

TOPRAKLARDA AMORF İNORGANİK MATERYAL

Abdüsselâm ERGENE

Ö Z E T

Toprakların amorf inorganik materyali genellikle eşdeğer çaplarının üst sınırı 2 mikrondan daha küçük olan ve toprağın aktif kısmını tesbit eden kil fraksiyonunun bir kısmıdır. Toprakların kil fraksiyonu içindeki mineral maddeler kristalin kil mineralleri, kristalin seski oksitler, amorf seski oksitler ve allofanlar olarak sınıflandırılabilir. Kil fraksiyonundaki kristalin kil mineralleri hakkında çok çeşitli metodlar kullanılarak önemli ölçüde bilgi elde edilmiştir. Ancak kil fraksiyonundaki kirdrate oksitler ve organomineraller gibi amorf unsurların tabiatı hakkında pek az bilgiye sahibiz.

Topraklardaki amorf inorganik materyalde bulunan mineraller opalin, silis, amorf hidrate alüminyum oksit, amorf dirate demir oksit, allofan, rutil ve anatazdır.

Toprak kilindeki kombine oksitler ve serbest oksitler önemli fiziksel ve kimyasal reaksiyonlara katılırlar. Toprak strüktürünün oluşumundaki önemli etkileri, anyon ve katyon değişimleri, fosforun tutulması, kireçle ve potasyumla reaksiyona girmeleri buna örnektir. Bu sebeple son zamanlarda bunların araştırılmasına önem verilmektedir.

Giriş

Toprağın kil fraksiyonu in-

organik veya organik en küçük parçacıkları ihtiva eder. Kil fraksiyonu içine giren parçacıklar

- (1) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak İlmi Profesörü.
Dergi Komisyonuna Geliş Tarihi: 28.11.1974.

toprağın en aktif kısmını teşkil ederler. Bu sebeple toprağın özelliklerinin çoğunu, yüzde bir kaç oranında bulunsa bile bu fraksiyonun tabiatı tayin eder. On dokuzuncu asrın sonları ile yirminci asrın başlarında toprak bilginlerinin çoğu, kil fraksiyonunu kolloidal bir kompleks ve tamamen amorf kabul eden Van Bemmelenin çalışmalarının tesiri altında kalmıştır. Van Bemmelen'in karışık oksit hipotezi veya kolloid durumun kristal yapı ile birlikte olamama kavramı, Handricks ve Fry'nin X-Ray metodlarını kullanarak toprak kilinde kristalin unsurların mevcudiyetini açıkça ortaya koydukları 1930 yılına kadar devam etmiştir. Bundan sonra çalışmalar geniş ölçüde topraktaki kristalin kil minerallerinin araştırılmasına yönelmiş ve bu sahada çok sayıda çalışmalar yapılmıştır. Aslında toprak kilini primer minerallerin ayrışma ve parçalanması sonunda hasil olan kristalin kil mineralleri, amorf materyal ve tali mineraller (accessory minerals) olarak ele alarak değerlendirmek mümkündür.

Veyahutta toprağın aktif fraksiyonunu teşkil eden kil minerallerini beş kısımda mütalâa edebiliriz (Kato, 1957):

- 1 — Kristalin kil mineralleri;
- 2 — Kristalin seskioksitler,
- 3 — Amorf seskioksitler
- 4 — Allofanlar,
- 5 — Humus.

Topraktaki kil parçacıklarının büyüklüklerinin üst sınırı, küresel çaplarının eşdeğeri 2 mikron olarak kabul edilmektedir. Alt sınır ise moleküler büyüklük ile mukayese edilebilir. Topraklardaki bir çok kristalin kil minerallerinin iyice teşhislerine imkân veren çeşitli metodlarla toprak kili hakkında önemli ölçüde bilgi elde edilmiştir. Ancak kildeki hidrate oksitler ve organo-mineraller gibi amorf unsurların tabiatı hakkında pek az bilgi mevcuttur. Amorf maddelerin karakterize edilmelerinin güçlüğü ve ekseriya toprakta da az miktarlarda bulunmaları bunların üzerinde fazlaca durulmamasının başlıca sebebi budur.

Toprak kilindeki gerek kombine oksitler gerekse serbest oksitler önemli fiziksel ve kimyasal reaksiyonlara katılırlar. Toprak strüktürünün teşekkülündeki önemli tesirleri, katyon değişim kapasitesi, fosforun tutulması ve kireçle reaksiyona girmeleri buna misaldir. Bu sebeple bunların da incelenmesi önem kazanmıştır.

Topraklarda görülen amorf inorganik maddelerin başlıca şekilleri, oksitler veya ekseriyetle ayrı veya birleşmiş şekilde demir, alüminyum, manganez ve silisin hidrate oksitleridir. Bunlar gibi fosfat ta bu gel'ler arasına girebilir. Bu gibi materyalin isimlendirilmesi güç olmakla beraber, bir alüminyum ve silimyum gelinin karışımından ibaret olan

allofan gibi bir kaç isim genellikle kabul edilmektedir.

Amorf mineral yatakları için daha spesifik terimler de kullanılmaktadır. Bunlar opalin silis ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) limonit ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), kliachite ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), wad ($\text{MnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), alophane ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) hisingerite ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), evansite ($\text{Al}_3\text{PO}_4(\text{OH})_6 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) ve azovskite ($\text{Fe}_3\text{PO}_4(\text{OH})_6 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)'tir.

Bazan bu materyal için «serbest oksitler» veya «kombine oksitler» terimi kullanılmaktadır. Serbest oksitler terimi silis oksit veya alüminyum oksitte olduğu gibi sadece bir katyon ihtiva eden bileşiklere işaret eder. İki veya daha fazla katyonu ihtiva eden bileşiklere de kombine oksitler denilmektedir. Son zamanlarda Japon bilginleri tarafından tesbit edilerek adlandırılan «imogilite» ve benzeri mineraller zayıf bir kristal yapıya sahip olup kristalin materyal ile allofan ve volkanik küller gibi amorf materyal arasında bir geçit teşkil etmektedirler (Egawa, 1967).

Topraklardaki Amorf Materyalin Orijini

Topraktaki inorganik bileşikler esas itibariyle toprak oluşumunun başlangıcında mevcut olan ana materyalin ayrışması ve değişimi ile meydana gelirler. Organik bileşikler ise devamlı surette yenilenen biyolojik materyalden oluşurlar.

Toprağın kil fraksiyonu ana kayanın tabiatı ile ilgilidir. Zira

kayanın değişmesi ile meydana gelen materyal ve bundan husule gelen kil ana kayadaki minerallerin değişmesi ile meydana gelmektedir.

Topraktaki amorf materyal de topraktaki ayrışma ve parçalanma olaylarının mahsulüdür.

Amorf materyal ile ilgili olarak Aomin ve Wada (1952) tarafından volkan külü ve sünger taşının ayrışmasına ait bir çalışmada primer minerallerin ayrışmaya nisbi mukavemetlerinin aşağıdaki sıraya göre arttığı müşahade edilmiştir.

Volkan camları < hyperesthen - augit < magnetit

Kimyasal ayrışma esas itibariyle bir hidroliz ve iyon transferidir. Büyük katyonlar kolaylıkla mobilize olurlar ve ayrılırlar. Silis ve alüminyum çözeltiye geçebilir. Mitchel'e göre (1964) yalın ayrışma reaksiyonunu Alüminyum silikat + su \rightarrow iyonlar ve amorf ara mahsuller \rightarrow kil + çözünebilir tuzlar şeklinde takdim etmiştir. Ayrışma ile açığa çıkarak kil minerali sentezine girmeyen silis, dissosiyeye olmamış mono silis asidi olarak çözüldüden uzaklaşır. Demirin pek az birkısmı kil mineralleri tabakalarında birleşmiş haldedir. İntensif ayrışma şartları altında toprakta pek az amorf materyal kalabilir.

Volkan külleri ve bazik püskürük kayalar gibi daha kolaylıkla ayrışabilen ana materyal amorf killerin oldukça hakim olduğu

bir safhadan geçerler. Toprakta canlı varlıklar ayrışma sonucunda ortaya çıkan hareket halindeki maddeleri, yıllık yıkanma kaybından daha büyük oranlarda tutarlar (Nikiforoff, 1959). Sadece, canlıların ihtiyacından fazla olan materyal drenaj suyu ile uzaklaşır veya sabit bir seviyeye kadar birikme devam eder.

Toprak materyalinin değişmesi ile ortaya çıkan amorf maddelerin oluşları hakkında ilgili yerlerde ayrıca izahat verilecektir.

Silis

Alfa kuvars genellikle killerde en fazla bulunan tali mineraldir ve topraklarda silisin en fazla tesadüf edilen şeklidir. Bununla beraber silis, killerde hidrate, kristal olmayan şekillerde ($\text{SiO}_2 - n\text{H}_2\text{O}$), silis veya kolloidal gel halinde de bulunabilmektedir.

Opalin Silis, kuvarstan ve daha az yaygın olan mikrokristalin chalcedony'den kristal şekilde olmayışı, yoğunluğunun ve kırılma indeksinin düşüklüğü ile ayrılır. Toprak kilinde amorf silisin mevcudiyeti ana materyal ile münasebetli görünmektedir. Meselâ Yeni Zelanda ve Japonyada volkan külü menşeli topraklarda bu durum müşahade edilmektedir. Fields ve Williamson (1955) birçok Yeni Zeelande toprakları killerinde amorf silisin mevcudiyetini açıklığa kavuşturmuşlardır. Amorf hidrate silis süngertaşı üzerinde meydana gelmiş olgunlaşmamış Japon topraklarında da

müşahade edilmiştir. (Karno, 1959).

Amorf silis sadece yakın zamana ait volkanik materyaller üzerindeki olgunlaşmamış topraklara münhasır değildir. Mitchell'e (1964) göre Hayos ve Pino granitik kayalardan meydana gelmiş İspanya topraklarında serbest silisi tayin etmişlerdir.

Amorf silis genellikle volkan külleri üzerinde husule gelmiş genç topraklarda müşahade edilmekte olup zamanla bu kriptokristalin Chalcedony'e ve sonunda da muhtemelen sekonder kuvarsa dönüşmektedir.

Bates (1960), profilin bir kısmındaki minerallerden ayrılmış olan silisin diğer bir kısmında geçici olarak çökelebileceğini ileri sürmüş ve satıhtan 60-90 cm. aşağıdaki silis konsantrasyonunun daha aşağıdaki ve daha yukarıdaki horizonlardan daha fazla olduğu topraklar tesbit etmiştir. Bates, silisçe zengin çözeltilerin durgunlaşması nedeni ile silisin yeniden çökmesinin kurak şartlarda cereyan ettiğini iddia etmiştir.

Topraklardaki inorganik menşeli silis yanında organik menşeli olanlar da önem taşımaktadır. Russel'e (1950) göre senede drenaj suları ile kaybolan silisin iki misli kadarı bitkiler vasıtası ile devretmektedir. Toprakta silisin biyolojik olarak biriktirilmesinin geniş ölçüde cereyan ettiği kanaatı hakimdir. Bilhassa yüzey topraklardaki opal silisin bitkisel

menşeli olması kuvvetle muhtemeldir.

Topraklarda bulunan ve bitkilerden husule gelmiş olan küçük opal silis parçacıkları epey zaman önce Rus bilginlerince de teşhis edilmiştir. Mitchell'e (1964), göre Ruprecht phytolithler adını verdiği, Stipa pennata adlı çayır otunda ve bir çernozem toprağının sathi horizonunda bulunmuş olan opal silis parçacıklarının morfolojisi açıklamıştır.

Bitki opal parçacıklarının İngiltere topraklarında tezahürü ile ilgili olarak Smithson (1956) bunların topraklarda yaygın olduğunu ve esas itibarı ile çayır otlarından meydana geldiklerini tahmin etmiştir.

Phytolith'ler ılıman bölgelerin podsollarında ve demirce zengin tropikal topraklarda da bulunmuştur.

Aluminyum Oksitler

Hidrate aluminyum oksitlerin ve aluminyum gellerin önemli pedolojik anlamları vardır. Serbest aluminyum fazlaca yıkanmış tropik topraklarda maksimum bir konsantrasyona erişmiş olup ılıman bölgelerin topraklarındaki miktarları değişmekle beraber genellikle azdır. Topraklardaki serbest aluminyum oksit bir çok pedologlar tarafından profilde ayrışmanın bir indeksi olarak kullanılmıştır.

Genel olarak serbest aluminyum gibbsite ($Y Al(OH)_3$) şeklinde bulunmaktadır. Bu durum Alexander ve mesai arkadaşları

nın (1956) lateritler üzerindeki çalışmaları ile de teyid edilmiş olup, bunlar bazı lateritlerde boehmite [$Y AlO(OH)$] te müşahade etmişlerdir.

Fields ve Williamson (1955) yaptıkları araştırmalara göre ayrışmanın başlangıç safhasında olan Yeni Zellanda topraklarının çoğunda az miktarlarda amorf hidrate aluminyum oksitlerin bulunduğunu ortaya koymuşlardır. Son zamanlarda yapılan birçok araştırmalarda kırmızımı-sarı topraklarda, sünger taşı üzerinde oluşmuş genç topraklarda, podzol toprakların B horizonunda birikmiş halde amorf hidrate aluminyum oksit tesbit edilmiştir.

Topraklardaki değişebilir aluminyum genellikle toprağın derinliğine doğru artış göstermektedir. Colman ve mesai arkadaşları (1959) asit toprakların esas horizonlarında aluminyumun dominant katyon olabileceğine işaret eden deliller ortaya koymuşlardır.

Fields ve Williamson (1955) toprakta aluminyumun silisten fazla bulunması halinde bunun negatif yüklü kolloidlerin üzerinde bir örtü tabakası teşkil ettiklerini müşahade etmişlerdir. Aluminyum oksitler bütün negatif yüklü kolloidlere nazaran fazla oranda bulunduğu zaman sistem içinde elektron mikroskopunun görüşü ötesinde çok küçük parçacıklar halinde dağılmış halde bulunurlar.

Demir Oksitler

Demir oksitler killerdeki tali minerallerin en yaygın olanıdır. Demir oksitler ya münferit parçacıklar halinde veyahutta kil parçacıklarının üzerinde bir sa-tılı örtü tabakası halinde bulunmakta olup geniş ölçüde toprak renginin ortaya çıkmasına sebep olurlar.

Geothite ve lepidokrasit (demir oksit mono hidratları) ve hematit (dehidrate oksit) demirin genellikle toprakta rastlanan kristalin formlarıdır.

Hidrate demir oksit gelleri bazı bakımdan demir tuzlarına alkali ilâvesi ile teşekkül eden peltemsi çözeltiliye benzemektedir. Amorf örtü tabakası halinde demir ile kristal serbest demir oksitlerin yapıştırıcı madde olarak vazife görmeleri sebebi ile bazı toprak ve kil analizlerinde bunların uzaklaştırılması gerekmektedir.

Fields ve Swindale (1954) ayırışmanın başlangıç safhasında bulunan zonal Yeni Zelanda topraklarında önemli miktarlarda amorf demir oksitler tesbit etmişlerdir. Süngertaşı ve volkan külleri üzerinde oluşmuş genç Japon topraklarında da amorf demir oksit müşahade edilmiştir. Bununla beraber demir oksitler sadece olgunlaşmamış topraklara has değildir. Zira bunlar geothite ve hematit şeklinde lateritlerde de bulunmaktadır. Terra Rossalardaki demir oksitler onların orijinlerine bağlı bulunmaktadır.

Mitchel'e (1964) göre Garbona podzolik topraklarda amorf demir oksitlerin hakim olduğunu buna karşılık kırmızı topraklarda ve lateritlerdeki demir oksitlerin öncelikle kristalin olduğu sonucuna varmıştır.

Schewertman (1959) bir çok toprak profillerinin özel morfolojik yapılarındaki demir oksitformlarının detaylı bir araştırmasını yapmıştır. Mottling'leri, konkresyonları, ayrışma kabuklarını, hard-pan ve bog-demir formasyonlarını incelemiştir. Bütün bunlarda zayıf şekilde kristalize olmuş geothitin hakim olduğunu ve önemli miktarlarda da hidrate demir oksitlerin mevcut olduğunu görmüştür.

Silis ve alüminyum oksitlerde olduğu gibi demir oksitler de ya ana materyalden bakiye olarak geçmişlerdir veyahutta demir ihtiva eden minerallerin ayrışma mahsulleridir.

Demir oksitlerin toprak killerinin ve kil minerallerinin negatif ve pozitif yükleri üzerine olan tesirini inceleyen Summer (1963) kilin önemli bir kısmının demir oksitlerle örtülmüş olduğunu tesbit etmiş ve oksit örtü tabakasının pozitif yükü sebebi ile kil parçacıklarının negatif yükünü azaltabileceğini ileri sürmüştür.

Toprağın organik fraksiyonunun profil içinde demirin serbest hale geçmesi ve taşınması ile ilgili olduğu bilinmektedir. Fazla asit şartlarda toprağın mineral

demir muhtevasının yüksek olduğu ve yağışlı mevsim boyunca demir bileşiklerinin suda çözünebilir organik-demir kompleksleri şeklinde hareket ettikleri müşahade edilmiştir.

Allofan

Silis, alüminyum ve demirin serbest oksitleri, silis ve seski-oksitlerin kombinasyonundan ibaret olan amorf inorganik materyalin küçük bir kısmını temsil etmektedirler. Allofanın mineralojik tanımı, birçok pedologların da kullandığı gibi, topraklarda görülen son derece değişik yapıdaki, kristalin olmayan, silis ihtiva eden materyallere tekabül etmektedir.

Allofanın bileşimi $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot nH_2O$ olarak tarif edilmiştir. Fakat Mitchell'e (1964) göre toprak mineralojistlerinin çoğu, bu ismin çok az miktarlarda bazları da ihtiva eden silis, alüminyum ve su çözeltisine uygulanmasını kabul eden Ross ve Kerr'in tanımını kabul etmektedir. Mitchell'e (1964) göre Harrassowitz ise allofanı alüminyum ve silis bileşiklerinin basit bir karışımı olarak tanımlamıştır. White (1953) topraktaki amorf inorganik materyalin heterogenliğini nazarı itibara alarak allofanı: kil materyali içinde bulunan, belirli olmayan bileşimdeki amorf madde olarak tarif etmiştir. Bu tarife göre demir oksitler de tarifin içine alınmıştır ve silisin esas mineral olduğu belirtilmemiştir. Fields (1955) allofanı iki kısımda müt-

laa etmiştir: İçindeki amorf silisleri münferit olan ve parçacıkları gayet küçük olan allofan-B ve içinde silisyum ve alüminyum tesadüfen birleşmiş olan ve parçacıkları büyük olan Allofan-A.

Toprak allofanlarının tabiatı ve özellikleri, Yeni Zelanda Japonya'daki yakın zamanlara ait volkanik birikintiler üzerinde yapılmış çalışmalarla geniş ölçüde tayin edilmiştir. Bu topraklarda allofan umumiyetle başlıca kil mineralidir ve ekseriyetle nisbeten saf bir halde elde edilebilmektedir.

Allofan Japonya'da andezitik ve rhyolitik volkan küllerinden husule gelmiş topraklarda hakim kil minerali olarak tesbit edilmiştir (Egawa, 1964).

Bununla beraber allofanlar volkanik materyal üzerinde oluşmuş genç toprakların mutlak bir kısmı olmadığı gibi sadece bu topraklara da has değildir. Amorf alüminyum silikatlar pleistosen birikintilerinden husule gelmiş olan kırmızımsı-sarı topraklarda (Karno ve mesai arkadaşları, 1956) ve latosol'larda da tesbit edilmiştir.

Topraklardaki silis ve silikat şekilleri ve konsantrasyonları bazı hallerde oldukça yüksek derecedeki toprak kategorilerini ayırt etmede genellikle kullanılmış kriterlerdir. Bir toprağın allofan miktarı yüksek bulunduğu zaman bu önemli bir teşhis özelliği-

dir. Fazla miktarlarda allofan ihtiva eden topraklar genellikle az ayrılmış, zaman bakımından genç topraklar olarak kabul edilmektedir.

Allofanın ekseriyetle yakın zamanlara ait volkanik birikintiler üzerinde oluşmuş genç topraklarda hakim olduğu müşahade edilmiştir. Filhakika bu durum volkan külleri ve birçok volkanik kaya yatakları içinde rastlanan cam benzeri materyalin ayrışmasındaki mantıki safha olarak nazarı itibare alınmaktadır.

Fields (1955) ve Karno (1959) yakın zamanlara ait volkanik yataklar üzerinde meydana gelmiş topraklardaki ayrışma sırasını şu şekilde kabul etmektedirler:

Volkan kilü → «Allofan B» → «Allofan A» → Metahalloysite → Kaolonit.

Allofan hidrotermal yataklarda da bulunmuştur. Esas itibariyle amorf Alüminyum silikatlar miktarı satıh horizonlarda ve bilhassa organik madde miktarı fazla olduğu zaman yüksek bulunmaktadır. Bu durum kimyasal yapıları bakımından farklı ana materyallerden husule gelmiş topraklarda müşahade edilmiştir.

Bitki artıklarından oluşan bağlayıcı organik bileşiklerin (Chelating compounds) mevcudiyeti alüminyum ve demirin yıkanması ve primer ve sekonder silikatların çözünme oranlarının artması neticesi amorf materyalin teşkili ile sonuçlanmaktadır.

Rutil ve Anatase

Topraklarda ve sedimentlerde ekseriyetle mevcut olan tali minerallerden rutil ve anatase titanyum oksit (TiO_2) mineralleridir. Ayrışmaya fazla mukavim olmaları dolayısıyla topraklarda indeks mineraller olarak kullanılmaktadırlar. Bunların topraklardaki miktarları çok değişme göstermekte olup genç ve pek az ayrılmış topraklarda % 0.5 ten tropik ve ılıman bölgelerin topraklarının bir çoğunda % 4'e kadar bulunabilir. Hawaii'nin hümik ferriginous lateritik topraklarında % 25 gibi yüksek değerler bulunmuştur (Jackson, 1965).

AMORF İNORGANİK MATERYAL İLE TOPRAĞIN SPESİFİK FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER

A. Morfolojik Özellikler

Toprak bilginleri toprak profilinin makromorfolojik özellikleri ile mevcut «serbest» silis, alüminyum ve demir oksitlerin tabiatı ve miktarları arasında pek çok bağıntılar ortaya koymuşlardır.

Toprağın strüktür ve kıvamı bunlarla ilgili bulunmaktadır. Strüktür derecesi ve bazı toprakların kıvamı serbest seskioksitle, özellikle demirin bağlayıcı etkisinin bir sonucudur.

Bir çok hallerde toprağın arazideki tekstürleri, mekanik ana-

liz sonuçlarından önemli surette inkiraf etmekte ve bu anormal durum, bazan kil minerallerinin serbest oksitlerle birbirine karıştırılarak silt ve hatta daha büyük agregatlara çevrilmiş olmasına atfedilmektedir.

Çok sayıda toprak horizonlarını incelemiş olan Mc Keague ve Cline (1963) duripan ve fragipanlerdeki sertleşmenin kısmen silisin yapıştırıcı tesirinden ileri geldiğini kaydetmişlerdir.

Yapılan bazı araştırmalar topraklardaki demir oksit miktarının fazlalığının su tutma kapasitesini zalttığını göstermiştir. Serbest demir oksit topraktan uzaklaştırıldığı taktirde toprağın dispersiyonu düzelmekte, makroporların hacmi ve dolayısıyla de faydalı su miktarı artmaktadır.

B. Kimyasal Özellikler

Garbunov ve mesai arkadaşları (1961) toprak genetiği ve agro-kimyasal problemlerin teşhisi için amorf seskioksit değerlerinin tayinine önem vermişlerdir. Amorf demir oksitin, kristalin demir oksitten 137 misli fazla fosfat tuttuğunu nazarı itibare alarak toprağın fizikokimyasal özelliklerini ortaya koymada amorf ve kristalin formların ayırdedilmesi gerektiğini göstermişlerdir. Ayuşma ile açığa çıkan hidrate oksitler yıkanmaya karşı fosfatları tutabilmekte ve oksidin çeşidine tabi olarak fosfatlar tesbit tesbit edilmektedir.

Dixon (1958) amorf haldeki demir ve alüminyum oksitlerin fazla miktarlarda fosfat tuttuğunu, fakat fosfat tutma yeteneklerinin yaşları ve kristalizasyonla azaldığını ve kristalizasyonun yüzey sahasını azalttığını tesbit etmiştir. Dixon bazalttan meydana gelmiş eski kırmızı tınlı toprakların yüksek fosfor fiksasyon kuvveti iktisap ettiklerini kaydetmiş ve bu yüzden de bu toprakların aktif hidrate oksitler ihtiva ettiğini ve sonuç olarak ta bu oksitlerin amorf olduklarını kabul etmiştir.

Colwell (1959) fosfatın geotit, hematit, lepidokrasit, demir oksit gelleri ve gibbsit ve boehmit ve alüminyum tarafından sorpsiyonunu tetkik etmiştir. Bu bileşiklerin 4 pH da sorpsiyon değerlerinin yüzey genişliği, hidrasyon ve parça büyüklüğündeki farklılıktan ileri gelen aktivite sebebiyle büyük farklar gösterdiği anlaşılmıştır. Colwell fosfatın sorpsiyon değerleri ile seski-oksit ihtiva eden topraklar arasında parça büyüklüğü, topraklardaki oksitlerin yüzey şekilleri nazarı itibara alındığında doğrudan doğruya bir mukayese yapılmıyacağını zikretmiştir.

Çeşitli glasiyal tıller üzerinde oluşmuş asit topraklardaki fosfor ilişkilerini tetkik eden Williams (1960) bu toprakların fosfat tutma kapasitelerinin esas itibariyle çözünebilir alüminyuma ait olduğunu fakat asit oksalatta çözünebilir demir ve karbon muhtevası

ile önemli koralasyonların bulunduğu sonucuna varmıştır.

Kuran ve mesai arkadaşları (1961) toprak profilinde potasyum birikmesinin serbest demir oksit ve organik madde miktarları ile korele edilebileceğini tesbit etmiştir. Asit topraklardaki fosfor, potasyum ve kirecin reaksiyonları değişebilir alüminyum ile yakından ilgilidir.

LİTERATÜR

- Alexander, L.T. Cady, J.G. Whitting, L.D. ve Dwer, R.F. 1956. Trans. 6th International Congress Soil Science, Paris, 1956 Vol. 5 S. 67-72.
- Aomine, S. ve Wada, K. 1962 - Am. Minerologist 47. 1024-1048 (U.S.A.). Bates, T.F. 1958. Mineral Ind. Penna. State Univ. Proj. E. 27.
- Colman, N.T., Weed, S.B. ve McCracken, R.J. 1959. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 23, 146-149.
- Colwell, J.D. 1959. Australian J. Appl. Scib 10. 95-103.
- Dixon, J.K. 1958. New Zealand Soc. Soil Sci. Proc. 3, 4-10.
- Egawa, T. 1964, A. Study on Coordination Number of Aluminium on Allophane Clay Sci. Vol. 2, No. 1 S. 1-7. (Japan).
- Egawa, T. 1967. Progress in Studies on Allophane, Journal of Clay Science Society of Japan Vol. 6, S. 13-19. (Ayrı basım).
- Fields, M., ve Swindale, L.D. 1954. New Zealand J. Sci. Technol B36, 140-154.
- Fields, M. 1955. New Zealand J. Sci. Techna B38, 533-570.
- Garbunov, N.İ. 1961. Soviet Soil Sci. (English Transl). No. 7, 712-724.
- Handricks, S.B. ve Fray, W.H. 1930.-Soil Science 29. 457-479.
- Jackson, M.L. 1965. Methods of Soil Analysis (C. A. Black editor in Chief) A.S.A., Inc. Publisher, Madison, Wisch. USA.
- Karno, I. Hanjo, Y. ve Arimura, S. 1956. Soil Plant Food (Tokyo) 2, 220-232.
- Karno, I. 1959 Advan. Clay Sci. (Tokyo) 1, 213-233.
- Kato, Y. 1957 - A Model for amorphous matters of humic soils in Japan (a preliminary report).
- Kuran, H., Preusse, H. ve Föhrenbacher, A. 1961. Pflanzeneraehr, Dung. Bodenk 92, 233-245.
- McKeague, J.A., ve Cline, M.G. 1963. Advan. Agron. 15, 339-383.
- Mitchel, B.D., Farmer, V.C. ve McHardy, W.C. 1964. Amorphous Inorganic Materials in Soils Adv. in Agron. Vol. 16. S. 327-383.
- Nikiforoff, C.C. 1959. Science 129, 186-196.
- Russel, E.J. 1960. Soil Condition and Plant Growth, 8th ed. Longmans, Green, New York.

Smithson, F., 1956. J. Soil Science, 7, 122-129.

Summer, M.E. 1963. Clay Minerals Bull. 5, 218-226.

White, W. A. 1963. Am. Mineralogist 38, 634-642.

Williams. E.G. 1960. Trans. 7th. Intern. Congr. Soil Sci. Madison Wisconsin, 1960 Vol. 3. S. 604-611.