

Mustafa BOLCA^{2*}
Ünal ALTINBAŞ²
Yusuf KURUCU²

²Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 35100 Bornova, İzmir. 35100 Bornova, İzmir
*e-posta: mustafa.bolca@ege.edu.tr

Ayrımlı Eğimlerde Oluşum Gösteren Rhodoxeralf ve Rendoll Topraklarında Minerallerin Toprak Pedonu Boyunca Pedogenetiksel Dağılımları Üzerine Araştırmalar¹

A study on pedogenetical distribution of minerals in the pedon of rhodoxeralf and rendoll soils showing formation on different slope facets¹

¹ Bu araştırma 2001-ZRF-024'nolu Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Alınış (Received): 18.07.2012

Kabul tarihi (Accepted): 25.07.2012

Anahtar Sözcükler:

Rhodoxeralf, Rendoll, Mineral, X-Ray Difraktometresi

Key Words:

Rhodoxeralf, Rendoll, Mineral, X-Ray Diffractions

ÖZET

Bu makalede, Muğla ili Yatağan Havzası toprakları içinde yer alan Rhodoxeralf ve Rendoll büyük toprak gruplarında, minerallerin pedogenetiksel dağılımlarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu büyük toprak gruplarını havza içinde içeren Yatağan tepe ile Kayışalanı tepelerinin doruk, sırt ve yamaç fizyografik birimleri içerisinde yer alan pedonlarda gözlenen ayrımlı tabaka veya horizonlardan toprak örnekleri alınmıştır. Alınan toprak örneklerinde tane büyüklüğü dağılımı ve ayrımlı mineraller ile bunların yüzdesel nicelikleri polarize mikroskop gözlemleri, laboratuvar ve x-ray analiz yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir. Rhodoxeralf topraklarında kimyasal ayrışmaya ve fiziksel parçalanmaya karşı oldukça dayanıklı olan opal, kuvars, hipersten, hornblend, augit, turmalin ve opak grubu minerallerin genelde pedon derinliği boyunca azaldıkları saptanmıştır. Buna karşın hematit, kalsit, illit, feldspat, mika ve zirkon mineralleri niceliklerinin, pedon derinliği boyunca taşınma ve birikim işlevi nedeni ile alt horizonlarda yoğunlaştığı belirlenmiştir. Mollisol sırasında yer alan rendoll büyük toprak grubu, çok kireçli ana özdekler üzerinde oluştuklarından tüm horizonlar yüksek nicelikte serbest CaCO₃ içerdikleri belirlenmiştir. Rendoll topraklarında opal, hematit, feldspat, kuvars, hipersten, hornblend, augit, turmalin ve opak grubu minerallerin nicelikleri pedon derinliği boyunca azalırken, kalsit, illit, ve mika grubu mineralleri niceliklerinin ise arttığı saptanmıştır.

ABSTRACT

This study has been conducted in order to determine the pedo-genetical distribution of minerals of the great groups of Rhodoxeralf and Rendoll Soils showing distribution in Yatağan River basin, in the city of Muğla in Aegean Region. Soil samples were taken from different layer or horizons that were observed in pedons located in summits, ridges and back slopes physiographic units of the Yatağantepe and the Kayışalanı regions. Grain size distribution and types and amount determination of minerals of the soil samples from Rhodoxeralf and rendolls were examined by polarize microscope observations, x-ray and the other laboratory analyses. Since minerals in this group are quite resistant to physical weathering and chemical dissolving, it was observed that they decreased in amounts along the dept of pedon. It was observed that the amounts of the mineral hematite, calcite, illite, feldspar, mica and zircon increased through the deepness of pedons due to leaching process from upper horizons to the lower horizons. All horizons of Rendolls, classified in Mollisol ordo, contain great amounts of free CaCo₃ since formed on main material which is highly calcereous. The amounts of opal, hematite, felspar, quarts, hypersthenes, hornblende, augite, tourmaline and opaque group minerals in Rendoll soils decrease in the pedon, while the amounts of the minerals of calcite, illite and mica increased in the pedon.

GİRİŞ

Doğal kaynak olan topraklarımızın, hızlı nüfus artışı ve buna bağımlı olarak artan beslenme açığı nedeniyle üretkenliğinin arttırılması ülkemiz için her geçen gün daha da önemli bir konuma gelmektedir. Toprak araştırmalarının temel amacı bu doğal kaynağın en sağlıklı ve akılcı bir şekilde kullanılması ve korunması yanında bunlardan daha fazla ürün elde edilmesi için bilimsel ve çağdaş tekniklerin bunlara uygulanmasıdır.

Toprakların ağırlıkça % 95'ini, hacimce ise %38'ini oluşturan inorganik bölüm içeriğinde yeralan feldspat, mika, amfibol, piroksen, olivin, kalsit, kil mineralleri vb. ayrımlı mineraller; toprak içeriğindeki mineral besin elementlerinin nitel ve niceliği, su ve hava geçirgenliği, toprak işleme, toprak sıcaklığı, havalanma vb. yanında, absorbant oluşu, mühendislikte zemin işlevi görmesi, teknolojide kullanımı, bitki büyümesi ve gelişimi doğal yaşam ortamı oluşturması nedeniyle çok değişken ve önemli işlevler gösterir (Altınbaş, 2000).

Toprak minerallerinin oluşum süreçlerindeki bu özellikleri, toprakların pedogenetik oluşum seyri ile ayrışmalarının gözlenmesine, toprak tabaka veya horizonlarının araştırılmasına, potansiyel bitki besin elementleri ile zemin mühendisliği özelliklerin saptanmasında temel belirleyici olarak işlev görür. Bitki yaşamı için vazgeçilemez bir ortam olan toprak minerallerinin araştırılması bitkilerin mineral besin maddesi yönünden potansiyelini oluşturan kaynakların araştırılması yanında, ileriye dönük yaşam döngüsünde besin maddelerinin ne nicelikte hangi mineral bileşiminde bulunduğu ortaya konulurken, biyolojik veya organik tarım için hedeflerin saptanması ve insan sağlığı için doğal dengelerin önemi ortaya konulacaktır. Benzer şekilde yoğun olarak topraklarda kullanılan yapay veya ticari gübrelerin gereksinimin üzerinde kullanımı engellenirken, üreticinin fazla parasal harcamalarının önüne geçilmesi sağlanacak ve sonuçta çevresel boyuttada toprak, su ve biyolojik çeşitliliğin kirlenmesinin önüne geçilmesi daha sağlıklı temeller üzerine oturtulacaktır.

Altınbaş (1980), İzmir ili Çeşme ilçesi ve civarında bulunan Terra Rossa ve Rendoll Büyük Toprak gruplarında yaptığı çalışmada bunların mineralojik bileşimlerinde başat olarak kalsit mineralini, bunu izleyen hematit, opak, feldspat, mika ve kuvars mineralinin takip ettiğini saptamıştır. Ağır minerallerin ise %0.33-0.59 arasında dağılım gösterdiğini belirtmiştir.

Şahan (1987), Harran ovası topraklarında yaptığı çalışmada kum fraksiyonu analiz sonuçlarına göre, tüm toprak serilerinde hafif mineralleri baskın olarak bulmuştur. Ağır mineraller içeriğinde genellikle opak, ayrılmış veya kaplanmış minerallerin başat olduğunu, bunları hornblend, idingsit, ojit, hipersten, enstatit, epidot minerallerinin izlediğini, zirkon, rutil, diopsit ve klorit minerallerinin ise düşük niceliklerde bulunduğunu ortaya koymuştur.

Tarzi ve Paeth (1975), Akdeniz kırmızı toprakları ile rendoller üzerinde yaptıkları mineralojik çalışmalarda terra rossalarda başat kil mineralinin montmorillonit, rendollarda ise başat primer mineralin mika (illit) olduğunu belirlemişlerdir.

Altınbaş (1982), Bozdağ (Ödemiş-İzmir) mikaşistleri üzerinde oluşmuş asidik kahverengi orman toprakları üzerinde yaptığı araştırmada, potasyumlu mineraller olan, biotit, muskovit ve K-feldspatlardan yoğun olarak bulunduğunu belirlemiştir.

Anand ve Paine (2002), Batı Avustralyada yüksek kireç niceliğine sahip topraklar üzerine yaptıkları çalışmalarda, tüm kayaların son ayrışma ürünlerinin kaolinit, hematit, geotit, gibsit, anatas, boehmit yanında, primer minerallerden kuvars, zirkon, kromit, muskovit ve talk olduğunu belirlemişlerdir.

Grimaldi ve Vauclin (1994), Fransa'da, kalker kayaları üzerinde oluşmuş topraklarda yaptıkları bir araştırmada bor elementi yönünden zengin tabakalardan kaynaklanan ve yarı vertikal, aşınmış B horizonunda kum tane büyüklüğü içeriğinde turmalin kristallerini başat olarak analizlemişlerdir.

Bronger ve Sedov (2002), Fas'ın atlantik kıyısındaki orta kuarterner zaman sürecinde marn ve kretase kalker ana özdeleri üzerinde oluşum gösteren alfisol ve mollisol sırası toprakları üzerinde yaptıkları araştırmada kaolinit kil mineralini başat olarak saptamışlardır. Typic Rhodoxeralf toprakları ise Ah horizonunda başat olarak kalsit ve kuvars minerallerini saptamışlar, daha düşük niceliklerde ise opak grubu ve epidot minerallerinin varlığını ortaya koymuşlardır. Bt horizonunda başatlık sırasına göre kalsit, kuvars, opak mineralleri, feldspatlar ve epidot'u saptamışlardır. Ck horizonunda ise kalsit, kuvars, opak mineralleri, feldspatlar, epidotları vb. belirlemişlerdir. Typic Calcixeroller üzerinde yaptıkları çalışmalarında başatlık sırasına göre kalsit, kuvars, feldspat, opak mineraller, epidot, filosilikatlar ve amfibol grubu mineralleri saptamışlardır. Ck horizonunda başatlık sırasına göre

kalsit, kuvars, feldspat, amfibol, epidot ve opak grup mineraller belirlemiştir.

Sangode ve Bloemendal (2004), Kuzeydoğu Himalayalarda pliocene-pleistocene yaşlı, kalkerli ve manyetik kayaları incelemişler ve hematit ve geotit'i başat mineraller olarak saptamışlardır. Hematit ve geotit'in ayrımlı tabakalarda, toprak özelliklerine göre ayrımlı niceliklerde dağılım gösterdiklerini açıklamışlardır.

Yassoglou ve Moustakas (1995), Yunanistan'ın Atina ili çevresinde yapmış oldukları çalışmada, Rhodoxeralflerin minerolojik özelliklerini incelemişler ve demir içeren mineraller yanında mika, feldspat ve kalsit minerallerinide başat olarak belirlemiştir.

Alastair ve Patricia (2004), İrlandada yaptıkları çalışmada, x ışını kırılma eğrileri kullanarak ayrımlı toprakların ve kayaların mineral bileşimlerini saptamışlar ve sonuçta bu ışınlar kullanılarak ayrımlı mineral yüzdelere saptanabileceğini belirtmişlerdir.

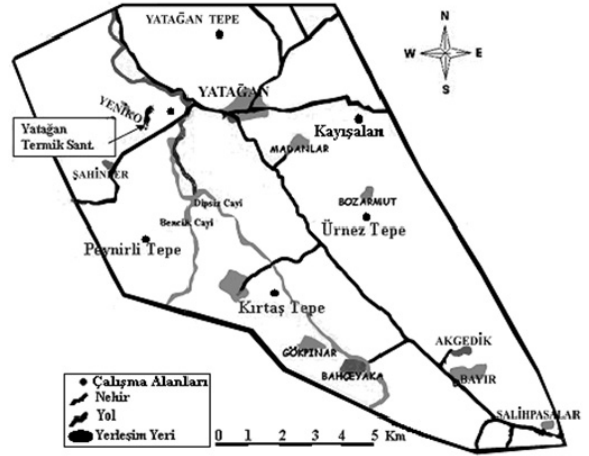
MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Araştırma materyalini Muğla iline bağlı Yatağan Havzasının Rendoll ve Rhodoxeralf büyük toprak grupları oluşturmaktadır. Araştırma bölgesinde geniş alanlarda dağılım gösteren Rhodoxeralf ve Rendoll büyük toprak topraklarını içeren Yatağan tepe ile Kayışalanı tepe örnekleme alanı olarak seçilmiştir. Bu tepelerde dağlık arazi tipinin doruk, sırt ve yamaçlardaki fizyografik arazi birimleri belirlenmiştir. Fizyografik arazi birimleri içeriğinde ön etüd çalışmaları yapılmış ve bu çalışmalar sonucu 1/25 000 ölçekli topografik harita üzerinde ayrımlı pedon yerleri tepenin doruğundan eteğine doğru saptanmıştır. Arazi çalışmaları sürecinde açılan pedonlarda gözlenen ayrımlı tabaka veya horizonlardan toprak yüzeyinden jeolojik ana özdeğe kadar olan derinliklerden toprak örnekleri alınmıştır. Çalışma alanında gözlenen Rhodoxeralf ve Rendoll büyük toprak gruplarından 4 er pedon olmak üzere toplam 8 pedon açılmış ve ayrımlı tabaka ve horizonlardan toplam 22 adet toprak ve ana özdek örneği alınmıştır.

Muğla ilinin yaklaşık 20 km kuzeybatısında yer alan araştırma alanı; Doğu-Kuzeybatı yönünde konumlanmış bir havza görünümünde olup :37°15' 00" ve :37° 22' 00" Kuzey enlemleri ile :28° 05' 00" ve :28° 14' 00" Doğu boylamları arasında yer almaktadır. Coğrafi konum olarak araştırma alanının Kuzeyinde Yatağan ilçesi, Güneyinde ise Muğla ili bulunmaktadır. (Şekil 1).

Araştırma alanının Batı bölümleri dik eğimli (%30+) dağlık bölgeler ile kuru dere veya yan derelerle taşınan birikimlerden oluşmuş, hafif eğimli etekler yada düz arazileri içermektedir. Doğu bölümler ise orta ve dik eğimli (% 15+) dağlık alanları içerir. Genelde havzada çevresindeki dağlık alanlardan taşınan alluvium-koluvium özdeklerle oluşturulan kolluvial ve alluvial oluşumlar gözlenir. Havzanın orta bölümünde yer alan geniş alluvial düzlük, çevredeki dağlık arazilerden taşınan özdeklerle oluşturulmuştur.



Şekil 1. Araştırma alanı ve örnekleme yerleri

Figure 1. Research area and sampling points

Yöntem

Araştırma alanındaki ayrımlı her bir fizyografik arazi birimi içeriğinde ayrımlı doruk, sırt ve yamaçlardaki açılan pedonlarda gözlenen ayrımlı tabaka veya horizonlardan toprak yüzeyinden ana materyale kadar olan horizonlardan toprak örneği alınmıştır.

Toprak Mineralojisi Analizleri İçin Uygulanan Yöntemler

Mineralojik araştırmalarda minerallerin teksel hale getirilmeleri toprak örneklerinde bağlayıcı maddelerden olan kireç, organik madde, serbest demiroksitler topraktan uzaklaştırılmıştır (Mehra ve Jackson, 1960).

İnce Kesit, Devamlı ve Sıvı Preparatların Hazırlanmasında Uygulanan Yöntemler

Bağlayıcı maddeleri uzaklaştırılmış ve dispers şekle getirilmiş toprak örneklerinde (Jakson, 1956; Tributh, 1967) toprakların mineralojik araştırmaları için, kırılma indeksi 1.54 olan kanada balzamu kullanılarak daimi preparatlar yapılmıştır (Feidler, 1965).

Preparatların Sayımı ve Minerallerin Tanımlanmasında Uygulanan Yöntemler

Kanada balzamu, lam ve lamel kullanılarak hazırlanan preparatlardaki her bir mineralin fiziksel ve optik özellikleri temel alınarak Leitz-Orthoplan Polarizan mikroskobu ortamında her bir fraksiyondaki minerallerin tanımlanmaları yapılmıştır. (Feidler, 1965; Gebhardt, Meyer, Scheffer, 1967).

X (Röntgen) Işını Kırılma Analiz Yöntemleri İle Minerallerin ve % İçeriklerinin Saptanması

Mineral tiplerinin nicelik olarak % içeriklerinin saptanmasında x-ışını kullanılarak minerallerin d mesafesi belirlenmiş (difraksiyon) ve ayrımlı d aralığı içeren mineraller JEOL JSDX 100S 4 "difraktometre" cihazı ile saptanmıştır. Oluşan bu pikler üzerinde daha sonra bu düzlem mesafelerinin hangi kristallere ait olduğu ASTM kartları yardımıyla belirlenmiştir. Nicelik oranları ise 100'lük difraktogram piklerinin örttükları alanların hesaplanması ile bulunmuştur.

ARAŞTIRMA BULGULARI

Çalışma alanını çevreleyen ve sınır oluşturan dağlık araziler üzerinde, buldukları fizyografik konum, eğim derecesi, ana özdek, bitki örtüsü türü ve dağılım yoğunluğu vb. kimi özelliklere bağımlı olarak ayrımlı derinlik ve sınıflarda topraklar oluşmuştur.

Dağlık arazi tipinde dik yada çok dik eğim (%20-50) ve şiddetli erozyon derecesine sahip, kretase kalker ana özdekleri üzerinde oluşan, 10 cm'den daha derin Ochric epipedon içeren Alfisoller (Typic Rhodoxeralf) oluşurken, bitki örtüsünün daha seyrek olduğu bölümlerde ise 10 cm'den daha az derinliklerde, Lithic kantağa sahip, zayıf A horizonlu Alfisollerin (Lithic Rhodoxeralf) oluştuğu belirlenmiştir.

Rendoll büyük toprak grubu, marn-marnlı kalker ana özdekler üzerinde oluşum gösterirler. Bütün horizonları seyreltik HCl ile kuvvetli köpürürken, A/C pedon yapısı göstermektedir. Organik madde niceliği toprak yüzeyinden toprak derinliğine doğru bir azalma gösterir. Pedon boyunca artan CaCO₃ niceliğine sahiptirler.

Rhodoxeralf Büyük Toprak Grubunun Mineralojik Analiz Bulguları

Araştırma alanı Yatağan ilçesi ve çevresinde sert kalkerler üzerinde oluşan Rhodoxeralf toprakları, Akdeniz ikliminin hakim olduğu, xeric sıcaklık rejimine sahip kireçli ana özdekler üzerinde oluşum gösterirler. Üst horizontdaki organik madde niceliğinin fazlalığı bu

horizonta daha koyu bir renk özelliği verirken, B horizonundaki kil ve serbest demir oksitler bu horizontunun daha kırmızı bir renk almasını sağlamıştır.

Petrografik mikroskop kullanılarak yapılan preparat gözlem sonuçlarına göre, kaba kum fraksiyonunun temel mineral bileşimini fiziksel olarak aşınmış tortul kaya parçaları oluşturmaktadır. Bunlar ana özdeğin fiziksel parçalanmaları sonucu oluştuğundan belirli bir şekilleri yoktur. Mineral agregatlarının temel mineral bileşimini toprağı oluşturan ve ana kayada bulunan mineraller oluşturur. Bu tortul kaya parçalarının Rhodoxeralflerin B horizonları haricinde, kaba kum tane büyüklüğünden daha ince tane büyüklüklerine doğru gidildiğinde niceliklerinin azaldığı, ancak toprak derinliği boyunca ayrımlı horizonlarda düzensiz bir dağılım gösterdikleri saptanmıştır (Çizelge 1, 2, 3, 4).

Da Costa ve Araujo (1996), Brezilya'da iyi gelişmiş kalkerli lateritik kayalardan oluşmuş bir plato görünümünde olan Serra da Pirocava'da jeokimyasal ve mineralojik, çalışmalar yapmışlar ve hematit, geotit, kuvars ve feldspat minerallerini yoğun olarak saptamışlardır.

Rhodoxeralf topraklarında % 2,10-9,25 sınırları arasında dağılım gösteren opak grubu minerallerin, ayrımlı horizonlarda ve pedon boyunca azaldıkları saptanmıştır. Bu grup mineraller kimyasal ayrışmaya ve fiziksel parçalanmaya karşı oldukça dayanıklı olmaları nedeniyle pedon derinliği boyunca niceliklerinin azaldığı belirlenmiştir. Opal mineralinin Rhodoxeralflerin tüm pedonlarındaki horizonlarında %0,45-3,05 sınırları arasında dağılım göstermekte olduğu ve pedon derinliği boyunca yüzde niceliğinin azaldığı belirlenmiştir. Polarize mikroskopta yapılan gözlemlerde opal minerali genellikle renksiz ve soluk renkte saptanırken, dilinim yüzeylerine sahip olmadığı, ancak mineralin kenarların da şekilsiz çatlakların varolduğu gözlenmiştir.

Rhodoxeralf topraklarında % 8,25-18,45 verileri arasında bulunan hematit mineralinin, bu toprakların başat minerallerinden birisi olduğu belirlenmiştir. Bu büyük toprak grubuna kırmızı rengin değişik tonlarını veren serbest demir oksit'in %10' a kadar ulaşabileceği saptanırken, hematit minerali niceliğinin toprak derinliği boyunca artış gösterdiği ortaya konulmuştur. Bunun nedeni hematit mineralini bileşiminde yoğun olarak içeren kalker ana özdekleri üzerinde bu toprakların oluşmasındandır. Genel olarak kireç taşlarının hematit, hidro hematit ve hidrogeotit vb.

demir içeren mineralleri, mineral bileşimlerinde yoğun olarak içermelerindedir.

Mijovilovich ve ark. (1999), Arjantinde mollisol sırası topraklarındaki demir mineralojisi üzerine yapmış oldukları çalışmada, kuvars, feldspat ve 2:1 tipi killere rastlarken; iyi gelişmiş bir profile sahip olan, kırmızı renkli ve derin topraklarda ise kaolinit ve illit kil minerali ile birlikte hematit mineralini başat olarak saptamışlardır.

Kireç taşlarının mineral bileşimini oluşturan temel minerallerden kalsit minerali, hegzagonal kristal şekli ve rombohedral klivajları ve simetrik sönme özellikleriyle tüm pedonlarda % 12,85-24,20 sınırları arasında bir dağılım göstermektedir. Rhodoxeralf grubu topraklarında kalsit mineralinin temel kökenini, bu büyük toprak grubunu oluşturan kireçli ana özdekler oluşturmaktadır.

Rhodoxeralf topraklarının temel mineral yapısını feldspat grubu minerallerin oluşturduğu (Çizelge 1) ve bunlardan da plajjoklas grubunun K-feldspatlara oranla, çok daha yüksek olduğu mikroskopik gözlemlerde saptanmıştır. Feldspat grubu altında incelenen ortaklas ve mikrolin mineralleri genelde başat olup, mikroskopik incelemelerde kafes yapıları ile gözlenmiştir. Kafes yapıda olmaları nedeni ile fiziksel ayrışma ve kimyasal parçalanmaya karşı dayanıksızdırlar. Feldspat grubu minerallerin ayrışmaya karşı dayanıksız olmaları nedeniyle toprağın üst tabakalarındaki feldspat grubu mineraller kolaylıkla ayrışarak toprak derinliği boyunca taşınırlar. Feldspat grubu minerallerinin pedon boyuncaki dağılımları %8,89-19,41 sınırları arasında değişmektedir.

Arocena ve diğ. (1993), Kuzey Amerika'da kum dokulu orman topraklarının allüviyal birikim horizonlarında yüksek miktarda bulunan 2:1 phyllosilikatları incelemişler, x-ray cihazı, elektron mikroskopu ve amonyum saturasyon tekniği kullanarak kum fraksiyonunda feldspat grubu minerallerin ortoklas, mikroklin ve albit olarak bulunduğunu belirlemişlerdir.

Düzgün olmayan şekillerde ve mineral rölyefinin düzgün olmaması sonucu iç içe geçmiş konsantrik renkli halkalar şeklinde gözlenen kuvars minerali niceliği pedon derinliği boyunca azalmaktadır. Bunun nedeni kuvars mineralinin kimyasal ayrışma ve fiziksel parçalanmaya karşı oldukça dayanıklı olmasından kaynaklanmaktadır. Bu arada kolay ayrışabilen minerallerin toprak derinliği boyunca taşınmalarından

dolayı üst horizonlarda kalan kuvars mineralinin niceliği oransal olarak artmaktadır.

Liu ve ark. (1997), Danimarka'da Alfisoller üzerine yapmış oldukları çalışmada; toprakların x-ışını analizi sonuçlarına bakıldığında kil ve mil fraksiyonlarında başat olarak kaolinit, illit, mika, klorit ve kuvars minerallerine rastlamışlardır.

Bu büyük toprak grubundaki kuvars mineralinin temel kökeni, toprağı oluşturan tortul kayaların bileşiminden kaynaklanır. Kuvars minerali ayrışmaya karşı çok dayanıklı olduğundan parçalanma özelliği göstermezler ve ancak yuvarlaklaşmış taneler şeklinde mikroskopta gözlenirler (Şekil 2). Bu özellik, tortul kayaların oluşum basamaklarında taşınma sürecindeki mekaniksel aşınmalardan kaynaklanmaktadır.

Çizelge 1. 1 numaralı pedon

Table 1. Profile 1

Mineraller (%)	Horizon ve Derinlik (cm)			
	A (0-8)	Bt1 (8-16)	Bt2 (16-27)	R (27+)
Pedon 1				
Opak	5,23	3,80	2,50	
Opal	2,23	1,28	0,45	
Hematit	8,25	10,20	11,25	
Kalsit	12,85	14,20	22,20	
İllit	13,40	15,40	20,25	
Feldspat	18,50	19,41	18,23	
Kuvars	15,20	13,60	6,10	
Biotit	3,36	4,20	4,70	
Muskovit	2,59	2,01	1,25	
Hornblend	2,40	2,20	0,42	
Hipersten	3,40	2,70	2,21	
Augit	2,60	2,36	1,23	
Zirkon	0,25	0,45	0,60	
Turmalin	2,20	1,85	1,11	
Diğer Mineraller	7,54	6,52	7,50	

Çizelge 2. 2 numaralı pedon

Table 2. Profile 2

Mineraller (%)	Horizon ve Derinlik (cm)		
	A (0-10)	Bt (10-22)	R (22+)
Pedon3			
Opak	9,25	2,85	
Opal	3,05	0,94	
Hematit	10,80	12,50	
Kalsit	16,50	24,20	
İllit	4,21	12,25	
Feldspat	8,89	12,30	
Kuvars	15,40	9,55	
Biotit	5,35	5,75	
Muskovit	6,85	4,26	
Hornblend	1,23	0,56	
Hipersten	5,32	3,89	
Augit	1,57	1,10	
Zirkon	0,50	0,65	
Turmalin	3,68	1,60	
Diğer Mineraller	7,40	7,60	

Çizelge 3. 3 numaralı pedon

Table 3. Profile 3

Mineraller (%)	Horizon ve Derinlik (cm)		
	A (0-8)	Bt(8-24)	R (24+)
Pedon4			
Opak	6,66	2,13	
Opal	2,11	1,18	
Hematit	16,10	18,45	
Kalsit	12,95	18,10	
İllit	5,73	13,10	
Feldspat	15,20	18,25	
Kuvars	18,50	12,50	
Biotit	2,56	3,75	
Muskovit	4,45	2,58	
Hornblend	2,00	0,60	
Hipersten	3,26	1,86	
Augit	1,23	0,85	
Turmalin	2,75	1,45	
Diğer Mineraller	6,50	5,20	

Çizelge 4. 4 numaralı pedon

Table 4. Profile 4

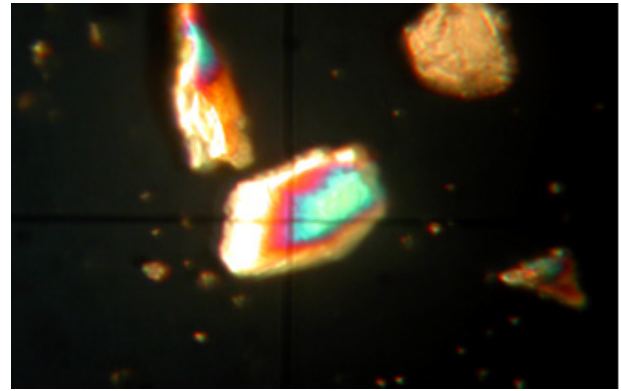
Mineraller (%)	Horizon ve Derinlik (cm)		
	A (0-8)	Bt (8-20)	R (20+)Anakaya
Pedon2			
Opak	4,85	2,1	
Opal	2,63	1,12	
Hematit	11,5	16,25	
Kalsit	14,5	20,5	
İllit	6,25	13,1	
Feldspat	13,6	14,2	
Kuvars	16,4	10,5	
Biotit	4,1	5,05	
Muskovit	3,13	1,73	
Hornblend	1,84	0,85	
Hipersten	4,32	1,8	
Augit	2,36	2,1	
Zirkon	0,2	0,6	
Turmalin	3,68	1,15	
Diğer Mineraller	10,64	8,95	

Mika grubu minerallerden olan biotit mineralinin, muskovit mineraline oranla daha başat olduğu saptanmıştır. Tek nikolde saydam veya yarı saydam olarak gözlenen bu grup minerallerin pedon derinliği boyunca artışları üst horizonlardaki ayrışmalarının oldukça yoğun olduğunu göstermektedir (Şekil 3). Araştırma topraklarında saptanan biotitin % 2,56-5,75; muskovitin % 1,25-6,85 sınırları arasında dağılım gösterdikleri saptanmıştır.

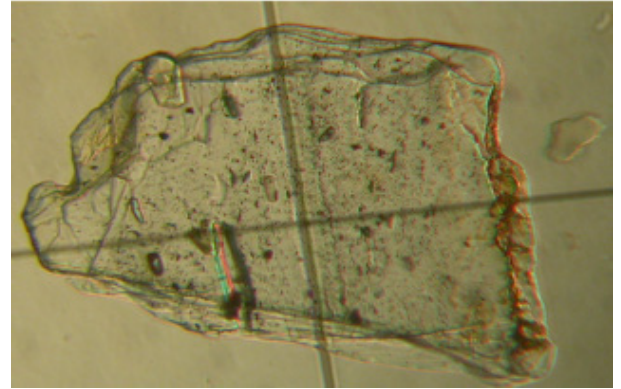
Rhodoxeralf grubu topraklarının x-ışını mineralojik analiz sonuçlarına göre piroksen grubundan olan hipersten'e %1,80-5,32, augit minerali ise % 0,85-2,60 sınırları arasında saptanırken, amfibol grubundan hornblend'in % 0,42-2,40 sınırlarında değiştiği saptanmıştır. Piroksen grubuna giren hipersten ve augit mineralleri kimi zaman polarize mikroskopta köşeli bir şekilde gözlenirken, genelde uzun çubuk

şeklinde ve yeşilimsi renkten soluk kırmızı renge kadar değişebilen ayrımlı renklerde belirlenmiştir.

Kahn ve ark. (1994), Güney Fransa'da Terra Rossa topraklarında amfibol ve piroksen grubu mineralleri saptarken, Kerr'de bu grup minerallerin detritik tortullarda bulunabileceğini belirtmiştir. Ağır mineraller grubunda olan zirkon mineral niceliğinin pedon derinliği boyunca artış gösterdiği saptanmıştır. Zirkon minerali, aşınma ve ayrışmaya karşı oldukça dayanıklıdır ve bu mineralin pedon boyuncaki dağılımları %0,20-0,65 sınırları arasında saptanmıştır.



Şekil 2. Kuvars Minerali
Figure 2. Quartz



Şekil 3. Polarize Mikroskopta Mika Mineralinin Görünümü
Figure 3. View mica mineral on polarizing microscope

Rhodoxeralf topraklarının kaba ve orta tane boyutunda saptanan turmalin minerali %1,11-3,68 sınırları arasında belirlenmiştir. Mikroskopik gözlemlerde turmalin mineralinin hegzagonal kristal şekil gösterdiği saptanırken, ayrışmaya ve parçalanmaya karşı oldukça dayanıklı olduğu ve toprak derinliği boyunca niceliğinin azaldığı x-ışını analizi ve mikroskopik gözlemlerde saptanmıştır.

Rhodoxeralf topraklarını oluşturan sert kalker kayasının başat mineral bileşimini, rombohedral klivaj ve hegzagonal kristal şekli ile tanımlanan ve ayrımlı rölyef özellikleri gösteren kalsit minerali oluşturmaktadır. Kalsit minerali, kalker kayaların en önemli ve başat mineral bileşimi olup, polarize mikroskopta devamlı olarak simetrik bir sönme özelliği göstermektedir.

Rendoll Büyük Toprak Grubunun Mineralojik Analiz Bulguları

Mollisol sırasında yer alan rendoll büyük toprak grubu, çok kireçli ana özdekler üzerinde oluştuğundan, toprak oluşumunu ve özelliklerini başat olarak ana özdek özellikleri şekillendirir. Toprak pedonunda gözlenen tüm horizonlar yüksek nicelikte serbest CaCO_3 içerir ve ana özdeğe doğru olan toprak derinliği boyunca CaCO_3 niceliği artar.

Petrografik mikroskopta inceleme sürecinde, rendoll büyük toprak grubundan alınan örneklerde tortul kaya parçaları yanında, ana özdeğin taşınımı ve tortullaşması sürecinde bu özdeğe karışan az miktardaki volkanik camlar ile kristalleşmiş SiO_2 olan ve Miosen jeolojik oluşumlarda ortaya çıkan çört (chert)'lere rastlanılmıştır. Tortul kaya parçaları ayrımlı renk ve şekillerde saptanmışlardır. Çört parçaları ise kireç taşlarının ayrışması ve sonra birikmesi sonucunda oluşurlar. Rendoll topraklarının genellikle üst horizonlarında oransal olarak daha fazla saptanan bu mineraller, yüzey toprağının daha fazla kireç kayası veya tebeşir parçalarına sahip olmasından ileri gelmektedir.

Rendoll topraklarından alınan örneklerde niceliği %0,90-6,86 arasında değişmektedir. Opak minerallerinin genellikle toprağın yüzey horizonlarında fazla olarak bulunması, bu tip minerallerin ayrışmaya karşı gösterdikleri dirençten kaynaklanmaktadır. Kuvars mineralinin kimyasal yapısına su almış şekli olan ve sekonder oluşum gösteren opal minerali %0,80-4,01 sınırlarında saptanırken, opal mineralinin temel kaynağını kum taşları ve şeyl'ler gibi tortul yapılanmalar oluşturmaktadır.

Rendoll topraklarında açılan 5, 6, 7 ve 8 numaralı pedonlarda toprak derinliği boyunca artan ve bu toprak grubunun temel mineral bileşimini oluşturan kalsit minerali başat olarak saptanmıştır (Çizelge 5, 6, 7, 8).

Çizelge 5. 5 numaralı pedon

Table 5. Profile 5

Mineraller (%)	Horizon ve Derinlik (cm)		
	A (0-21)	AC (21-33)	C (33+)
Pedon 5			
Opak	5,12	2,85	1,12
Opal	3,34	2,15	1,13
Hematit	1,25	0,90	0,85
Kalsit	38,50	42,80	57,70
İllit	4,92	6,25	12,65
Feldspat	22,20	17,20	8,20
Kuvars	4,93	3,66	3,60
Biotit	3,86	6,17	7,50
Muskovit	1,98	1,12	0,75
Hornblend	1,02	0,88	0,45
Hipersten	0,85	0,50	0,20
Augit	1,38	1,52	0,95
Turmalin	1,45	0,50	0,40
Diğer Mineraller	9,20	13,50	4,50

Çizelge 6. 6 numaralı pedon

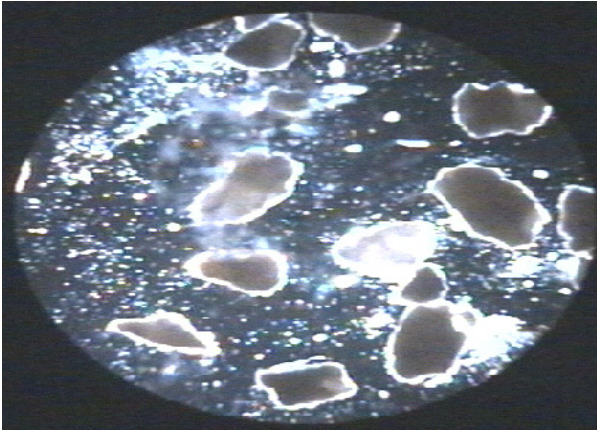
Table 6. Profile 6

Mineraller (%)	Horizon ve Derinlik (cm)			
	A11(0-19)	A12(19-28)	AC(28-34)	C(34+)
Pedon 6				
Opak	6,86	4,18	1,73	0,90
Opal	3,56	2,42	1,32	0,85
Hematit	1,60	0,95	0,90	0,40
Kalsit	27,35	34,04	40,25	44,29
İllit	3,97	11,70	13,10	15,21
Feldspat	14,23	12,36	8,50	6,60
Kuvars	13,80	11,63	11,55	6,51
Biotit	2,93	5,56	7,23	8,25
Muskovit	1,63	1,28	0,98	0,45
Hornblend	4,23	2,31	0,95	0,23
Hipersten	1,02	0,85	0,25	0,45
Augit	3,64	2,92	1,19	5,11
Turmalin	2,60	1,40	0,85	0,25
Diğer Mineraller	12,58	8,40	11,20	10,50

Petrografik mikroskopta yapılan gözlemlerde kalsit mineralinin dilinim içerdiği saptanmıştır. Mikroskopik gözlemlerde kalsit mineralinin genellikle agregat formunda, tek eksenli ve negatif işaretli olduğu belirlenmiştir. Kalsit minerali kireç içeren tortul kayaların temel yapısını oluşturmaktadır. Kalsit mineralinin rendoll büyük toprak grubunda başat mineral olarak ortaya çıkması toprağı oluşturan kalker ve marn ana özdeklerinden ileri gelmektedir. Rendoll topraklarını oluşturan pedonların C horizonları %40'a kadar çıkan kireç niceliğine sahiptirler ve bu mineralin pedon derinliğindeki artışına kireçli ana özdekler neden olmaktadır. Rendoll topraklarındaki kalsit

mineralinin kum fraksiyonlarındaki artışı bunların agregat formunda oluşundan ve diğer minerallerin daha büyük kristal formunda kristalleşmemesinden ileri gelmektedir. Rendollardaki feldspat grubu minerallerin kalsit mineralinden sonra nicelik olarak ikinci sırada yer almaları, toprağın oluşum süreci yanında çevresel öğelerden ileri gelmektedir (Şekil 4). Feldspat grup minerallerin pedon boyunca devam eden azalışları, ayrışmaya karşı olan görece dayanıklılıklarından ve kalsit mineralinin pedon derinliği boyunca artışından ileri gelmektedir (Şekil 5).

Rendollarda %3,60-24,00 sınırları arasında saptanan kuvars minerali tek nikolde donuk beyaz rengi ile gözlenirken, çift nikolde genellikle iç içe ve renkli halkalar şekline gözlenmiştir. Petrografik mikroskopta kuvarın tek nikolde donuk renk ile gözlenmesi mineral üzerinde bulunan küçük hava kabarcıkları ile zirkon, turmalin ve rutil gibi küçük ağır minerallerden ileri gelmektedir. Kuvars mineralinin ayrışmaya karşı dayanıklı olması, toprak horizonlarındaki % içeriğinin ana materyaldeki niceliğinden daha fazla olmasına neden olmaktadır.



Şekil 4. Agregat Şeklindeki Kalsit Mineralleri
Figure 4. Aggregate shaped calcite

Mikroskopik gözlemlerde oransal olarak üst horizonlarda daha fazla kuvars mineraline rastlanması ve bu mineralin toprak derinliği ve ince fraksiyonlara doğru azalış göstermesi parçalanma ve ayrışmaya karşı dayanıklı olmasından ileri gelmektedir. Rendoll topraklarında x-ışını analizlerinde başat mineral olarak saptanan kalsit, kuvars ve feldspat minerallerinin temel kökeni bu büyük toprak grubunu oluşturan marnlı kireç taşı, marn ve marnlı kil ana özdelerdir. Bu

ana özdeler yapılarında bu tip minarelleri başat olarak içermektedirler.

Çizelge 7. 7 numaralı profil

Table 7. Profile 7

Mineraller (%)	Horizon ve Derinlik (cm)		
	A11 (0-20)	A12 (20-27)	AC (27+)
Pedon 7			
Opak	5,58	2,36	1,61
Opal	4,01	2,84	0,95
Hematit	0,95	0,75	0,40
Kalsit	28,09	40,23	50,10
İllit	8,26	11,52	13,30
Feldspat	14,20	10,22	5,60
Kuvars	11,20	8,32	5,10
Biotit	2,35	4,19	5,20
Muskovit	1,86	1,58	0,85
Hornblend	5,29	4,34	0,45
Hipersten	1,86	1,18	1,55
Augit	1,65	1,97	6,84
Turmalin	1,20	1,10	0,55
Diğer Mineraller	13,50	9,40	7,50

Çizelge 8. 8 numaralı profil

Table 8. Profile 8

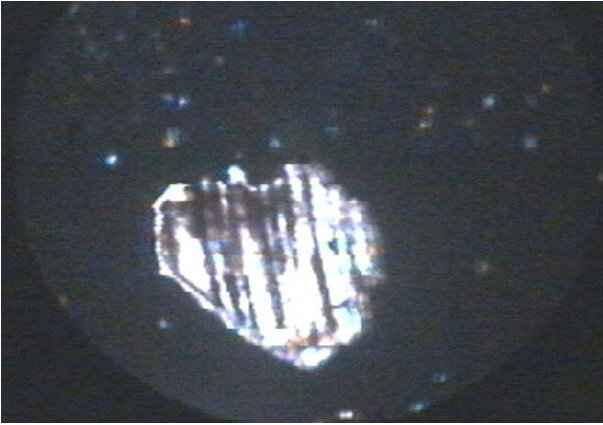
Mineraller (%)	Horizon ve Derinlik (cm)		
	A (0-21)	AC (21-36)	C (36+)
Pedon 8			
Opak	3,71	2,94	2,13
Opal	2,28	1,23	0,80
Hematit	1,30	0,95	0,80
Kalsit	21,47	37,20	48,20
İllit	6,58	12,10	14,50
Feldspat	14,85	10,05	9,08
Kuvars	24,00	10,40	6,80
Biotit	4,32	5,23	6,50
Muskovit	5,26	2,01	1,19
Hornblend	0,63	0,45	0,35
Hipersten	1,45	0,80	0,50
Augit	4,10	3,20	0,80
Turmalin	1,85	1,25	0,45
Diğer Mineraller	8,20	12,10	7,90

Mikroskopik gözlemlerde, mika grubu minerallerden biotit ve muskovitin kaba ve orta kum fraksiyonlarında bulunmadığı saptanırken, orta mil fraksiyonuna doğru genellikle artış göstermeleri bu grup minarellerin fiziksel parçalanma ile daha küçük taneciklere parçalanmasının bir sonucudur. X-ışınları analiz sonuçlarına göre biotit minerali %2,35-8,25, muskovit minerali ise %0,45-5,26 sınırları arasında saptanmıştır. Horizonların x-ışınları analizlerine göre, biotit ve muskovitin pedon yüzeyinden ana özeğe doğru bir düşüş gösterdiği saptanmıştır. Mika grubu minerallerin profil derinliği boyunca oransal olarak azaldığı saptanmıştır. Hornblend mineralinin tüm horizonlarda %0,23-5,29 sınırları arasında dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Hornblend minerali ayrış-

maya karşı dayanıklı bir mineral değildir ve bu mineralin pedon derinliği boyunca niceliği azalarak devam saptanmıştır.

Rendoll büyük toprak grubunda hipersten %0,2-1,86, augit %0,80-6,84, turmalin %0,25-2,60 ve diğer minerallerin ise %4,50-13,5 sınırları arasında dağılım gösterdikleri saptanırken, hipersten ve augit'in ayrışmalara karşı dayanıklı olamadığı belirlenmiştir.

Kireçli marn ve kalker tortul kayaları üzerinde oluşmuş Rendoll büyük toprak grubunda az miktarda saptanan turmalin mineralinin kökenini püskürük kayalar ile metamorfik kayalar oluşturmaktadır. Feldspat, mika ve kalsit mineralleri kolayca parçalanıp ayrışmakta ve toprak derinliği boyunca birikmektedirler. Ağır minerallerin ayrışmaya karşı dayanıklı olmaları ve diğer minerallerin kolayca parçalanıp ayrışmasından dolayı toprakların üst horizonlarında ağır minerallerin oransal olarak nicelikleri artmaktadır.



Şekil 5. Polarize Mikroskopta Feldspat Mineralinin Görünümü
Figure 5. View mica mineral on polarizing microscope

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırma ile Ege bölgesinde yaygın bir dağılım gösteren rhodoxeralf ve rendol toprakların mineral içerikleri, kimi kimyasal ve fiziksel özelliklerinin nicel olarak saptanmasına koşut olarak toprakların, pedogenetiksel oluşumlarının ortaya çıkarılmasına çalışılmıştır. Toprakların mineral bileşimleri ile kimyasal özelliklerinin ortaya konulması, toprakların teknolojik ve mühendislik özelliklerini belirlemede veri tabanı oluşturması bakımından büyük önem taşır. Bu bağlamda toprakların mineralojik araştırmaları toprak oluşum seyrinin ve ayrışmanın gözlenmesine, yeni oluşan sekonder mineraller ile toprak tabakaları kökenlerinin araştırılmasına, primer veya sekonder

minerallerin nitel ve nicel içeriklerinin saptanmasına olanak verirken, toprak oluşum basamakları yanında toprak sınıflandırılması ile çeşitli bitki besin elementleri potansiyellerinin ortaya çıkarılmasında yararlı olacaktır. Toprak ve bu bağlamda arazi kullanımı ile gübre tüketiminde daha sağlıklı ve akılcı kararların üretilmesinde uygulayıcı ve yöneticilere yol gösterecektir. Rhodoxeralf topraklarında kimyasal ayrışmaya ve fiziksel parçalanmaya karşı oldukça dayanıklı olan opal, kuvars, turmalin, zirkon ve opak grubu minerallerin genelde pedon derinliği boyunca azaldıkları saptanmıştır. Buna karşın kimyasal ayrışma ve fiziksel parçalanmaya dayanıksız olan hematit, kalsit, illit, feldspat, mika hipersten, hornblend, augit ve mineralleri niceliklerinin, pedon derinliği boyunca taşınma ve birikim işlevi nedeni ile kimilerinin alt horizonlarda artış gösterirken kimilerinin ise benzer bir dağılım gösterdiği belirlenmiştir.

Mollisol sırasında yer alan rendoll toprakları, çok kireçli ana özdekler üzerinde oluştuklarından tüm horizonlar yüksek nicelikte serbest CaCO₃ içerir. Rendoll topraklarında opal, hematit, feldspat, kuvars, hipersten, hornblend, augit, turmalin ve opak grubu minerallerin nicelikleri pedon derinliği boyunca azalırken kalsit, illit, ve mika mineralleri niceliklerinin ise arttığı saptanmıştır.

Bu topraklardaki minerallerin dağılımları her iki büyük toprak grubunda'da kimilerinde az bir ayrımda olsa ayrımlı niceliklerde saptanmıştır. Bunun toprağı oluşturan jeolojik ana özdekle bir ilişkisinin olması yanında bunların ana özdeğe doğru olan pedon dağılımlarında toprağın oluşum seyri süresince etkisini sürdüren iç ve dış toprak oluşum faktörlerinin bir sonucu olarak şekillenmektedir. İncelenen toprakların içeriğindeki minerallerin nitel ve nicel olarak benzer yönlerinin bulunuşu bunların aynı özellikli jeolojik yapıların bulunmasına, nicelikler arasındaki ayrımlılıklar ise oluşumun ayrımlı jeolojik süreçlerine bağlıdır. Gerek rhodoxeralf ve gerekse rendoller, üzerlerinde yer aldıkları jeolojik yapıdan doğrudan köken almışlardır ve bu özellikte, bunlarda herhangi bir litolojik kesilmelerin ortaya konulamaması ile açık olarak gösterilmektedir. Bu topraklardaki mineraller, ya doğrudan ana özdekten köken almıştır veya ayrışma ürünlerinin bir sonucu olarak şekillenmişlerdir Ancak topraklar dinamik bir faz oluşturdıklarından minerallerdeki değişimler sürekli olarak devam edecektir.

KAYNAKLAR

- Alastair R., Wiltshire P., 2004. Conjunctive use of quantitative and qualitative X-ray diffraction analysis of soils and rocks for forensic analysis, Forensic Science International, Ireland.
- Altınbaş Ü.,1980. İzmir'in Çeşme Kazası ve Civarında Bulunan Terra-Rossa, Kireçsiz Kahverengi ve Rendzina Büyük Toprak Gruplarındaki Kum ve Mil Fraksiyonlarının Mineralojik Bileşimleri Üzerine Araştırmalar. E.Ü.Z.F. Yayınları No: 335, Bornova-İzmir.
- Altınbaş, Ü.,1982. Bozdağ (Ödemiş/İzmir) ve Çevresi Mikaşistleri Üzerinde Oluşmuş Asidik Kahverengi Orman Topraklarının Kil Mineralleri Bileşimi. E.Ü.Z.F. Yayınları No: 421, Bornova-İzmir.
- Altınbaş Ü., 2000. Toprak Genetiği ve Sınıflaması (Ders Kitabı) E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No:540, Bornova-İzmir.
- Anand R., Paine M., 2002. Regolith Geology Of The Yilgarn Craton, Western Australia: Implications For Exploration Australian Journal of Earth Sciences 49 (1): 3-162 feb., Australia.
- Arocena J., Pawluk S., Dudas M., 1993. Sericites In Feldspars As Source Of 2/1 Phyllosilicates In Selected Sandy Soils Soil Science Society Of America Journal 57 (6): 1634-1640 Nov-Dec., U.S.A.
- Bronger A., Sedov, S.N., 2002. Vetusols And Paleosols: Natural Versus Man-Induced Environmental Change In The Atlantic Coastal Region Of Morocco, Morocco.
- Da Costa ML., Araujo E.S., 1996. Application Of Multi-Element Geochemistry in Au-Phosphate-Bearing Lateritic Crusts For Identification Of Their Parent Rocks Journal Of Geochemical Exploration 57 (1-3): 257-272 DEC., European Journal Of Soil Science 49 (2): 253-268 Jun , Spain.
- Feidler, H.J, 1965: Die Untersuchungen der Böden. Bd. II. Verlag Theodersteinkopff. Dresden/Leipzig, S. 172-173, 178-215.
- Gebhardt H., Meyer B., Scheffer, F., 1967: Mineralogische Schnelluntersuchungen der Grop-ton, Schluff- und Feinsandfraktion von Böden mit dem Phasentkontrastmikroskop. Zeiss-Mitteulungen 4, 7. Heft, S. 309-320.
- Grimaldi M., Vauclin M., 1994. The Effect Of The Chemical-Composition Of A Ferrallitic Soil On Neutron Probe Calibrationsoil Technology 7 (3): 233-247 Oct., France.
- Jackson M. L., 1956. Soil Chemical Analysis-Advanced Course. Pub. By the Auther, Department of Soils, University of Wisconsin. Wisconsin, USA.
- Jackson M. L., 1958. Soil Chemical Analysis-Advanced Course. Department of Soils, University of Wisconsin. Madison 6, Wisconsin, USA.
- Kahn F., Fenton T., 1994. Soil Science Society Of America Journal 58 (5): 1457-1464 Sep-Oct ., U.S.A.
- Liu G., Nielsen N., Hansen H., Borggaard O, 1997. Mineral Changes in a Alfisol Caused By 30 Years Of Potassium Depletion In The FieldActa Agriculturae Scandinavica Section B-Soil And Plant Science 47 (1): 1-6 March, Danish.
- Mehra G. F. and Jackson, M. L.,1960. Iron Oxide Removal From Soil and Clays By a Dithionite- Citrate System Buffered with Sodium Carbonate. Clays and Clay Minerals, Vol. 5, U.S.A.
- Mijovilovich A, Morras H, Causevic H, Saragovi C, 1999. Mossbauer Study Of The Fe Mineralogy In Two Different Argentine Soils Hyperfine Interactions 122 (1-2): 83-95. Argentine.
- Şahan S., 1987. Şanlıurfa-Harran Ovası Topraklarının İnce Kum Mineralojisi ve Bazı Yaygın Toprak Serilerinin Mikromorfolojisi (Yüksek Lisans Tezi). Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Adana.
- Sangode S.J. and Bloemendal J., 2004. Pedogenic transformation of magnetic minerals in Pliocene-Pleistocene palaeosols of the Siwalik Group, NW Himalaya, India, Palaeo-03413; 24p.
- Soil Survey Staff, 1951. Soil Survey Manual. U.S. Department Agriculture Handbook.No:18. U.S. Government Print. Office, Washington.
- Tarzi J., Paeth, R.C., 1975. Genesis of A Mediterranean Red And A White Rendzina Soil From Lebanon.Soil Science Vol.120 No:4 Italy.
- Tributh H., 1967. Die Bedeutung der Erweiterten Ton Fraktionierung für die Genauere Kennzeichnung des Mineralbestands und Seiner Eigenschaften. Aus dem Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung der Justus Liebig-Universitaet, Giessen.
- Yassoglou N., Kosmas C. and. Moustakas N., 1995. The Red Soils, Their Origin, Properties, Use And Management in Greece, Catena 28 8 1997 261-278pp. Greece.