, 255 (5045), 695-703.
- Caspari, T., Bäumler, R., Norbu, C., Tshering, K. ve Baillie, I., 2006, Geochemical investigation of soils developed in different lithologies in Bhutan, Eastern Himalayas, *Geoderma*, 136 (1), 436-458.
- Certini, G., Sanjurjo, M. a. J. F., Corti, G. ve Ugolini, F. C., 2001, The contrasting effect of broom and pine on pedogenic processes in volcanic soils (Mt. Etna, Italy), *Geoderma*, 102 (3), 239-254.

- Chadwick, O. A., Brimhall, G. H. ve Hendricks, D. M., 1990, From a black to a gray box—a mass balance interpretation of pedogenesis, *Geomorphology*, 3 (3), 369-390.
- Chao, T. ve Sanzolone, R., 1992, Decomposition techniques, *Journal of Geochemical Exploration*, 44 (1-3), 65-106.
- Chen, Z.-S., Tsou, T.-C., Asio, V. B. ve Tsai, C.-C., 2001, Genesis of inceptisols on a volcanic landscape in Taiwan, *Soil Science*, 166 (4), 255-266.
- Childs, C. W., Matsue, N. ve Yoshinaga, N., 1991, Ferrihydrite in volcanic ash soils of Japan, *Soil Science and Plant Nutrition*, 37 (2), 299-311.
- Craig, D. ve Loughnan, F., 1964, Chemical and mineralogical transformations accompanying the weathering of basic volcanic rocks from New South Wales, *Soil Research*, 2 (2), 218-234.
- Dahlgren, R., Shoji, S. ve Nanzyo, M., 1993, Mineralogical characteristics of volcanic ash soils, *Developments in Soil Science*, 21, 101-143.
- Dahlgren, R., Ugolini, F. ve Casey, W., 1999, Field weathering rates of Mt. St. Helens tephra, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 63 (5), 587-598.
- Dahlgren, R. A., Vogt, K. A. ve Ugolini, F. C., 1991, The influence of soil chemistry on fine root aluminum concentrations and root dynamics in a subalpine Spodosol, Washington State, USA, *Plant and Soil*, 133 (1), 117-129.
- Delvaux, B., Strebl, F., Maes, E., Herbillon, A. J., Brahy, V. ve Gerzabek, M., 2004, An Andosol–Cambisol toposequence on granite in the Austrian Bohemian massif, *Catena*, 56 (1), 31-43.
- Diñç, U., Şenol, S., Sayın, M., Kapur, S., Güzel, N., Derici, R., Yeşilsoy, M., Yeğingil, İ., Sarı, M. ve Kaya, Z., 1988, Harran Ovası Toprakları, *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, TÜBİTAK-TOAG*, 534.
- Dixon, J. B. ve Weed, S. B., 1989, Minerals in soil environments, Soil Science Society of America Inc.(SSSA). p.
- Dreibrodt, S., Jarecki, H., Lubos, C., Khamnueva, S. V., Klamm, M. ve Bork, H.-R., 2013, Holocene soil formation and soil erosion at a slope beneath the Neolithic earthwork Salzmünde (Saxony-Anhalt, Germany), *Catena*, 107, 1-14.
- Drouza, S., Georgoulas, F. ve Moustakas, N., 2007, Investigation of soils developed on volcanic materials in Nisyros Island, Greece, *Catena*, 70 (3), 340-349.
- Dubroeuq, D., Geissert, D., Barois, I. ve Ledru, M.-P., 2002, Biological and mineralogical features of Andisols in the Mexican volcanic higlands, *Catena*, 49 (3), 183-202.
- Duzgoren-Aydin, N., Aydin, A. ve Malpas, J., 2002, Re-assessment of chemical weathering indices: case study on pyroclastic rocks of Hong Kong, *Engineering Geology*, 63 (1), 99-119.
- Egli, M., Mirabella, A. ve Fitze, P., 2001, Clay mineral formation in soils of two different chronosequences in the Swiss Alps, *Geoderma*, 104 (1), 145-175.
- Egli, M., Sartori, G., Mirabella, A., Favilli, F., Giacciai, D. ve Delbos, E., 2009, Effect of north and south exposure on organic matter in high Alpine soils, *Geoderma*, 149 (1), 124-136.
- Egli, M., Dahms, D. ve Norton, K., 2014, Soil formation rates on silicate parent material in alpine environments: Different approaches—different results?, *Geoderma*, 213, 320-333.
- Eischeid, J. K., Bruce Baker, C., Karl, T. R. ve Diaz, H. F., 1995, The quality control of long-term climatological data using objective data analysis, *Journal of Applied Meteorology*, 34 (12), 2787-2795.

- Ercan, T. ve Gedik, A., 1983, Pontidlerdeki volkanizma, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 18, 3-30.
- Eswaran, H. ve De Coninck, F., 1971, Clay mineral formations and transformations in basaltic soils in tropical environments, *Pedologie*, 21 (2), 181-210.
- Eswaran, H., 1972, Micromorphological indicators of pedogenesis in some tropical soils derived from basalts from Nicaragua, *Geoderma*, 7 (1-2), 15-31.
- Favilli, F., Cherubini, P., Collenberg, M., Egli, M., Sartori, G., Schoch, W. ve Haeberli, W., 2010, Charcoal fragments of Alpine soils as an indicator of landscape evolution during the Holocene in Val di Sole (Trentino, Italy), *The Holocene*, 20 (1), 67-79.
- Fedo, C. M., Nesbitt, H. W. ve 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.
- García-Rodeja, E., Nóvoa, J. C., Pontevedra, X., Martínez-Cortizas, A. ve Buurman, P., 2004, Aluminium fractionation of European volcanic soils by selective dissolution techniques, *Catena*, 56 (1), 155-183.
- Gastil, G., Diamond, J., Knaack, C., Walawender, M., Marshall, M., Boyles, C., Chadwick, B. ve Erskine, B., 1990, The problem of the magnetite/ilmenite boundary in southern and Baja California, *Geological Society of America Memoirs*, 174, 19-32.
- Gense, C., 1970, Preliminary observations on the weathering of some rocks in the highlands of Madagascar, *Cahiers ORSTOM, Serie Pedologie*, 8, 451-467.
- Graf-Rosenfellner, M., Cierjacks, A., Kleinschmit, B. ve Lang, F., 2016, Soil formation and its implications for stabilization of soil organic matter in the riparian zone, *Catena*, 139, 9-18.
- Gülçür, F., 1958, Rize mntıkasında, humid şartlar altında gelişmiş bazı bakir toprakların kil fraksiyonlarında kimyasal ve mineralojik özellikler üzerinde araştırmalar, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 8 (2).
- Günel, H., 2006, Ardışık İki Topografya'da Yer Alan Toprakların Oluşumları ve Sınıflamaları, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2006 (2).
- Harden, J. W., 1988, Genetic interpretations of elemental and chemical differences in a soil chronosequence, California, *Geoderma*, 43 (2-3), 179-193.
- Harnois, L., 1988, The CIW index: a new chemical index of weathering, *Sedimentary Geology*, 55 (3-4), 319-322.
- He, Y., Li, D., Velde, B., Yang, Y., Huang, C., Gong, Z. ve Zhang, G., 2008, Clay minerals in a soil chronosequence derived from basalt on Hainan Island, China and its implication for pedogenesis, *Geoderma*, 148 (2), 206-212.
- Hepper, E. N., Buschiazzo, D. E., Hevia, G., Urioste, A. ve Antón, L., 2006, Clay mineralogy, cation exchange capacity and specific surface area of loess soils with different volcanic ash contents, *Geoderma*, 135, 216-223.
- Hızalan, E. ve Unal, H., 1966, Soil chemical analysis, *Ankara Univ. Agricultural Faculty Publication No*, 278.
- Hocaoglu, O. L., 1966, Toprakta organik madde, nitrojen ve nitrat tayini.
- Hocaoglu, Ö. L., 1970, Diyarbakır, Erzurum ve Rize bölgelerinde bazalt kayalardan oluşan topraklardaki kil mineralleri üzerinde bir araştırma, p.
- Huang, L.-m., Zhang, G.-l. ve Yang, J.-l., 2013, Weathering and soil formation rates based on geochemical mass balances in a small forested watershed under acid precipitation in subtropical China, *Catena*, 105, 11-20.

- Irmak, A., Gülçür, F. ve Mitchell, W., 1967, Some Granitic and Andestic Soils in north-west Turkey. 2. Analytical and Mineralogical studies, *AGROCHIMICA*, 11 (3), 237-&.
- Ishiguro, M. ve Nakajima, T., 2000, Hydraulic conductivity of an allophanic Andisol leached with dilute acid solutions, *Soil Science Society of America Journal*, 64 (3), 813-818.
- Jackson, J. ve Hall, W., 1979, Forced convection heat transfer to fluids at supercritical pressure, *Turbulent forced convection in channels and bundles*, 2, 563-611.
- Jäger, H., Achermann, M., Waroszewski, J., Kabała, C., Malkiewicz, M., Gärtner, H., Dahms, D., Krebs, R. ve Egli, M., 2015, Pre-alpine mire sediments as a mirror of erosion, soil formation and landscape evolution during the last 45ka, *Catena*, 128, 63-79.
- Jenkins, D. ve Jones, R. W., 1980, Trace elements in rocks, soils, plants, and animals: Introduction, *Applied soil trace elements. edited by Brian E. Davies*.
- Jenny, H., 1941a, Factors of soil formation: a system of quantitative pedology.
- Jenny, H., 1941b, Factors of soil formation., (McGraw-Hill Book Company: New York).
- Kasparinskis, R. ve Nikodemus, O., 2012, Influence of environmental factors on the spatial distribution and diversity of forest soil in Latvia, *Estonian Journal of Earth Sciences*, 61 (1), 48.
- Kneisel, C., Emmert, A., Polich, P., Zollinger, B. ve Egli, M., 2015, Soil geomorphology and frozen ground conditions at a subalpine talus slope having permafrost in the eastern Swiss Alps, *Catena*, 133, 107-118.
- Koç, T. ve İrdem, C., 2007, Türkiye'de yağışların şiddet bakımından zamansal ve alansal değişkenliği, *Türk Coğrafya Dergisi* (49).
- Lewis, D. W. ve McConchie, D., 1994, Clays and Colloids, In: *Practical Sedimentology*, Eds: Springer, p. 153-164.
- Lilienfein, J., Qualls, R. G., Uselman, S. M. ve Bridgham, S. D., 2003, Soil formation and organic matter accretion in a young andesitic chronosequence at Mt. Shasta, California, *Geoderma*, 116 (3), 249-264.
- Marshall, C. ve Haseman, J., 1943, The quantitative evaluation of soil formation and development by heavy mineral studies: a Grundy silt loam profile, *Soil Science Society of America Journal*, 7 (C), 448-453.
- Mavris, C., Egli, M., Plötze, M., Blum, J. D., Mirabella, A., Giacciai, D. ve Haeberli, W., 2010, Initial stages of weathering and soil formation in the Morteratsch proglacial area (Upper Engadine, Switzerland), *Geoderma*, 155 (3), 359-371.
- Mavris, C., Plötze, M., Mirabella, A., Giacciai, D., Valboa, G. ve Egli, M., 2011, Clay mineral evolution along a soil chronosequence in an Alpine proglacial area, *Geoderma*, 165 (1), 106-117.
- McLennan, S., Hemming, S., McDaniel, D. ve Hanson, G., 1993, Geochemical approaches to sedimentation, provenance, and tectonics, *Geological Society of America Special Papers*, 284, 21-40.
- Meijer, E. L. ve Buurman, P., 2003, Chemical trends in a perhumid soil catena on the Turrialba volcano (Costa Rica), *Geoderma*, 117 (3), 185-201.
- Merkli, C., Sartori, G., Mirabella, A., Egli, M., Mancabell, A. ve Plotze, M., 2009, The soils in the Brenta region: chemical and mineralogical characteristics and their relation to landscape evolution, *Studi Trentini di Scienze Naturali*, 85, 7-22.
- Merritts, D. J., Chadwick, O. A., Hendricks, D. M., Brimhall, G. H. ve Lewis, C. J., 1992, The mass balance of soil evolution on late Quaternary marine terraces, northern California, *Geological Society of America Bulletin*, 104 (11), 1456-1470.

- Munsuz, N. Ö. N. ve Ahmed, F., 1974, Suitability of using ^{86}Rb as a tracer for potassium for soils having different types of clay minerals, *Yilligi. Annales*, 13, 131.
- Murali, V., Murti, G. K. ve Sarma, V., 1978, Clay mineral distribution in two toposequences of tropical soils of India, *Geoderma*, 20 (3-4), 257-269.
- Murray, H. H., Harvey, C. ve Smith, J., 1977, Mineralogy and geology of the Maungaparerua halloysite deposit in New Zealand, *Clays and clay minerals*, 25 (1), 1-5.
- Mustafa, U. ve Dengiz, O., 2014, Yarı Kurak İklim Koşulları Altında Farklı Fizyografya, Benzer Ana Materyal Üzerinde Yeralan Toprakların Pedogenesisleri, *Toprak Su Dergisi*.
- Nesbitt, H. ve Young, G. M., 1989, Formation and diagenesis of weathering profiles, *The Journal of Geology*, 97 (2), 129-147.
- Nieuwenhuysen, A., Jongmans, A. ve Van Breemen, N., 1993, Andisol formation in a Holocene beach ridge plain under the humid tropical climate of the Atlantic coast of Costa Rica, *Geoderma*, 57 (4), 423-442.
- Nieuwenhuysen, A., Verburg, P. ve Jongmans, A., 2000, Mineralogy of a soil chronosequence on andesitic lava in humid tropical Costa Rica, *Geoderma*, 98 (1), 61-82.
- Norton, K. P., Molnar, P. ve Schlunegger, F., 2014, The role of climate-driven chemical weathering on soil production, *Geomorphology*, 204, 510-517.
- Ofori, E., Atakora, E., Kyei-Baffour, N. ve Antwi, B., 2013, Relationship between landscape positions and selected soil properties at a Sawah site in Ghana, *African Journal of Agricultural Research*, 8 (27), 3646-3652.
- Özaytekin, H. H. ve Özcan, S., 2013, Mass Balance of Soil Evolution on Mt. Erenler Volcanic Materials in Central Anatolia-A Case Study, *Carpathian Journal of earth and environmental sciences*, 8 (1), 5-18.
- Parfitt, R. ve Henmi, T., 1982, Comparison of an oxalate-extraction method and an infrared spectroscopic method for determining allophane in soil clays, *Soil Science and Plant Nutrition*, 28 (2), 183-190.
- Parfitt, R. ve Saigusa, M., 1985, Allophane And Humus-Aluminum in Spodosols And Andepts Formed From the Same Volcanic Ash Beds in New Zealand 1, *Soil Science*, 139 (2), 149-155.
- Parfitt, R. ve Kimble, J., 1989, Conditions for formation of allophane in soils, *Soil Science Society of America Journal*, 53 (3), 971-977.
- Phillips, J. D., 1993, Progressive and regressive pedogenesis and complex soil evolution, *Quaternary Research*, 40 (2), 169-176.
- Pillans, B., 1997, Soil development at snail's pace: evidence from a 6 Ma soil chronosequence on basalt in north Queensland, Australia, *Geoderma*, 80 (1-2), 117-128.
- Ping, C., Shoji, S., Ito, T., Takahashi, T. ve Moore, J., 1989, Characteristics and classification of volcanic-ash-derived soils in Alaska, *Soil Science*, 148 (1), 8-28.
- Poulenard, J., Podwojewski, P., Janeau, J.-L. ve Collinet, J., 2001, Runoff and soil erosion under rainfall simulation of Andisols from the Ecuadorian Páramo: effect of tillage and burning, *Catena*, 45 (3), 185-207.
- Price, K., 2011, Effects of watershed topography, soils, land use, and climate on baseflow hydrology in humid regions: A review, *Progress in physical geography*, 35 (4), 465-492.

- Reiche, P., 1962, A survey of weathering processes and products, 3, University of New Mexico Press, p.
- Rezapour, S., Samadi, A., Jafarzadeh, A. ve Oustan, S., 2010, Impact of clay mineralogy and landscape on potassium forms in calcareous soils, Urmia region, *Journal of Agricultural Science and Technology*, 12, 495-507.
- Rode, O. ve Myagkova, A., 1968, Micromorphology and Icomorphology and Mineralogy Of Some Soils Of Gegam Highland Of Armenia *Soviet Soil Science - Ussr* (12), 1695-&.
- Rolland, C., 2003, Spatial and seasonal variations of air temperature lapse rates in Alpine regions, *Journal of Climate*, 16 (7), 1032-1046.
- Rudnick, R., McLennan, S. ve Taylor, S., 1985, Large ion lithophile elements in rocks from high-pressure granulite facies terrains, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 49 (7), 1645-1655.
- Rupert, B., Dorji, T., Thomas, C., Chenchu, N. ve Ian, B., 2002, Andic soil properties in non-volcanic areas: A variety of andosols or a separate soil forming process, 17. *World congress of soil science*, Bangkok (Thailand), 14-21 Aug 2002.
- Rutherford, G., 1987, Pedogenesis of two Ultisols (red earth soils) on granite in Belize, Central America, *Geoderma*, 40 (1-2), 225-236.
- Sanjurjo, M. J. F., Corti, G., Certini, G. ve Ugolini, F. C., 2003, Pedogenesis induced by *Genista aetnensis* (Biv.) DC. on basaltic pyroclastic deposits at different altitudes, Mt. Etna, Italy, *Geoderma*, 115 (3), 223-243.
- Schafer, B. ve McGarity, J., 1980, Genesis of red and dark brown soils on basaltic parent materials near Armidale, NSW, Australia, *Geoderma*, 23 (1), 31-47.
- Seibert, J., Stendahl, J. ve Sørensen, R., 2007, Topographical influences on soil properties in boreal forests, *Geoderma*, 141 (1), 139-148.
- Sevruk, B., 1974, The use of stereo, horizontal, and ground level orifice gages to determine a rainfall-elevation relationship, *Water Resources Research*, 10 (6), 1138-1141.
- Sevruk, B. ve Nevenic, M., 1998, The geography and topography effects on the areal pattern of precipitation in a small prealpine basin, *Water Science and Technology*, 37 (11), 163-170.
- Shoji, S., 1986, Mineralogical characteristics, 1. Primary minerals, *Ando Soils in Japan. Kyushu University Press, Fukuoka, Japan*, 21-40.
- Shutcha, M. N., Faucon, M.-P., Kissi, C. K., Colinet, G., Mahy, G., Luhembwe, M. N., Visser, M. ve Meerts, P., 2015, Three years of phytostabilisation experiment of bare acidic soil extremely contaminated by copper smelting using plant biodiversity of metal-rich soils in tropical Africa (Katanga, DR Congo), *Ecological engineering*, 82, 81-90.
- Singer, A., 1973, Weathering products of basalt in the Galilee and Menashe. Vesicular and saprolitic weathering, *Israel J. Earth Sci*, 22, 229-242.
- Singer, A. ve Navrot, J., 1977, Clay formation from basic volcanic rocks in a humid Mediterranean climate, *Soil Science Society of America Journal*, 41 (3), 645-650.
- Singh, P., Ramasastri, K. ve Kumar, N., 1995, Topographical influence on precipitation distribution in different ranges of western Himalayas, *Hydrology Research*, 26 (4-5), 259-284.
- Singh, P., Jain, S. ve Kumar, N., 1997, Estimation of snow and glacier-melt contribution to the Chenab River, Western Himalaya, *Mountain Research and Development*, 49-56.

- Staff, S., 2004, Soil survey laboratory methods manual, *Soil survey investigations report. Lincoln, NE.*
- Staff, U., 1954, US Salinity Lab, *Diagnosis and Improvements of Saline and Alkali soils-USDA Handbook* (60).
- Şenol, H., 2014, Yarı Kurak Şartlarda Volkanik Materyal Üzerinde Oluşan Toprakların Ayrışma Oranları ve Kil Mineralojisine Kuzey ve Güney Bakımın Etkisi, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 20 (3), 288-301.
- Şenol, H., Özaytekin, H., Akgül, M. ve Alaboz, P., 2014, Effect of aspect on weathering rates and clay mineralogy of soils developed on andesite-trachyandesite parent materials under semi-arid conditions, *Journal of Agricultural Sciences (Turkey)*.
- Tardy, Y., Bocquier, G., Paquet, H. ve Millot, G., 1973, Formation of clay from granite and its distribution in relation to climate and topography, *Geoderma*, 10 (4), 271-284.
- Tsai, C., Chen, Z., Kao, C., Ottner, F., Kao, S. ve Zehetner, F., 2010, Pedogenic development of volcanic ash soils along a climosequence in Northern Taiwan, *Geoderma*, 156 (1), 48-59.
- Van Ranst, E., Utami, S., Vanderdeelen, J. ve Shamshuddin, J., 2004, Surface reactivity of Andisols on volcanic ash along the Sunda arc crossing Java Island, Indonesia, *Geoderma*, 123 (3), 193-203.
- Waroszewski, J., Egli, M., Kabala, C., Kierczak, J. ve Brandova, D., 2016, Mass fluxes and clay mineral formation in soils developed on slope deposits of the Kowarski Grzbiet (Karkonosze Mountains, Czech Republic/Poland), *Geoderma*, 264, 363-378.
- White, A. F., 1995, Chemical weathering rates of silicate minerals in soils, *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 31 (1), 407-461.
- Yılmaz, E. ve Çiçek, İ., 2016, Thornthwaite climate classification of Turkey Türkiye Thornthwaite iklim sınıflandırması, *Journal of Human Sciences*, 13 (3), 3973-3994.
- Yoshinaga, N., Kinloch, D., Shoji, S., Beinroth, F. ve Eswaran, H., 1988, Mineralogy of Andisols, *Soil Classification Workshop, for the Soil Management Support Services, Washington, DC, USA*, 45-59.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Gülnur TÜRKEKEL
Uyruğu : Türkiye Cumhuriyeti
Doğum Yeri ve Tarihi : Kastamonu- 01/01/1988
Telefon : +90 5462743715
Faks : -
e-mail : glhr37@gmail.com

EĞİTİM

Derece		Bitirme Yılı
Lise	: Kastamonu Kız Meslek Lisesi/KASTAMONU	2004
Önlisans	: Selçuk Üniversitesi/ Çumra MYO/ Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bölümü	2009
Lisans	: Ondokuz Mayıs Üniversitesi/Ziraat Fakültesi/Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü	2013
Yüksek Lisans:	Selçuk Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü/Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı	2016

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2014-devam ediyor	Kastamonu Ziraat Odası Başkanlığı	TARIM DANIŞMANI

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER: İngilizce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR

Türkel G.,Özaytekin H.H., Dedeoğlu M., 2016. Effects of elevation change on weathering rates and properties of soils developed on volcanic materials in black sea region. 1st International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC 2016), October 26-28,2016, Adana / TURKEY, p: 1088-1098. (**Yüksek Lisans Tezinden Hazırlanmıştır.**)