

ELAZIĞ YÖRESİNDE DOLOMİTİK KİREÇ TAŞLARINDAN OLUŞAN BİR TOPRAĞIN KİL MİNERALOGİSİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA (1)

Doç. Dr. Gülağa ŞİMŞEK (2)

Ö Z E T

Elazığ yöresinde dolomitik kireç taşlarından oluşan, eski sistemde rendzina; yeni sistemde ise Orthik Rendol büyük grubuna giren bir toprağın kil fraksiyonunun mineralojik bileşimi X — ray, D.T.A. ve Elektron mikroskop tekniği ile araştırılmıştır. Üç ayrı yöntemle elde edilen veriler, toprağın kil fraksiyonunda 15 A° ve 7 A° bazal yansıma aralığına sahip kil tiplerinin başat olduğunu kanıtlamaktadır. 14 A° luk bazal yansıma aralığı gösteren minerallerin büyük bir kısmının montmorillonit; geri kalanın ise karışık katmanlı minerallerle vermikulitten ibaret olduğu ve 7 A° luk bazal yansıma aralığına sahip kil mineralinin ise kaolinit olmayıp, serpantin grubu minerallerden özellikle krisotil olduğu saptanmıştır. profilde üstten derinlere doğru montmorillonit miktarı azalmakta, krisotil ve kalsit ise artmaktadır. Bu minerallerin yanısıra, az ve eseri miktarlarda Attapulgit, illit ve klorit de tesbit edilmiştir.

II. LİTERATÜR ÖZETİ

A. Kil ve Kil Mineralleri :

Toprakların birçok fiziksel, kimyasal ve fizikokimyasal özelliklerini geniş ölçüde kontrolü altında bulunduran, belli irilik üst limitine ve kristalin ya-

pıya sahip "phylosilicate" lar için kil minerali sözcüğü kullanılmaktadır. Kil, farklı anlamlara sahip bir sözcüktür. Bir kaya terimi olarak kullanıldığı gibi, bir zerre iriliği (fraksiyon) terimi olarak da kullanılır (12).

1: Bu çalışma 1971 yılında Japonya'da (Tohoku Üniversitesinde) yapılmıştır.

2: ATATÜRK Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak İlimi Bölümü Öğretim Üyesi.

Mineralojik bakımdan kil, Le Chatelier ve Lovenstein'in 20. yüzyıl başlarında, kilin kristalin yapıya sahip mineraller içerdiğini ileri sürmelerine kadar, toprakla uğraşanlar tarafından amorf, organik ve inorganik kollodial komplekslerden ibaret bir karışım olarak düşünülmüştür (13).

Hendricks ve Fry 1930 yılında, Kelley ve Arkadaşları ise 1931 yılında ilk defa toprağın kil fraksiyonunun X—ışınları yansıma desenleri veren, kristalin mineral bileşiklerini içerdiğini göstermişlerdir (16 ve 24).

Zamanla kil mineralleri analiz tekniğinde görülün hızlı ilerleme ve mükemmel ekipmanla yapılan çok sayıda araştırma, kil materyali içerisinde bulunan alofen dışındaki bütün minerallerin kristalin yapıya sahip olduklarını ortaya koymuştur.

Kil minerallerini sentetik olarak elde etmek için yüksek ısı ve basınç altında yapılan laboratuvar çalışmalarıyla belli bir ısı ve basınç altında meydana gelecek kil tipinin, ortamın pH sına, Al: Si oranına, ortamda bulunan iyonların cins ve miktarına ve geçen zamana bağlı olduğu saptanmıştır (23-25).

B. Çalışma Konusu Toprakta Rastlanan Önemli Kil Minareli Çeşitlerinin Oluşumları ve Teşhis Kriterleri

1. Montmorillonit (Smectite)

a. Oluşumu :

Montmorillonitin oluşumu için uygun kimyasal sistem, yüksek Si: Al Oranı, düşük H iyonları konsantrasyonuna karşın, yüksek Mg, Fe, Ca, Na ve K iyonları konstrasyonu ile karakterize edilebilen bir sistemdir. Ana materyal olarak mafik kayalarla, nisbeten Mg,

Fe, Ca bakımından zengin volkan külleri montmorillonit oluşumu için uygun olan materyallerdir.

Yörenin iklimi ve drenaj durumu, en az ana materyal kadar önemlidir. Yarı-kurak iklime sahip yerlerde, yağışlarla ıslanan bir ortamda silikatlar hidrolize olur ve kuruma başlayınca çözelti Mg, Ca, Fe ve Na katyonlarıyla doyar.

Bu katyonların kuruma sırasında O—Si—Al katmanları ile kombinasyonları montmorilloniti meydana getirir (13 ve 23).

b. Teşhisi :

Montmorillonit normal hidrasyon koşullarına bağlı olarak, vermikülit ve klorit gibi 14—15 A° luk bazal yansıma aralığı gösterir. Vermikülitten Mg—Gliserol ile doyurulmak suretiyle ayrılır. Bu işlem sonunda montmorillonit 17—18 A° a açılır vermikülit ise açılmaz. Montmorilloniti kloritin bazı genişleyebilen çeşitlerinden ayırt edebilmek için 500—600 °C ısı tatbik edilir. Bu durumda montmorillonit 10 A° a kapanır; klorit ise kapanmaz (13 ve 27).

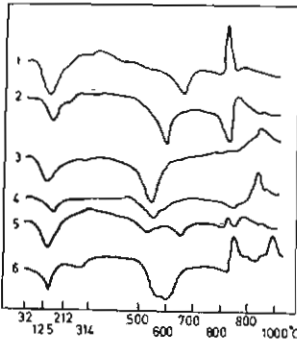
Montmorillonitik kil minerallerine ait diferansiyel termal analiz eğrilerinde, 100—250 °C de su kaybı; 670—710 °C de (bazı literatürde 500 — 750 °C) OH kafes suyu kaybı; 850—900 °C de katı fazdaki bozunmaya ait endotermik piklerle 900—1040 °C de katı fazdaki yeniden şekillenmeye ait ekzotermik pik görülür (5 ve 33).

Montmorillonit elektron mikroskop altında çoğunlukla tüy ve bulut şeklinde görünür. Katmanlı, iri kütleli ve çubuk formları da vardır (13 ve 40).

2. Serpantinler

a. Oluşumu :

Serpantinler, 7 \AA luk bazal yansıma aralığına sahip, 1:1 tipi katmanlı silikatların trioktahedral grubuna ait minerallerdir. Kafes yapısı bakımından kaolinite benzeyen serpantinler bileşimleri bakımından kaolinden farklıdır. Kaolindeki 2 Al un yerini serpantinlerde 3 Mg almıştır. Kaolinde oktahedral katmandaki kation değişim pozisyonlarının ancak $2/3$ si kasyonlarla doyurulmuş olduğu halde, serpantinlerde tamamı doyurulmuştur. Mağnezyumca zengin ana materyal, kurak ve yarı kurak iklim koşulları serpantinlerin



Sekil 1, 1:1 ve 2:2 tipi kil ihtiva eden örneklerle ait DTA eğrileri
(Barshad, l. 1965, s: 718)

- 1 Montlara, takriben 11 oranında krisotil, montmorillonit karışımı
- 2 Yorkville, takriben 1:1 oranında klorit vermikulit karışımı
- 3 Josephine, takriben 1:1 oranında kaolinit vermikulit karışımı
- 4 Pokobay, aynı miktarlarda kaolinit, klorit ve vermikulit karışımı
- 5 Clear Lake, % kaolinit, %10 krisotil ihtiva eden montmorillonit
- 6 Eşit miktarlarda vermikulit klorit ve kaolinitin suu karışımı

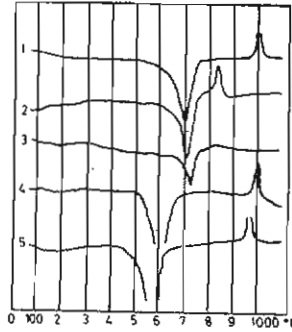
Serpantinlerin özellikle krisotilin kaolinitten tamamen farklı bir morfolojiye sahip oluşu nedeniyle, elektron mikroskop tekniği bu minerali teşhis için baş vurulması gereken en güvenilir yollardan biridir. Serpantinlerden krisotil elektron mikroskop altında iyi teşekkül etmiş ince çubuklar şeklinde; antigorit ise geniş latalar veya ta-

oluşumu için uygun koşullardır (6 ve 21).

b. Teşhisi :

Serpantinlerin X—ışınları yansıma desenleri kaolinitin verdiği X—ışınları yansıma desenine çok benzer. Kaolinit için karakteristik olan bazal yansıma aralığı 7.15 \AA ; serpantinler için karakteristik olan bazal yansıma aralığı ise $7.2 - 7.3 \text{ \AA}$ dur (6).

Serpantin minerallerine ait DTA eğrilerinde $610-750 \text{ }^\circ\text{C}$ de endotermik; $820-830 \text{ }^\circ\text{C}$ de keskin bir ekzotermik pik görülür (Şekil 1 ve 2). Ancak ekzotermik pik her serpantin mineralinde görülmez veya çok küçük olabilir (5 ve 33).



Sekil 2, Kaolinit grubu minerallerine ait DTA eğrileri
(Richard, C.M. 1952, s: 302)

- 1 Dikit, Red Mountain, Colorado
- 2 Serpantin (Antigorit), Warren County, New York
- 3 Krisotil (Chrysotile), Quebec, Canada
- 4 Kaolinit, Macon Georgia
- 5 Halloysit, Eureka, Utah

bakalar şeklinde görünürler (6 ve 21).

C. Türkiye'de yapılan Kil Mineralleri ile ilgili Bazı Çalışmalar :

Mitchel ve Irmak (1957), Yurdumuzun değişik orman bölgelerinde, farklı ana materyallerden oluşmuş 16 toprak profilini incelemişler ve bunlardan Terrarossalara ait iki profilden,

kretase kalkerinden oluşmuş olanda montmorillonitin başat olmasına karşın, sert kalker üzerinde oluşmuş olanda illit ve kaolinitin başlıca kil mineralleri olduğunu tesbit etmişlerdir (30).

Gülçur (1958), Rize civarında, bazalt üzerinde oluşmuş toprakların çoğunda illit ve kaolinitin başat kil minerali olduğunu, bunların yanında vermikülit, halloysit, klorit, montmorillonit ve karışık katmanlı minerallerin bulunduğunu tesbit etmiş ve 600 m. yüksekliğe kadar olan topraklarda halloysit; 900 m. den yüksek yerlerdeki topraklarda ise kaolinitin mevcut olduğunu ileri sürmüştür (14).

Akalan (1963), dört tipik Indiana toprağındaki kil minerallerini X—ışınları analiz tekniğı ile tesbit etmiştir (1).

Ergene (1963), Urfa, Gaziantep ve Hatay illerinde kireçtaşı, serpantin ve bazalt üzerinde oluşmuş Kahverengi, Kırmızı—Kahverengi, Akdeniz kızıl toprağı ve Kireç toprağı adını verdiği toprakların hepsinde illit mineralinin bulunduğunu ve kaolinitin başat olduğu Akdeniz kızıl toprağı hariç, diğerlerinde illitin başat olduğunu ve bu mineralleri miktar bakımından serpantinden oluşmuş Kahverengi topraklarda kloritin, diğerlerinde ise kaolinitin izlediğini saptamıştır (10).

Ege bölgesinde hakim bazı büyük toprak gruplarının mineralojik yapılarını araştıran Saatçı (1962), sert kalker üzerinde oluşmuş Terrarossaların ince kil fraksiyonunda başat kil mineralinin illit olduğunu; orta kilde illit ve kaolin, kaba kilde ise vermikülit, klorit, illit ve kaolinit minerallerinin bulunduğunu; yumuşak kalkerden oluşmuş bir terrarossanın ince ve orta kil fraksiyonlarında montmorillonitik minerallerin hakim

olduğunu tesbit etmiştir. Araştırmacı Kırmızımsı kestane renkli toprakların ince kil fraksiyonunda karışık katmanlı minerallerin, orta ve kaba kil fraksiyonunda da illit ve kaolinitin; ince silt fraksiyonunda ise kuvarsin hakim olduğunu ve bunu illit ve kaolinit grubu minerallerin takip ettiğini belirtmektedir (4).

Trakya'nın Grumusol, Kireçsiz Kahverengi ve Rendzina toprakları üzerinde D.T.A. ve X—ışınları tekniğı ile çalışan Yeşilsoy (1966), Grumusol profilinde gittikçe azalan sıraya göre montmorillonit, kaolinit, kuars ve illit mineralinin bulunduğunu; Kireçsiz kahverengi toprak profilinde sırasıyla montmorillonit, illit, kaolinit ve kuars mevcut olduğunu ve Rendzina profilinde de yine aynı minerallerin aynı çokluk sırasını takip ettiğini tesbit etmiştir (41).

Saatçı (1966), İzmir bölgesinde, üç tipik Rendzina profilinin ince silt, orta ve ince kil fraksiyonlarının mineralojik yapılarını X—ışınları tekniğı ile incelemiştir (35).

Munsuz (1967), Infrared absorbsiyon spektraskopisi, X—ışınları, D.T.A. ve elektron mikroskop tekniğı ile Türkiye'nin değişik iklim bölgelerini temsilen seçtiğı bazı büyük toprak gruplarının kil mineralleri çeşidini, bunların çeşitli horizon ve fraksiyonlar içerisindeki dağılışlarını saptamıştır (31).

Akalan (1969), memleketimizin bazı büyük toprak gruplarını temsilen seçilmiş olan 12 toprak profiline ait örneklerin "kaba mil", "orta mil", kaba kil ve ince kil fraksiyonlarının mineralojik yapılarını petrografik mikroskop ve X—ışınları yansıma tekniğı ile inceleyerek, bu fraksiyonları teşkil eden mineral çeşitlerini, bunların miktar ve dağılışlarını tesbit etmiştir (2).

Munsuz ve Nouri (1969), aynı iklim bölgesinde, farklı ana materyalden türemiş toprakların mineralojik kompozisyonları üzerinde yaptıkları araştırmada, kireçli ana materyalden türemiş toprak örneğinin 2—0.6 η fraksiyonunda çok fazla miktarda kaolinit, az miktarda montmorillonit tesbit ettiklerini belirtmektedirler (32).

Hocaoğlu (1970), Rize, Erzurum ve Diyarbakır'da bazalt üzerinde oluşmuş toprakların mineralojik yapılarını ince kesit ve X—ışınları tekniği ile incelemiş; bunlardan Erzurum ve Diyarbakır'daki

toprakların montmorillonit, vermikülit, klorit, illit, kaolinit ve karışık katmanlı kil mineralleri içerdiğini; Rize toprağında ise hâkim kil tipinin halloysit olduğunu tesbit etmiştir (17).

Şölen (1971), D.T.A., X—ışınları ve elektron mikroskop tekniği ile memleketimizde orman fidanlığı olarak değerlendirilen bazı allüvial sahalardaki toprakların kil fraksiyonlarını teşkil eden minerallerin çeşitlerini ve bunların profiller içerisindeki dağılımlarını saptamıştır (39).

III. MATERYAL ve METODLAR

A. Toprak Profiline Alındığı Yerin İklim ve Jeolojisi :

1— Bölgenin İklimi :

Kil mineralinin tipi her şeyden önce ortamda bulunan metalik kanyonların çeşit ve nisbi konsantrasyonları ile ortamın reaksiyonuna bağlıdır. Fakat oluşumun hızı veya diğer bir deyimle, belli bir çağdaki oluşum derecesi, sıcaklık ve rutubetin etkisi altındadır (25).

Elazığ yöresinde 30 yıllık ölçümlerin ortalamalarına göre, yıllık ortalama sıcaklık 12.9 °C; en sıcak ay 27.2 °C ile Temmuz ve en soğuk ay da —1.5 °C ile Ocaktır. Yine 30 yıllık ölçme ortalamalarına göre yıllık yağış 429.7 mm. olup, bunun yaklaşık olarak ancak %4.3 ü yaz mevsimine; geri kalan % 23.1 i sonbahar, % 32.1 i kış ve % 40.5 i de ilkbahar mevsiminde düşmektedir. Yıllık ortalama toplam buharlaşma 1420 mm. dir. (1)

2— Bölgenin Jeolojisi :

Toprak profiline açıldığı yer tatlı meyilli, basık bir peneplen durumundadır. Altınlı, Pamir ve Erentöz'ün de belirttikleri gibi bu sahada başat kaya çeşidi neojene ait mermer, kristalize kalker ve dolomittir (4).

B. Örnek Profilin Seçimi Tanımlanması ve Örneklerin Alınarak Analize Hazırlanması :

1— Örnek Profilin Seçimi :

Örnek profilin yerinin tesbitinde "Soil Survey Manual" de verilen kriterler gözönünde bulundurulmuştur (37 ve 38). Yalnız amaç parçalanma ve ayrışma ürünü olan kil mineralleri ile ana materyal arasındaki ilişkiyi araştırmak olduğundan, seçimde toprak profiline herhangi bir toprak çeşidini temsil niteliğinden çok, üzerinde bulunduğu kaya ve ana materyalin çeşit ve devamlılığı ile topoğrafya ve pozisyon gibi

1/ Elazığ ve yöresinin iklimi hakkındaki bilgi daha önce aynı bölgede yapılmış olan çalışmadan aktarılmıştır.

nitelikleri esas alınmıştır. Bu nedenle örnek profil normal topoğrafyaya sahip, dolomitik kireç taşının devamlı olduğu yerde açılmıştır.

Örnek profile mevcut horizonların teşhis, tanımlama ve sembollendirilmesinde (36) ve (38) de verilen kriterler kullanılmıştır.

Bu şekilde teşhis edilip tanımlanan her horizontun gerekli analizler için örnekler ve profilden monolit alınmıştır.

C— Örneklerin X—ışınları Yansıma Analizine Hazırlanması :

1— Organik maddenin giderilmesi:

Organik madde, orijinal kil örneğinin mineralojik analizi için hazırlanan, yani karbonatları uzaklaştırılmayan örneklerde, sodyumhipobromit ile; serbest karbonat içermeyen ve serbest karbonatları uzaklaştırılan örneklerde ise H_2O_2 ile giderilmiştir (20).

2— Karbonatların ve Çözünebilir

Tuzların Giderilmesi :

Örneklerdeki karbonatlar karıştırıcı ve santrifüj kullanmak suretiyle, pH sı 5 olan 1N NaOAc çözeltisi ile giderildi (26).

3— Kil Fraksiyonunun Ayrılması

Kil Fraksiyonu ($< 2 \mu$) serbest çökelme esasına göre, 2—0.2 ve $< 0.2 \mu$ fraksiyonları ise santrifüjle ayrılmıştır. Dispersiyon maddesi olarak deney için iyi netice verdiği saptanan $Na_2C_2O_4$ kullanılmıştır (18 ve 20).

4— Seskioksitlerin Uzaklaştırılması

Mehra ve Jackson'ın ditiyonat—sitrata metodu ile yapılmıştır (29).

5— Amorf Alümino Silikatların Uzaklaştırılması :

Amorf alümino silikatların uzaklaştırılması seski oksitler giderildikten sonra Hashimoto—Jackson (0.5 N NaOH) metodu ile yapılmıştır (15).

6— Kil Örneklerinin Özel Bir Katyonla Doyması :

Bu çalışmada kil örnekleri Ca, Mg ve K la doymuştur. İşlem Jackson'ın belirtmiş olduğu yolla, katyonların 1N lik klörür ve asetat çözeltileri kullanılmak suretiyle yapılmıştır (18—20).

D. X—ışınları Yansıma Analizleri :

X—ışınları yansıma analizleri, "Rigakudenki Gaigerflex" X—ışınları diffraktometresi ile, Cu—K α radyasyonu, Ni—Filtre ve $1^\circ - 0.4 - 1^\circ$ aralıklı slitler kullanmak suretiyle yapılmıştır. Analizler süresince gonyometre hızı ($2^\circ/\text{dakika}$), volt (KV = 35) ve Amper (mA = 15) sabit tutulmuştur.

E. Diferansiyel Termal Analizler (D.T.A.) :

Diferansiyel termal analizler "Rigakudenki Thermoflex, 800/S" D.T.A. cihazı kullanılarak yapılmıştır.

F. Elektron Mikroskop Analizleri :

Organik madde ve karbonatları giderilip ultrasonik vibratörle dispers edilmiş Ca—kil örneklerinin morfolojik yapıları HS—6 Hitachi elektron mikroskobu ile incelenip temsili kısımlara ait mikrograflar alınmıştır.

G. Fiziksel ve Kimyasal Analizler

1—Mekanik Analiz :

Pipet metodu kullanılmıştır (18)

2—Karbonatların Tayini :

Karbonatlar volumetrik—kalsi-
metre ile tayin edilmiştir (3).

3- Organik Madde :

Smith—Weldon metodu ile ta-
yin edilmiştir.

4- Serbest Fe_2O_3 ve Al_2O_3 , Meh-
ra ve Jackson'ın ditiyonit—sitrat me-
todu ile elde edilen ekstraksiyon içeri-
sindeki Fe_2O_3 miktarı—orthofenont-
rolin ile Al_2O_3 ise kolorimetrik olarak
tayin edilmiştir (19 ve 29).

5- Amorf Alümino Silikatların
Tayini :

Organik maddesi, karbonatları ve
serbets Fe_2O_3 i uzaklaştırılmış olan ör-
neklerden Hashimoto—Jackson metodu

III. SONUÇLAR ve DEĞERLENDİRME

A.Toprağın Profil Tanımlaması :

Yeri:Elazığ (Kesikköprü'den Kuştepe
yönüne giden arazi yolunun 50 m ba-
tısında, yeni asfalttan 100 m.kuzeyde.)

Yükseklik: 1090 m.

Konum: Etek

Topoğrafya: Hafif dalgalı

Horizonlar **Derinlik Cm.**

0—19

Ap

19—36

A₁₂

ile elde edilen ekstrakt içerisindeki SiO_2
molibden sarısı metodu, Al ise alüminon
metodu ile kolorimetrik olarak tayin
edilmiştir (15 ve 19).

6- Katyon Değişim Kapasitesi
Tayini :

Örneklerin kil fraksiyonlarına ait
kasyon değişim kapasitelerini tayinde
"Modifiye Bower" ($NaOAc$, pH 8.2)
metodu kullanılmıştır (9).

7- Toprakların Reaksiyonlarının
Tayini :

Elektrometrik metodla, "Glass e-
lectrode" pH metresi kullanılarak. sa-
turasyon çamurunda tayin edilmiştir.

8- Toprakların renginin tayini :

Arazide "Munsell Soil Color
Charts" kullanılarak kuru ve nemli hal-
de tayin edilmiştir.

Eğim: % 3

Ana materyal: Parçalanmış dolo-
mitik kireçtaşı

Drenaj durumu: İyi

Arazi kullanma şekli: Kuruda hu-
bubat ziraatı

Morfolojik Özellikleri

Kuruyken kahve, nemliyen kahve-
koyu kahve (7.5YR 5/3 kuru, 7.5—
YR 4/3 nemliyen) renkli kil;
vasat, küçük kırıntı ile vasat,
orta, granüler strüktürlü, az
sert, gevrek, yapışkan ve plas-
tik; belirgin, dalgalı hudutlu.

Kuruyken kahve, nemliyen kahve—
koyu kahve (7. 5YR 5/3 , 7. 5YR 4/3)
renkli, kil; vasat, orta, granü-
ler strüktürlü (gözenekli fakat
ayrılma iyi değil); çok sert,
sıkı, çok yapışkan ve plastik;
belirgin, dalgalı hudutlu.

Horizonlar**Derinlik Cm.**

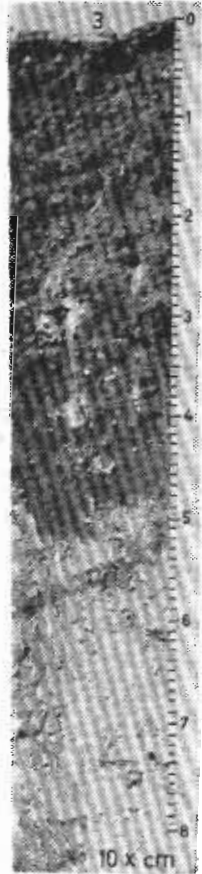
36—56

AC

56—80

C

1/3 lük HCl ile köpürme, bütün profil boyunca şiddetli ile çok şiddetli.

**Morfolojik Özellikleri**

Kuruyken kahve-açık kahve, nemliyen kahve-koyu kahve (7. 5YR 5.5/4 , 7.5YR 4.5/3.5) renkli, killi tın, vasat, orta. granüller ve yuvarlak köşeli blok sütürüklü, sert, çok yapışkan ve plastik; kireç konkresyonu (orta büyüklükte, vasat) ; Kesin dalgali hudutlu.

Kuruyken pembemsi beyaz, nemliyen pembemsi gri (7. 5YR 8/2 kuru, 7. 5YR 7/3 nemliyen) renkli, çakıllı kumlu tın; strüktürsüz (az gözenekli kütleli) ; çok sert, sıkı, az yapışkan ve az plastik; üstte çok ince ve kesikli sert bir tabaka.

B. Toprağın Oluşumu ve Genel Özellikleri :

AC horizonlu, orta derin bu toprağın temel karakteristikleri eski sistemde Rendzina büyük grubuna; yeni sistemde ise Mollisollar sırasının Ortik Rendollar alt grubuna özgü karakteristiklere uymaktadır.

Ana materyalin çok fazla kireç (% 76) ve bölge ikliminin kurak-yarı kurak bir iklim karakterinde oluştuğu bu toprağın pedojenik oluşumunu yavaşlatan birer etken niteliğindedir. Karbonatların profildeki dağılışı (Ap horizonunda % 27, A₁₂de % 31, AC de % 48 ve C de % 76) ile C horizonunu üzerinde görülen kalifi oluşumu, ka

bonatların ekstrem yağışlarla kısmen C horizonuna kadar taşındığını göstermektedir (Cetvel 1).

Organik madde, Ap horizonunda % 1.02, A₁₂ de % 1.13, AC de % 0.98 ve C horizonunda % 0.67 dir (Cetvel 1). Ap deki organik maddenin A₁₂ den az oluşu, devamlı sömürülme ve mineralizasyonla açıklanabilir.

Serbest Fe₂O₃ ve Al₂O₃ miktarları derinlikle azalmakta ve bu maddeler bakımından etkili bir yıkanma olmadığı görülmektedir (Cetvel 1).

Toprak reaksiyonu bütün profil boyunca alkalidir. Horizonların pH larında derinlikle bir artış görülmekte ise de değişim miktarları aynı reaksiyon limitleri içerisinde kalacak kadar küçüktür.

Cetvel 1. Profile ait organik madde, karbonatlar, pH serbest Fe₂O₃ ve Al₂O₃ ile zerre iriliği dağılışı.

Örnek No	VI ₁	VI ₂	VI ₃	VI ₄
Horizon	Ap	A ₁₂	AC	C
Derinlik(Cm):	0—19	19—36	36—56	56—74
Organik madde(%):	1.02	1.13	0.98	0.67
Karbonatlar(%):	27.2	39.8	47.8	76.4
Serbest Fe ₂ O ₃ (%):	1.03	0.92	0.67	0.21
Serbest Al ₂ O ₃(%):	0.13	0.12	0.09	0.02
Fe ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃	5.07	4.91	4.76	6.72
pH	7.57	7.57	7.67	7.83
Kum(%):	26.5	28.8	42.8	64.2
Silt(%):	31.5	28.2	28.0	25.0
Kil(%):	41.9	43.0	29.2	10.8
Tekstür sınıf.....:	C	C	CL	SL

C.Kil Fraksiyonlarının Mineralojik Yapıları :

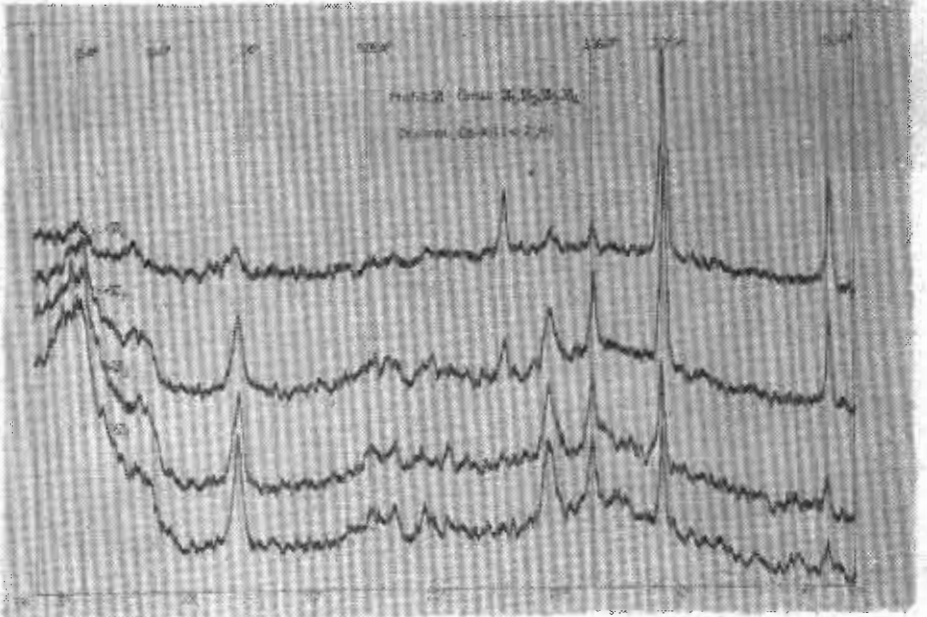
1— X—ışınları Yansıma Analizi Sonuçları :

Profilin sıra ile Ap (VI₁), A₁₂ (VI₂), AC (VI₃) ve C (VI₄) horizonlarının orijinal Ca—kil örneklerine ait 20,3—40° arasındaki X—ışınları yansıma desenleri, şekil 3 de bir araya getirilerek takdim edilmiştir. Yansıma desenlerinin hepsinde sıra ile 15 A°, 10.3 A°, 7.3 A°, 3.88 A°, 3.60 A°, 3.36 A°, 3.05 A° ve 2.50 A° luk pikler görülmektedir. Bunlardan 3.88 A°, 3.05 A° ve 2.50 A°

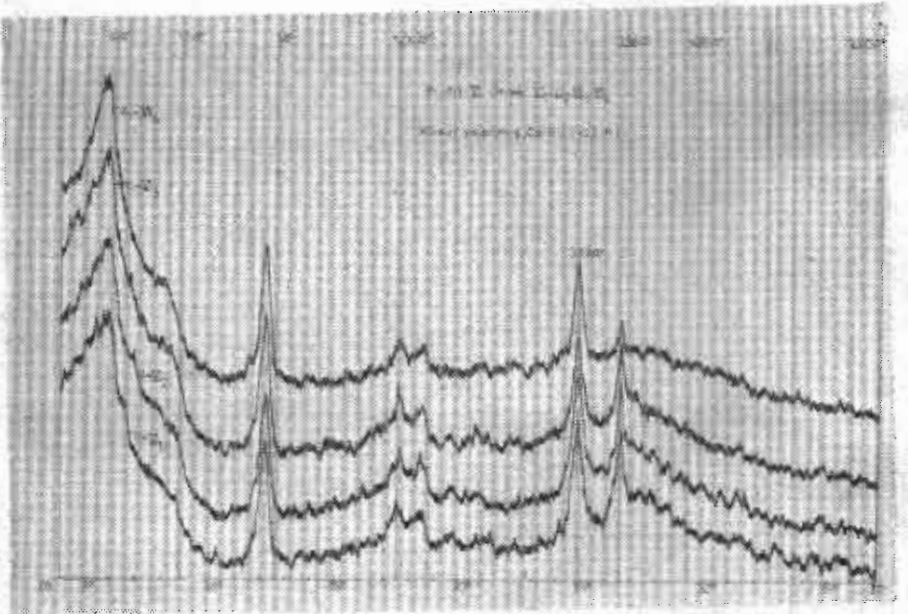
luk piklerin intensiteleri ana materyale doğru gidildikçe artmakta diğerleri ise azalmaktadır.

Karbonatları yıkanmış kil örneklerine ait X—ışınları yansıma desenleri incelenirse (Şekil 4), hegzagonal indeks sırası ile (102), (104) ve (110) olan kalsit mineraline ait 3.88 A°, 3.05 A° ve 2.50 A° luk piklerin kaybolduğu, buna karşın 15 A°, 7.25 A° ve 3.59 A° luk piklerin daha keskin ve belirgin bir hal aldığı görülür.

Şekil 3.de görülen ve karbonatların uzaklaştırılmasıyla kaybolan 3.88 A°,



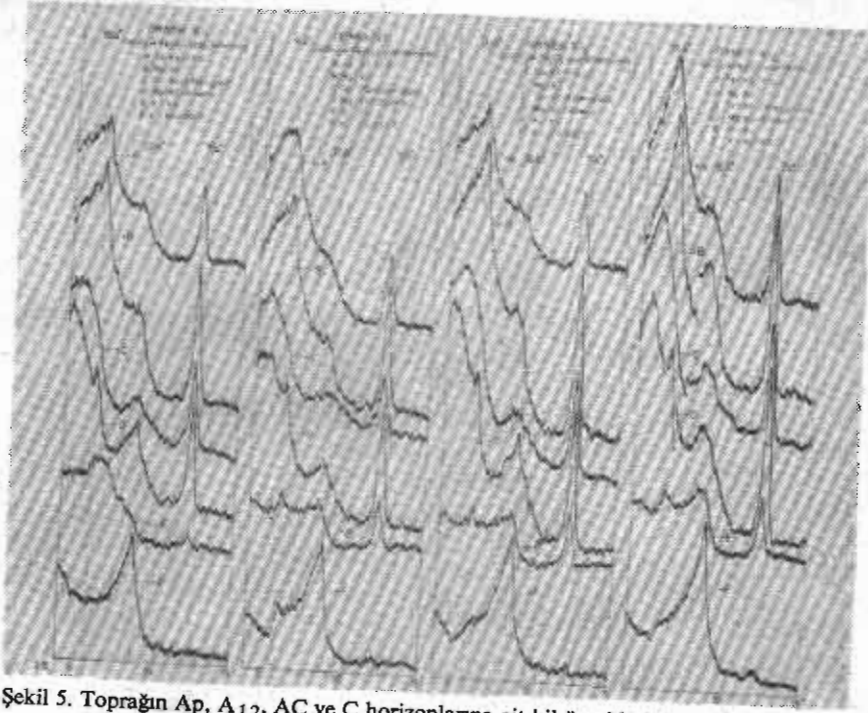
Şekil 3. Toprağın Ap (VI₁), A₁₂ (VI₂), AC (VI₃) ve C (VI₄) horizonlarına ait orijinal Ca-kil örneklerinin X-ışınları yansımaya desenleri.



Şekil 4. Toprağın Ap (VI₁), A₁₂ (VI₂), AC (VI₃) ve C (VI₄) horizonlarına ait, karbonatları yıkanmış Ca-kil örneklerinin X-ışınları yansımaya desenleri.

3.05 A° ve 2.50 A° luk pikler kalsite;
5.05 A° muskovite, 4.79 talk, 3.59 A°

(002) serpantin ve 3.36 A° luk pik ise
kuvars mineraline aittir.



Şekil 5. Toprağın Ap, A₁₂, AC ve C horizonlarına ait kil örneklerinin çeşitli muamelelerden sonra elde edilen X-ışınları yansıma desenleri.

Kireci ve serbest Fe₂O₃ i uzaklaştırılmış olan aynı örneklerin 2θ, 4—15° arasında verdikleri çeşitli muamelelere ait X-ışınları yansıma desenleri (Şekil 5) incelenecek olursa: Küçük açı istikametinde omuz yapan geniş 15 A° luk pikler, 10 A° luk yansıma hattında omuzlar, kuvvetli ve keskin 7.25 A° luk pikler görülür.

Ca—kil ve Mg—kil örneklerinin vermiş olduğu 15 A° luk pikler, Ca—kil+ etilen gliserol muamelesi ile (C) tamamen; Mg—kil+ gliserol muamelesi ile (D) kısmen 18—19 A° na açılmış; K—kil+: 550°C muamelesi ile de büyük bir kısmı 10 A° na kapanmıştır. Bu, 15 A° luk minerallerin büyük bir kısmının montmorillonit grubu mine-

raller olduğunu gösterir. Mg—kil+ gliserol muamelesine ait X-ışınları diagramlarında (D) görülen küçük 15 A° luk pik vermikülit; K—kil+ 550°C muamelesine ait diagramlarda (E) küçük açı istikametinde görülen omuz ile küçük 15 A° luk pik ise, klorit mineralinin mevcut olduğuna işaret eder (8, 13 ve 27). Bunlar yanında 15 A° ve 10 A° luk piklerin durumu ve K—kil muamelesi ile ortaya çıkan pikler, örneklerin önemli miktarda 10 A° ve 15 A° luk minerallerin rastgele ara katmanlı geçit tiplerini ihtiva ettiğini gösterir (11, 13 ve 28).

Örnekte 15 A° ile 10 A° luk piklerin ara katmanlı tiplerinin mevcudiyeti 10 A° ile 15 A° yansıma pikleri

arasında tedrici bir geçit meydana getirerek 10 A° luk piki gölgelemekte ve ancak organik çözücü muamelesi ile genişleyebilen ara katmanlıların yansıma hatalarının küçük açı istikametine kayması sonunda 10 A° luk pik ortaya çıkmaktadır (Şekil 5 C ve D diagramları). Örneklerin vermiş olduğu bu 10 A° luk pik attapulgit ile illit mineraline ait olup, attapulgitin nisbeti derinlikle artmaktadır.

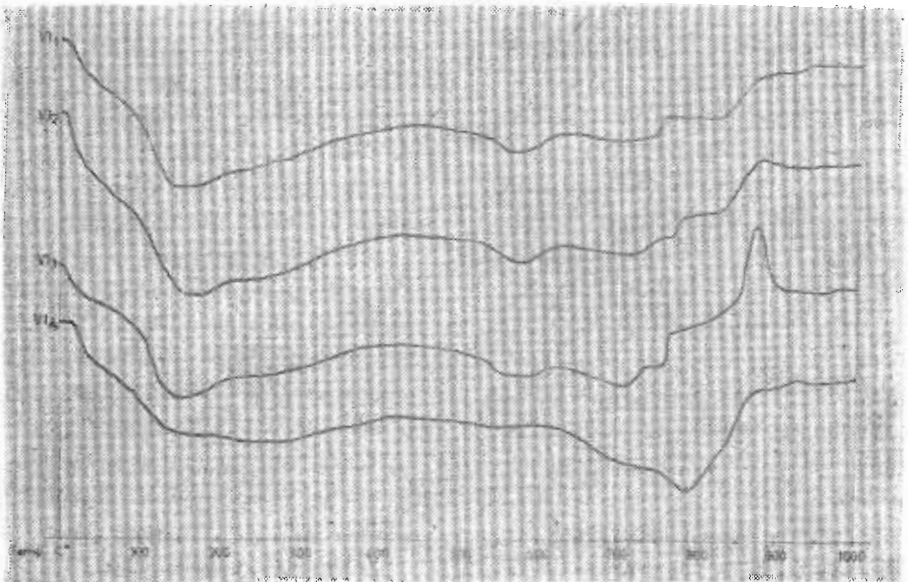
Literatür özeti kısmında da belirtildiği gibi, kaolinit ile serpantin mineralleri birbirine çok yakın X—ışınları yansıma aralığına sahiptirler. Bu yüzden özel bir dikkat sarf edilmedikçe, serpantinlerin $7.2 - 7.3\text{ A}^\circ$ luk yansıma aralıkları ile kaolinitlerin 7.15 A° luk yansıma aralıkları birbirine karıştırılabilir (6).

Aynı durum, bu toprağın çeşitli horizonlarına ait kil örneklerinin vermiş olduğu, 7 A° hattında görülen yansıma pikleri için de söz konusudur.

Şekil 3,4,5 de görülen 7 A° hattındaki keskin ve kuvvetli piklerin serpantine ait olduğu iddia edilebileceği gibi kaolinite ait olduğu da iddia edilebilir. Ancak yansıma aralığına ait gerçek değerler dikkatle hesap edilirse bu piklerin yansıma aralığı 7.25 A° olan mineralere ait olduğu görülür ve örnekteki mineralin 7.15 A° luk yansıma aralığına sahip kaolinit değil, $7.2 - 7.3\text{ A}^\circ$ luk yansıma aralığına sahip serpantin olduğu daha kesinlikle ileri sürülebilir.

2— Diferansiyel Termal Analiz Sonuçları :

Profilin sıra ile $\text{Ap (VI}_1)$, A_{12} (VI_2), $\text{AC (VI}_3)$ ve $\text{C (VI}_4)$ horizonlarının organik madde ve karbonatları giderilmiş Ca—kil örneklerine ait D.T.A. eğrileri şekil 6.da gösterilmiştir. Eğrilerin oldukça karmaşık oluşu, örneklerin çok sayıda, farklı nisbetlerde çeşitli mineraller ihtiva ettiğini aksettirmektedir.



Şekil 6. $\text{Ap (VI}_1)$, A_{12} (VI_2), $\text{AC (VI}_3)$ ve $\text{C (VI}_4)$ horizonlarına ait Ca—kil örneklerinin D.T.A. eğrileri.

3— Elektron Mikroskop Sonuçları (Elektron Mikrograflar):

Şekilde görülen geniş, düşük ısı dehidrasyon pikleri ile 500—600 °C de görülen kafes suyu kaybına ait endotermik pikleri montmorillonit; VI₁, VI₂, ve VI₃ e ait eğrilerden çok zayıf da olsa fark edilen 600—750 °C endotermik pikleri ile, özellikle VI₃ e ait eğride çok belirgin olan 800—900 °C arasındaki egzotermik pikler serpantin (krisotil) mineralleri için karakteristiktir (6, 33 ve şekil 1,2).

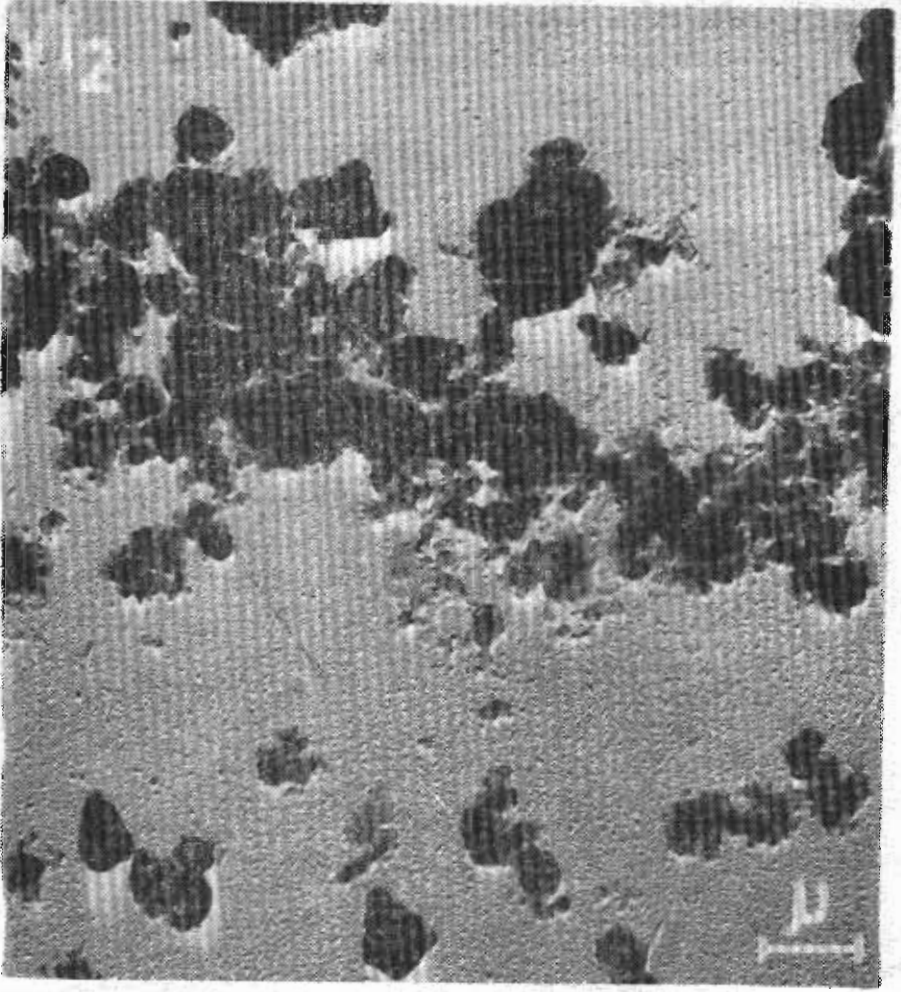
Ap ve A₁₂ horizonlarına ait VI₁ ve VI₂ numaralı eğrilerde 800—900°C arasındaki egzotermik pikin zayıflaması veya belirsiz hale gelmesi, serpantin minerallerinin satha doğru azalması ile izah edilebilir. Fakat gerek X—ışınları sonuçları ve gerekse elektron mikrograflar, krisotil mineralinin derinlikle arttığını ve C horizonunda en fazla bulunduğunu ortaya koyduğu halde, C horizonuna ait örneğin, D.T.A. eğrisinde bu mineral için karakteristik olan, 800—900°C egzotermik piki görülmektedir. Bunun C horizonunda mevcut talk minerali ve montmorillonit mineralinin çeşidi ile ilgili olduğu zannedilmektedir. Çünkü: talk 850—1035°C arasındaki endotermik reaksiyon veren bir mineraldir. Buna montmorillonit mineralinin hektorit çeşidi olması halinde (ki Mg ca zengin olan bu ortamda hektoritin bulunması beklenir), bu mineralin 750—900°C deki endotermik reaksiyonunda ekleneceğinden, 600°C de başlayan serpantinlere has endotermik pik, hektorit ve talk mineralinin endotermik reaksiyonlarının da eklenmesi ile daha derin ve geniş bir endotermik pik haline gelir. Böylece krisotile has 800—900°C arasındaki egzotermik pikin meydana gelişi önlenmiş olabilir.

Analiz metodları kısmında izah edilen tarzda hazırlanan A₁₂ (VI₂), AC (VI₃) ve C (VI₄) horizonlarına ait kil örneklerinin elektron mikrografları resim 1,2, ve 3 de görülmektedir.

Resim 1 hemen hemen aynı miktarlarla montmorillonit, serpantin ve karışık katmanlı minerallerle az miktarda attapulgit, illit ve kuars; çok az miktarda vermikülit ve klorit ihtiva eden A₁₂ horizonunun kil örneğine aittir. Mikrografta görülen şekiller ve nisbetleri bu sonucu doğrular niteliktedir.

Resim 2 ve 3 X—ışınları analiz neticelerine göre, çok fazla miktarda krisotil olduğu iddia edilen minerallerle montmorillonit ve az miktarlarda illit ve attapulgit ihtiva eden AC ve C horizonlarının kil örneklerine aittir. Bu iki resimde görülen, fazla miktarda ince çubuk veya iğne şeklindeki kristaller ve bunların miktarlarının sathıtan derine doğru gittikçe artışı, bu örneklere ait X—ışınları yansıma desenlerinde (Şekil 3,4 ve 5). görülen ve intensitesi derinlikle artan 7.25 Å luk pikin krisotil mineraline ait olduğu kanaatini kuvvetlendirmektedir.

X—ışınları yansıma desenlerinde 7.25 Å luk pikin intensitesi hernekadar satha doğru azalıyor ise de Ap (VI₁) horizonuna ait diyagramda (Şekil 4) dahi, oldukça kuvvetli ve kesin bir 7.25 Å luk pik görüldüğü halde Ap ve A₁₂ horizonuna ait elektron mikrograflarda (Resim 1) krisotile has kristaller hemen hemen hiç görülmemektedir. Bu, krisotilin aynı gruba dahil fakat kristal şekli krisotilden tamamen farklı olan, antigorit veya lizardite dönüşmüş, olması ihtimali ile izah edilebilir.



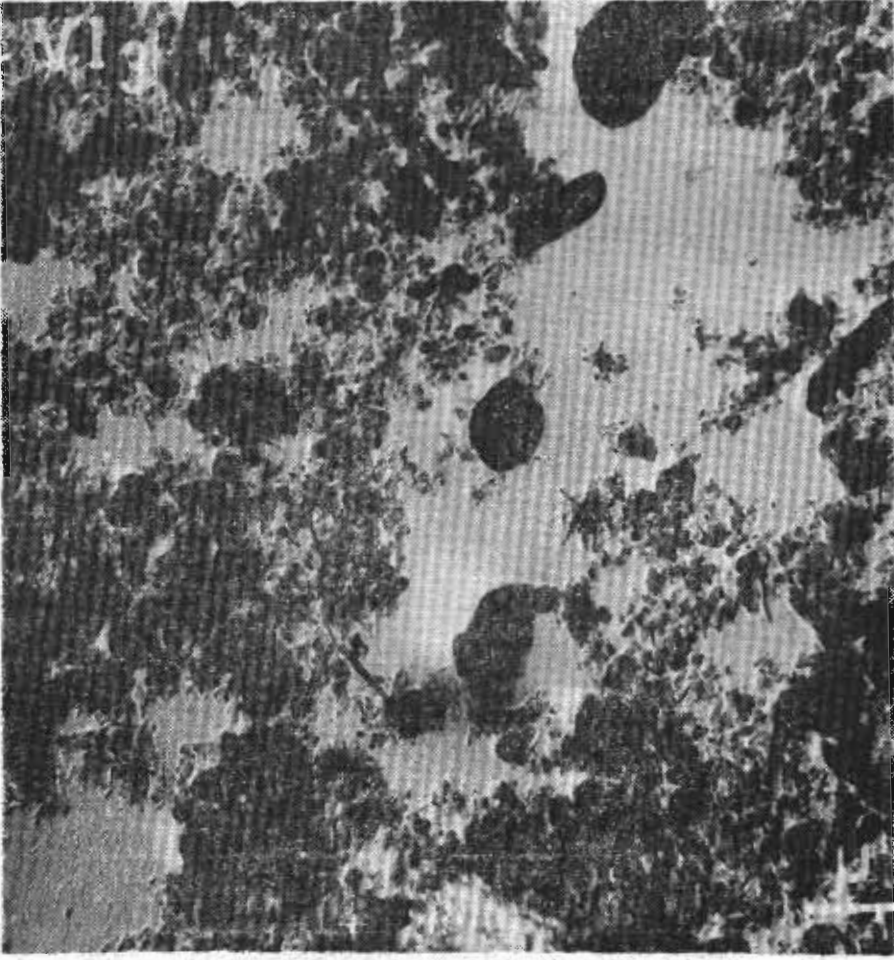
Resim 1. Toprağın A₁₂ horizonuna ait kil örneğinin elektron mikrografi.

Brindley (1961), Nagy ve Bates'in krisotil mineralinin diğer katmanlı serpantinlere (antigorit ve lizardite) kıyasla ısı ve asit muamelelerine daha az dayanıklı olduğunu tesbit ettiklerini belirtmektedir (6).

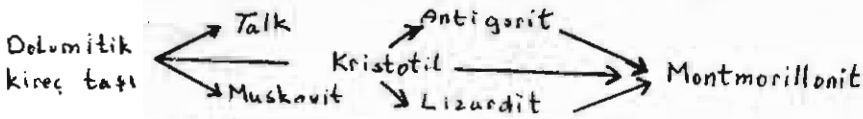
Jackson (1971) de, serpantinlerin tecezzi indeksleri çok düşük mineraller olduğunu ve sınırlı tecezzi şartlarında bile montmorillonite dönüşebildiklerini

ileri sürmektedir. Serpantinlerin, pH sı 6.5 — 7.0 arasında magnezyum ve silis konsantrasyonu çok yüksek olan topraklar hariç asit topraklarda dayanıklı olmadıkları da ortaya konulmuştur (22).

Bu duruma göre, dolomitik kireç taşından oluşan hakim minerallerin muhtemel oluşum sırası kabaca şöyle şematize edilebilir :



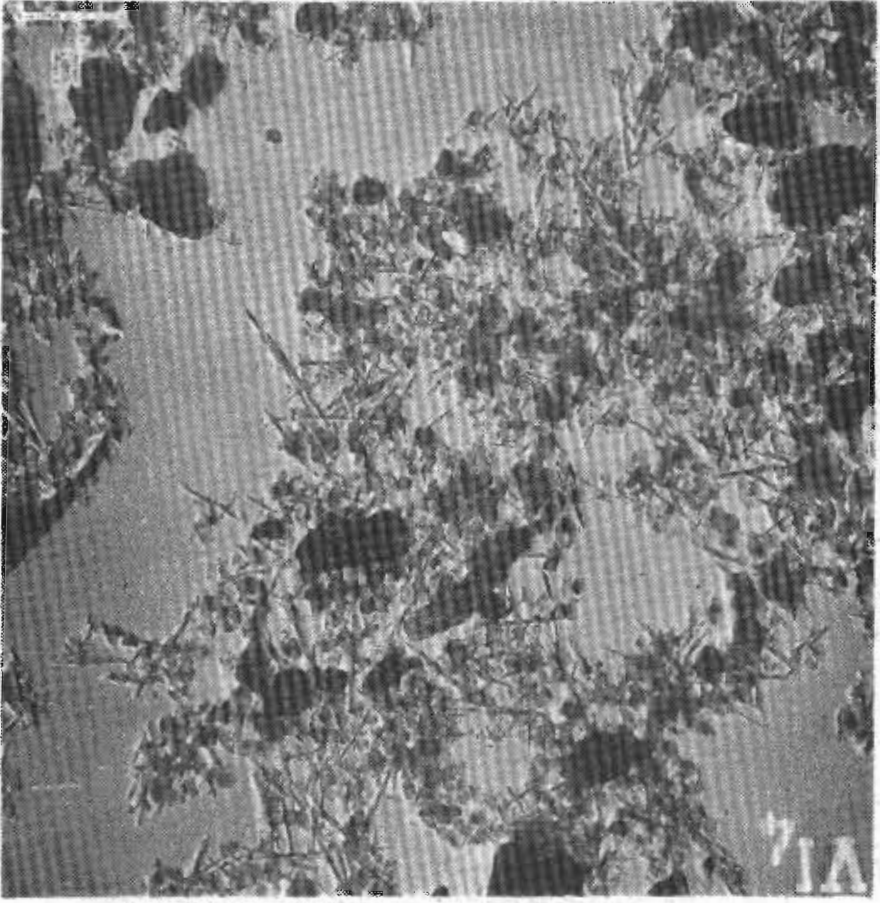
Resim 2, AC horizonuna ait kil örneğinin elektron mikrosrafı



Bu toprağın çeşitli horizonlarına ait kil örneklerinin elektron mikroskop, D.T.A. ve X—ışınları yansıma analiz sonuçlarının yakın bir uygunlukla doğruladıkları mineralojik bileşimleri, cetvel 2 de verilmiştir. Cetvel incelenecek olursa, horizonlara ait orijinal kil fraksiyonunun mineralojik bileşiminin esas itibariyle kalsit, serpantin ve montmorillonitten oluştuğu görülür. Bunlar

yanında, gittikçe azalan bir sıra ile karışık katmanlı silikat mineralleri, kuvars, attapulgit ve illit mineralleri de mevcuttur. Cetvelde ayrıca kalsit mineralinin derinlikle artmasına karşılık montmorillonit ve serpantin minerallerinin azaldıkları görülmektedir.

Kireci uzaklaştırılmış kil fraksiyonlarının mineralojik bileşimi ise, esas itibariyle, montmorillonit ve serpantin



Resim 3, C horizonuna ait kil örneğinin elektron mikrofrafı

minerallerinden oluşmaktadır. Bunların yanı sıra önemli miktarda karışık katmanlı silikat mineralleri; az miktarda kuvars, attapulgit, ve illit, az ile çok az miktarlarda vermikülit, klorit ve talk ihtiva etmektedir. Serpantin minerallerinin miktarı derinlikle artmakta, montmorillonit mineralinin horizonlara göre dağılışında ise bariz bir farklılık göze çarpmamaktadır.

Bu toprakta fazla miktarda rastlanan ve elektron mikroskop, X—ışınları ve D.T.A. sonuçlarına dayanılarak,

serpantin olduğu ileri sürülen mineralin gerçekten serpantin olduğunu, ana materyal, çevre şartları ve pedojenik oluşum arasındaki ilişki de doğrular niteliktedir.

Herşeyden önce % 27 ile % 76 arasında kireç içeren, $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ oranı yüksek (5.4.—5.8) ve alkalin reaksiyonda olan toprak, kaolinit mineralinin teşekkülüne uygun olduğu belirtilen ortamın karakterlerine tamamen zıt karakterlere sahiptir.

Jackson (1971), kaolinitin oluşumu için uygun olan genel şartları: Ca ve Mg

Cetvel 2, Kil fraksiyonlarının mineralojik bileşimi, katyon değişim kapasitesi (C.E.C.), amorf alümino silikatlar, serbest Fe_2O_3 ve Al_2O_3 miktarları.

Örnek no	VI ₁	VI ₂	VI ₃	VI ₄
Horizonlar.....	Ap	A ₁₂	AC	C
Derinlik (cm).....	0—19	19—36	36—65	56—74
Örijinal kil (<2μ)				
Montmorillonit.....	++++	++++	+++	++
Vermikülit.....	eser	eser	eser	eser
Klorit	"	"	"	"
Attapulgit ve illit.....	++	++	++	++
Serpantin (krisotil).....	+++	+++	++++	++++
Karışık katmanlı.....	+++	+++	+++	++
Kuvars	+++	+++	+++	++
Kalsit.....	+++	+++	+++++	+++++
CaCO₃ ve Fe₂O₃ ten ari kil				
Montmorillonit.....	+++++	+++++	+++++	+++++
Vermikülit.....	++	++	+	+
Klorit.....	+	++	++	++
Attapulgit ve illit.....	++	++	++	++
Serpantin (krisotil).....	+++	+++	++++	++++
Karışık katmanlı.....	+++	+++	++	++
Kuvars.....	++	++	++	+
Kalsit.....	—	—	—	—
Talk.....	+	+	+	++
Tüm kil fraksiyonunda (<2μ)				
C.E.C.(meq./100 g kil).....	81.5	75.0	65.2	27.2
Amorf SiO ₂ (%).....	5.8	5.1	5.4	4.0
Amorf Al ₂ O ₃ (%).....	1.8	1.5	1.7	1.2
SiO ₂ / Al ₂ O ₃	5.5	5.8	5.4	5.7
Serbest Fe ₂ O ₃	1.75	1.66	1.39	0.66
Serbest Al ₂ O ₃ (%).....	0.11	0.13	0.11	0.11
Fe ₂ O ₃ / Al ₂ O ₃	10.2	8.2	9.1	4.4

NOT:—: yok, +: çok az, ++: az, +++: orta, ++++: fazla +++++: çok fazla.

ca fakir kayalardan oluşmuş asit topraklar, çok sıcak ve yağışlı bir iklim, yağış ve sıcaklığa bağlı uzun bir tecezzi süresi şeklinde özetlemektedir. Jackson ayrıca kaolinitin oluşumunu montmorillonitin oluşumundan daha ileri tecezzi devrelerine rastladığını da belirtmektedir (22).

Halbuki, dolomitik kireç taşından, kurak—yarı kurak iklim şartları

altında oluşmuş bu topraktaki 7.25 A° luk yansıma aralığına sahip mineralin profildeki dağılışı, yani satih horizonundan ana materyale doğru gittikçe artışı, kaolinitin aksine bu mineralin erken tecezzi devresinde meydana geldiğini, hatta tecezzinin ilerlemesi ile montmorillonite dönüştüğünü ortaya koyar niteliktedir.

A STUDY ON THE CLAY MINERALOGY OF THE SOIL (Orthic Rendoll)
WHICH IS DERIVED FROM DOLOMITIC LIMESTONES NEAR ELAZIĞ
(in semi-arid region)

The clay mineralogy of a soil, which was classified and named as "Orthic Rendoll", was studied by using X-ray, DTA and electron microscope technique. The X-ray diagrams belong to original clay, glycolated Ca-clay, glycerol solvated Mg-clay and heated (to 300 and 550°C) K-clay; DTA curves and electron micrographs indicated that :

1. Calcite (very strong and sharp diffraction peak at 3.05 Å, and moderate diffraction peaks at 3.88 and 2.50 Å) and smectite (strong and broad diffraction peak at 15 Å) are the dominant minerals in original clay fraction through the profil. Calcite increases while smectite decreases with depth.

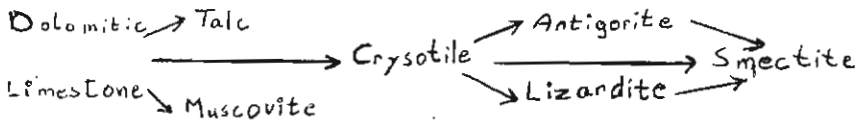
2. Serpentine (especially crysotile and lizardite) minerals (with strong and sharp reflection peak at 7.3 Å)

and smectite minerals are the dominant clay minerals in CaCO₃ and free iron oxide removed clay species. In this fraction serpentine minerals (crysotile and lizardite) increase with depth while smectite decreases.

3. Electron micrographs indicate that, the percentage of crysotile is higher in C horizon and becomes lower in the upper horizons (AC, A₁₂ and Ap). Lizardite shows a contrary distribution with crysotile.

4. Besides smectite, calcite and serpentine, significant amount of mixed-layer silicates and quartz, small to very amount of illite, vermiculite, chlorite, talc and muscovite are found.

5. An estimation can also be made connected with the formation sequence of the minerals as shown in the following diagram :



LİTERATÜR LİSTESİ

1. Akalan, İ. 1963, X-ışınları Analiz Tekniği ve Bu Teknikle Dört Tipik Indiana Toprağındaki kil Minerallerinin Teşhisleri. A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları, No: 210

2. Akalan, İ. 1969, Türkiye'nin Bazı Tipik Büyük Toprak Gruplarının Kil ve Mil Mineralojisi Üzerinde Bir Araştırma. A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları, No: 364.

3. Allison, L.E., and Moodie, C.D. 1965 Carbonati (Volumetrie Calcimeter Method) : in *Methods of Soil Analysis, Part 2*, s. 1379—1396. C.A.Black Edit.—in Chief, A.S.A. Monographs, No: 9. Madison, Wisconsin.
4. Altınlı, İ.E., Pamir, H.N., ve Erentöz, C. 1963. 1:500.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Erzurum Paftası, M.T.A. Enstitüsü Yayınları, Ankara.
5. Barshad, I. 1965, Thermal Analysis Techniques for Mineral Identification and Mineralogical Composition : in *Methods of Soil Analysis, Part 1*, s. 699—742. C.A. Black Edit.—in—Chief, A.S.A. Monographs, No. 9. Madison, Wisconsin.
6. Brindley, G.W. 1961, Experimental Methods and Kaolin, Serpentine, and Kindred Minerals: in *The X—ray Identification and Crystal Structures of Clay Minerals*, S. 1—131. G. Brown edit., Mineralogical Soc. London.
7. Brown, J.L. 1964. Laboratory Techniques in the Electron Microscopy of Clay Minerals: in *Soil Clay Mineralogy A Symposium*, s. 148—169. C. I. Ric., and G.W. Kunze Edit. The Univrsity of North Carolina Press, Chapel Hill.
8. Carrol, D. 1970, Clay Minerals, A Guide to Their X—ray Identification. The Geological Society of America, Special Paper, 126.
9. Chapman, H.D. 1965, Cation—Exchange Capacity: in *Methods of Soil Analysis, Part 2*, S. 891—901. C.A. Black Edit.—in—Chief, A.S. A. Monographs, No: 9. Madison, Wisconsin.
10. Ergene, A. 1963, Urfa, Gaziantep ve Hatay İllerinin Önemli Toprak Gruplarının Bazı Fiziki, Kimyasal ve Mineralojik Özellikleri ve Profil İnkişafı Üzerinde Araştırmalar Atatürk Ü. Yayınları, No: 32.
11. Gorbunov, N.L. 1968, Individual and Interstratified Minerals in Soils and their Identification by the X—ray Method. *Soviet Soil Sci.*, 9: 1288—1300.
12. Grim, R.E. 1963, Objectives of the First National Conference on Clays and Clay Technology and Definitions of Terms Used in the Industry: Clay and Clay Technology, Dept. Nat. Resources Div. Mines, Bull. 169: 13—15. California.
13. Grim, R.E. 1968, Clay Mineralogy (Second Edition), McGraw—Hill Book Company, New York St. Louis.
14. Gülçur, F. 1958, Rize Mıntkasında, Humid Şartlar Altında Gelişmiş Bazı Bakir Toprakların Kil Fraksiyonlarında Kimyasal ve Mineralojik Özellikler Üzerinde Araştırmalar. İ.Ü. Orman Fak. Der., Seri A, Cilt VIII, Sayı II, s. 35-104.
15. Haşimoto, I., and Jackson, M.L. 1960, Rapid Dissolution of Allophane and Kaolinite—Halloysite after Dehydration: Clays and Clay Minerals, 7 th Conf., Pergamon Pres, London, s. 102—113.
16. Hendricks, S.B., and Fry, W.H. 1930. The Result of X—ray and Microscopical Examinations of Soil Colloids. *Soil Sci.*, 29: 457—480.

17. Hocaoğlu, Ö.L. 1970, Diyarbakır Erzurum ve Rize Bölgelerinde Bazalt Kayalardan Oluşan Topraklardaki Kil Mineralleri Üzerinde Bir Araştırma. Ata. Ü. Yayınları, No: 86.
18. Jackson, M.L. 1956, Soil Chemical Analysis Advanced Course, Dept of Soils, Univ. of Wisconsin, Madison 6, Wis.
19. Jackson, M.L. 1958, Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall Englewood Cliff., New Jersey.
20. Jackson, M.L. 1964, Soil Clay Mineralogical Analysis: in Soil Clay Mineralogy A Symposium, s. 245—294. C.I. Rich, and G.W. Kunze Edit., The Univ. of North Carolina Press, Chapel Hill.
21. Jackson, M.L. 1964, Chemical Composition of Soils: in Chemistry of the Soil (Sec.Ed), s. 71—141. F.E. Bear Edit., Reinhold Publishing Corp., New York.
22. Jackson, M.L. 1971, Soils 721 (Soil Mineralogy).
23. Keller, W.D. 1964, Processes of Origin and Alteration of Clay Minerals: in Soil Clay Mineralogy A Symposium, s. 3—76. C.I. Rich, and G.W. Kunze Edit. The Univ. of North Carolina Press, Chapel Hill.
24. Kelley, W.P., Dore, W.H., and Brown, S.M. 1931, The Nature of the Base Exchange Material of Bentonite, Soils, and Zeolites, as Revealed by Chemical Investigations and X-ray Analysis. Soil Sci. 31: 25—55.
25. Kerr, P.F. 1955, Formation and Occurrence of Clay Minerals: in Clays and Clay Technology, Dept. Nat. Resources, Div. Mines, Bull. 169: 19—32. California.
26. Kunze, G.W. 1965, Pretreatment for Mineralogical Analysis: in Methods of Soil Analysis, Part 1, s. 568—577 C.A. Black Edit.—Chief, A.S.A. Monographs, No: 9, Madison, Wisconsin.
27. MacEwan, D.M.C. 1961, Montmorillonit Minerals: in the X-ray Identification and Crystal Structures of Clay Minerals, s. 143—207 G. Brown Edit. Mineralogical Soc., London.
28. MacEwan D.M.C., Ruiz Amil, A., and Brown, G. 1961, Interstratified Clay Minerals: in The X-ray Identification and Grystal Structures of Clay Minerals, s. 393—445. G. Brown Edit., Mineralogical Soc., London.
29. Mehra, O.P., and Jackson, M.L. 1960, Iron Oxide Removal from Soils and Clays by a Dithionite—Citrate System Buffered with Sodium Bicarbonate: Clays and Clay Minerals, 7th. Conf., Pergamon Press, London, s. 317—327.
30. Mitchell, W.A. ve Irmak, A. 1957, Türkiye Orman Topraklarının Kil Minerolojisi Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fak. Der. Ayrı baskı, Seri B, Cilt VII, Sayı: 2. s. 4—15.
31. Munsuz, N. 1967, Infrared (Kırmızı ötesi) Absorbsiyon Spektroskopisi Metodu ile Türkiye'deki Bazı Büyük Toprak Gruplarının Kil Mineralleri Üzerine Araştırmalar. A.Ü. Zir. Fak. Habiltasyon Tezi.

32. Munsuz, N., and Nouri, K. 1969, The Clay Mineralogy of Certain Soils that Have been Formed from a Variety of Parent Materials. Reprinted from "University of Ankara Yearbook of the Faculty of Agriculture, s. 1—8 A.Ü. Basımevi 1970.
33. Richard, C. Mielenz, N. Cyril Schieltz and Myrle E. King, 1953, Thermogravimetrik Analysis of Clay and Clay—Like Minerals: Clays and Clay Minerals s. 285—314, NAS—NRC pub. 327, Washington, D.C., 1954.
34. Saatçı F. 1962, İzmir Bölgesine Ait Bazı Büyük Toprak Gruplarının Kil Mineralleri Üzerinde Araştırmalar, Ank. Ü. Ziraat Fak. Habiltasyon Tezi.
35. Saatçı, F. 1966, İzmir Bölgesi Rendzina Topraklarının Kil Mineralleri Üzerinde Araştırmalar, Ege. Üni. Zir. Fak. Der. Cilt: 3, Sayı: 2, 1966, Ayrı baskı, s. 78—96.
36. Soil Conservation Service 1962, Identification and Nomenclature of Soil Horizons, Supplement to Agriculture Handbook No: 18 (Replacing pages, 173—188), U.S.D.A.
37. Soil Survey Staff 1951, Soil Survey Manual, U.S.D.A., Agricultural Handbook, No: 18, Washington D.C.
38. Soil Survey Staff 1960, Soil Classification a Comprehensive System 7 th. Approximations. U.S.D.A., Soil Conservation Service, Washington D.C.
39. Şölen, V. 1971. Türkiye'de Alüvyial Sahalarda Kurulmuş Bulunan Bazı Orman Fidanlıklarının Topraklarında Diferansiyel Termal ve X—ışını Analizi Metodları İle Kildeki Minerallerin Tesbiti ve Bunların Özellikleri Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fak. Habiltasyon Tezi.
40. Thomas, F.B. 1964, The Application of Electron Microscopy in Soil Clay Mineralogy: in soil Clay Mineralogy A Symposium, s. 125—147. C. I. Rich, and G.W. Kunze Edit. The University of North Carolina Press, Chapel. Hill.
41. Yeşilsol, M.Ş. 1966, Trakya'da Yaygın Grumusol, Kireçsiz Kahverengi ve Rendzina Toprakların Kil Mineralojisi, A. Ü. Ziraat Fak. Doktora tezi.

Handwritten text, likely bleed-through from the reverse side of the page. The text is extremely faint and illegible.